

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y RENDIMIENTO DE
CINCO RAZAS LOCALES DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN
CONDICIONES DEL DISTRITO DE CANDARAVE**

TESIS

Presentada Por:

Bach. Karina Rocio Acero Ramos

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA – PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y RENDIMIENTO DE CINCO RAZAS
LOCALES DE MAÍZ (*Zea mays L.*) EN CONDICIONES DEL DISTRITO DE
CANDARAVE**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 05 DE DICIEMBRE DEL 2024
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:



MSc. ARÍSTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

SECRETARIO:



MSc. MAGNO SANTOS ROBLÉS TELLO

VOCAL:



MSc. NIVARDO NUÑEZ TORREBLANCA

ASESOR:



Dr. OSCAR OCTAVIO FERNANDEZ CUTIRE

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Dr. OSCAR OCTAVIO FERNANDEZ CUTIRE, en mi condición de asesor de la Tesis titulado: "COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y RENDIMIENTO DE CINCO RAZAS LOCALES DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN CONDICIONES DEL DISTRITO DE CANDARAVE", presentado por la Bachiller Karina Rocio Acero Ramos, para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual TURNITIN, cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 5%. Por lo que CERTIFICO LA SIMILARIDAD de la tesis, está de acuerdo al nivel PERMITIDO, para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio Institucional.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su obtención del título profesional.



DNI: 00472839

Asesor: Dr. OSCAR OCTAVIO FERNANDEZ CUTIRE





DNI: 74432670

Tesista: KARINA ROCIO ACERO RAMOS



DEDICATORIA

A mis padres Wilber y Margarita, a mi hermano Kevin.

Dedico este trabajo a la población del distrito y provincia de Candarave, así como a la familia de la escuela profesional de Agronomía, para motivarlos a realizar investigación en la zona altoandina de Tacna, de esa manera contribuir a la mejora de la agricultura en el departamento de Tacna.

AGRADECIMIENTO

Quiero empezar agradeciendo a Dios quien ha sido mi guía y soporte en las diferentes etapas de mi vida.

A mis padres Wilber y Margarita, por su cariño y apoyo incondicional, por haberme inculcado valores que han sido vitales para mi desarrollo personal.

A mi hermano Kevin quien es mi motivación, que aún con habilidades diferentes es muy perseverante en todo su trayecto de vida.

A mis compañeros y amigos que con su experiencia, comprensión y paciencia contribuyeron a mi desarrollo personal y profesional.

A mi asesor Dr. Oscar Fernández, quien ha confiado siempre en mis habilidades, y me ha motivado a investigar.

A mis docentes de la UNJBG que, con su experiencia, guía constante y su fe inquebrantable en mis habilidades me han motivado a alcanzar alturas que nunca imaginé.

A la población del Distrito y Provincia de Candarave.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	4
1.1 Definición de conceptos.....	4
1.1.1 Definición de raza.....	4
1.1.2 Definición de variedad.....	5
1.1.3 Definición de ecotipo.....	5
1.2 Origen	6
1.3 Importancia del cultivo de maíz.....	7
1.4 El maíz en el Perú.....	8
1.5 El maíz en la región Tacna	8
1.6 Diversidad genética y razas en el Perú.....	9
1.7 Diversidad genética en Tacna.....	10
1.8 Descripción de razas del departamento de Tacna.....	11

1.9 Características del maíz amiláceo	13
1.10 Taxonomía	14
1.11 Descripción morfológica del maíz	15
1.11.1 Raíz.....	15
1.11.2 Tallo.....	15
1.11.3 Hojas	16
1.11.4 Flores	16
1.11.5 Inflorescencia	16
1.11.6 Mazorca.....	17
1.11.7 Fruto.....	17
1.12 Fenología del maíz	18
1.13 Exigencias agroecológicas.....	19
1.13.1 Clima	19
1.13.2 Suelo	20
1.13.3 Agua.....	22
1.13.4 Efectos de la luz y fotoperiodo	23
1.13.5 Humedad.....	23
1.14 Principales plagas	24
1.14.1 Insectos plaga del suelo.....	24
1.14.2 Insectos dañinos	24
1.14.3 Insectos que infestan los cultivos una vez cosechados.....	25
1.15 Principales enfermedades.....	25
1.16 Antecedentes	26
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	32
2.1 Nivel y enfoque de investigación.....	32
2.2 Ubicación del campo experimental	32

2.3 Situación edáfica.....	33
2.4 Situación climática	35
2.5 Materiales	38
2.5.1 <i>Materiales biológicos</i>	38
2.6 Tratamientos:.....	40
2.7 Variables de respuesta	41
2.8. Diseño experimental	45
2.9. Características del campo experimental	46
2.10. Aleatorización del campo experimental	47
2.11 Análisis de datos.....	47
2.12 Conducción del experimento.....	47
2.12.1 <i>Preparación del terreno</i>	47
2.12.2 <i>Delineación de los bloques</i>	48
2.12.3 <i>Incorporación de materia orgánica</i>	48
2.12.4 <i>Siembra</i>	49
2.12.5 <i>Riego</i>	49
2.12.6 <i>Deshierbos</i>	49
2.12.7 <i>Control de plagas</i>	50
2.12.8 <i>Control de enfermedades</i>	50
2.12.9 <i>Cosecha</i>	51
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	52
3.1 Comportamiento agronómico.....	52
3.2 Rendimiento.....	62
5.3 Discusión	89
CONCLUSIONES	103

RECOMENDACIONES.....	105
BIBLIOGRAFÍA.....	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Análisis físico químico del sustrato en laboratorio</i>	33
Tabla 2. <i>Datos meteorológicos de la estación Candarave</i>	35
Tabla 3. <i>Análisis de varianza de numero de flor femenina (unidad) de las cinco razas locales de maíz en el distrito de Candarave</i>	62
Tabla 4. <i>Prueba de significación Tukey de numero de flor femenina (unidad) de cinco razas locales de maíz en el distrito de Candarave</i>	63
Tabla 5. <i>Análisis de varianza de altura de planta (cm) de las cinco razas locales de maíz en el distrito de Candarave</i>	65
Tabla 6. <i>Análisis de varianza de altura de primera inserción de mazorca (cm) de las cinco razas de maíz en el distrito de Candarave</i>	66
Tabla 7. <i>Análisis de varianza de número de hojas por planta (unidad) de las cinco razas locales de maíz en el distrito de Candarave.</i>	67
Tabla 8. <i>Análisis de varianza de longitud de mazorca (cm) de las cinco razas locales de maíz en el distrito de Candarave</i>	68
Tabla 9. <i>Prueba de significación Tukey de longitud de mazorca (cm) de cinco razas locales de maíz en el distrito de Candarave</i>	69
Tabla 10. <i>Análisis de varianza de diámetro de mazorca (cm) de las cinco razas locales de maíz en el distrito de Candarave</i>	71
Tabla 11. <i>Prueba de significación Tukey de diámetro de mazorca (cm) de cinco razas de maíz en el distrito de Candarave</i>	72
Tabla 12. <i>Análisis de varianza de peso seco de mazorca (g) de las cinco razas de maíz en el distrito de Candarave</i>	74

Tabla 13. <i>Prueba de significación Tukey de peso seco de mazorca (g) de cinco razas de maíz en el distrito de Candarave.....</i>	75
Tabla 14. <i>Análisis de varianza de número de hileras por mazorca (unidad) de las cinco razas de maíz en el distrito de Candarave.....</i>	77
Tabla 15. <i>Prueba de significación Tukey de número de hileras por mazorca (unidad) de cinco razas de maíz en el distrito de Candarave ...</i>	78
Tabla 16. <i>Análisis de varianza de peso seco de tusa (g) de las cinco razas de maíz en el distrito de Candarave.....</i>	80
Tabla 17. <i>Prueba de significación Tukey de peso seco de tusa (g) de cinco razas de maíz en el distrito de Candarave.....</i>	81
Tabla 18. <i>Análisis de varianza de peso de 100 granos (g) de las cinco razas locales de maíz en el distrito de Candarave.....</i>	83
Tabla 19. <i>Prueba de significación Tukey de peso de 100 granos (g) de cinco razas locales de maíz en el distrito de Candarave</i>	84
Tabla 20. <i>Análisis de varianza de rendimiento total (t/ha) de las cinco razas de maíz en el distrito de Candarave.....</i>	86
Tabla 21. <i>Prueba de significación Tukey de rendimiento total (t/ha) de cinco razas de maíz en el distrito de Candarave.....</i>	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Campo experimental (distribución de tratamientos)</i>	47
Figura 2. <i>Variación de altura de planta en maíz evaluadas</i>	54
Figura 3. <i>Variación de altura de planta en maíz Pisala de Quilahuani</i>	55
Figura 4. <i>Variación de altura de planta en maíz Puko de Quilahuani</i>	55
Figura 5. <i>Variación de altura de planta en maíz Pisala de Tarata</i>	57
Figura 6. <i>Variación de altura de planta en maíz Pintado de Tarata</i>	57
Figura 7. <i>Variación de altura de planta en maíz Blanco de Candarave</i> ..	59
Figura 8. <i>Aparición y desarrollo de la flor femenina</i>	60
Figura 9. <i>Desarrollo e incremento de número de hojas</i>	61
Figura 10. <i>Gráfico de barra: número de flores femeninas por planta</i>	64
Figura 11. <i>Gráfico de barra de longitud de mazorca (cm)</i>	70
Figura 12. <i>Gráfico de barra de diámetro de mazorca</i>	73
Figura 13. <i>Gráfico de barra de peso seco de mazorca (g)</i>	76
Figura 14. <i>Gráfico de barra de numero de hileras por mazorca (unidad)</i>	79
Figura 15. <i>Gráfico de barra de peso seco de tusa (g)</i>	82
Figura 16. <i>Gráfico de barra de peso de 100 granos (g)</i>	85
Figura 17. <i>Gráfico de barras de rendimiento total (t/ha)</i>	88

RESUMEN

El presente estudio sobre el comportamiento agronómico de cinco razas de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones del distrito de Candarave. Tuvo como objetivo determinar el comportamiento agronómico y el rendimiento de cinco razas locales de maíz. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA) con cinco tratamientos de estudio (t₁: Pisala de Quilahuani, t₂: Puko de Quilahuani, t₃: Pisala de Tarata, t₄: Pintado de Tarata y t₅: Blanco de Candarave) y cinco repeticiones. Los resultados indicaron diferencias significativas entre las razas evaluadas. La raza Blanco de Candarave (t₅) destacó con un rendimiento total de 7,76 t/ha, un peso seco de mazorca de 143,06 g y un peso de 100 granos de 56,14 g, además de presentar la mayor longitud de mazorca con 10,61 cm. Por otro lado, la raza Pisala de Quilahuani (t₁) mostró el mayor diámetro de mazorca de 6,08 cm. La investigación sugiere que la raza Blanco de Candarave tiene un alto potencial de productividad y eficiencia en el uso de recursos, mientras que la raza Pisala de Quilahuani destaca por su robustez estructural.

Palabras clave: *Maíz, rendimiento, comportamiento agronómico, Candarave, raza.*

ABSTRACT

The present study on the agronomic performance of five maize (*Zea mays* L.) breeds under conditions in the Candarave district. The objective was to determine the agronomic behavior and yield of five local maize breeds. A randomized complete block design (RCBD) was used with five study treatments (t₁: Pisala de Quilahuani, t₂: Puko de Quilahuani, t₃: Pisala de Tarata, t₄: Pintado de Tarata, and t₅: Blanco de Candarave) and five replications. The results indicated significant differences between the breeds evaluated. The Blanco de Candarave breed (t₅) stood out with a total yield of 7,76 t/ha, a dry cob weight of 143,06 g, and a 100-grain weight of 56,14 g, in addition to presenting the longest cob length at 10,61 cm. On the other hand, the Pisala de Quilahuani (t₁) variety showed the largest ear diameter of 6,08 cm. Research suggests that the Blanco de Candarave variety has high productivity and resource efficiency potential, while the Pisala de Quilahuani variety stands out for its structural robustness.

Key words: *Maize, yield, agronomic performance, Candarave, ecotype.*

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.), originario de América, es uno de los cultivos más importantes del mundo por su valor alimenticio, su adaptabilidad ecológica y su significación cultural. En América Latina, representa un símbolo ancestral y forma parte de la identidad de los pueblos (Martínez, 2008). En la actualidad, se cultiva en más de 160 países, donde predominan las semillas híbridas y transgénicas, lo que ha provocado una reducción progresiva de la biodiversidad agrícola, agravada por el cambio climático y la actividad humana (Climate Data, 2016). Candolle en 1882 y posteriormente Vavilov, identificaron a Mesoamérica como centro de origen y diversidad del maíz, hecho que refuerza su importancia genética y cultural (INIA, 2015).

En el Perú, se han identificado más de 50 razas nativas de maíz, muchas aún no descritas en su totalidad, pero con importante variabilidad genética. El maíz amiláceo destaca por sus granos harinosos, suaves y coloridos, siendo Cusco y Apurímac los principales productores, con el 37,2 % de la producción nacional (MINAGRI, 2020). Sin embargo, su desarrollo se ha visto afectado por variaciones climáticas y el uso de razas con bajo potencial productivo.

En la región Tacna, el sector agropecuario es la principal fuente de ingreso. Aunque tiene menor superficie cultivada que otras regiones, presenta altos rendimientos: 3,85 t/ha frente al promedio nacional de 1,59 t/ha (MINAGRI, 2019). A nivel distrital, Tarata lidera con 4 863 kg/ha, mientras Candarave registra 3 000 kg/ha, ubicándose en el undécimo lugar (Dirección Regional de Agricultura, 2019). Esta diferencia responde a factores agroclimáticos y a prácticas agrícolas tradicionales, donde no se registra el uso de reguladores de crecimiento, aunque se ha iniciado la aplicación de guano de isla como fertilizante (Gobierno Regional de Tacna, 2009).

En cuanto a diversidad genética, se han identificado trece razas de maíz en Tacna entre 1952 y 2016, incluyendo Pisccorunto, Cusco, Coruca, Cabanita, Arequipeño y Blanco de Candarave, con denominaciones que varían según la localidad (MINAM, 2018). Estas variedades son cultivadas por familias campesinas que dependen económicamente del maíz amiláceo seco, siendo parte fundamental de la agricultura familiar en la zona.

Ante esta situación, se plantea la siguiente interrogante: ¿Cuál será el comportamiento agronómico y rendimiento de cinco razas locales de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones del distrito de Candarave?

Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento agronómico y el rendimiento de cinco razas locales de maíz en condiciones del distrito de Candarave, región Tacna.

Partiendo de la hipótesis de que al menos una de las cinco razas locales presenta un mejor comportamiento agronómico y mayor rendimiento en dichas condiciones.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

1.1 Definición de conceptos

1.1.1 Definición de raza

Rocandio et al. (2014), afirman que las poblaciones de maíz se clasifican en razas para comprender su amplitud ambiental y rasgos morfológicos apropiados para diversas aplicaciones. Salhuana (2000), afirma que el análisis de la diversidad fenotípica implica la categorización de grupos o razas con base en rasgos distintivos, incluyendo el ambiente (altitud y latitud), así como atributos de la planta, panícula, mazorca y grano, complementados con características citológicas y arqueológicas.

Por consiguiente, una raza de maíz se caracteriza por ser un conjunto de poblaciones que presentan rasgos morfológicos, genéticos y adaptativos únicos, que han evolucionado con el tiempo a través de la selección natural y artificial, permitiéndoles aclimatarse a condiciones ambientales específicas y hacer frente a requisitos agrícolas y culturales particulares (Salhuana, 2000; Wellhausen et al. 1951).

Mayr (1942), citado por Salhuana (2000), define una raza como una población que comparte características físicas y fisiológicas similares, determinadas por un marco genético compartido.

1.1.2 Definición de variedad

Según Córdova et al. (2024), una variedad se define como un grupo de plantas cultivadas por agricultores o comunidades rurales que se encuentran en un proceso constante de diversificación genética. Por su parte, Wellhausen et al. (1951), en su tratado sobre las razas de maíz en México, explican que el maíz, debido a las continuas hibridaciones a las que ha sido sometido, posee un notable potencial de automejora genética. En este contexto, los autores utilizan los términos "variedad" y "raza" de manera casi equivalente, señalando que ambos representan grupos de plantas con un grado variable de homogeneidad genética, que han evolucionado de forma independiente en regiones aisladas, adaptándose a condiciones ambientales y culturales particulares. Estas diversificaciones aisladas, al llegar a un punto por intervención humana de donde las condiciones naturales de cruzamiento son prácticamente inviables, dan origen a nuevas razas híbridas. Este proceso se convierte en un ciclo continuo de desarrollo, donde cada generación da lugar a razas más productivas y adaptadas a sus respectivos entornos.

1.1.3 Definición de ecotipo

Un ecotipo es un conjunto de plantas que comparten un genotipo comparable y que ocupan un nicho ecológico determinado. En silvicultura, esta expresión se utiliza a veces como sinónimo de «raza», aunque a

menudo denota una población más pequeña y distinta. Los ecotipos suelen ser indistinguibles por rasgos físicos, pero pueden identificarse por variaciones fisiológicas, normalmente asociadas a su capacidad de supervivencia en determinados entornos ambientales. El término “ecotipo” fue introducido por Turesson en el año 1922, lo caracterizó como una «reacción genotípica de una especie a un entorno determinado» (Zamudio Arancibia, 2012).

Según Sevilla (2006) señala, por razones prácticas, las clasificaciones intraespecíficas —como raza, ecotipo, morfotipo y surtido— se emplean para organizar de manera sistemática la diversidad de especies alógamas, silvestres, agámicas y autógamias, tratándolas de forma independiente para un mejor estudio y comprensión.

1.2 Origen

Los expertos coinciden en que es imposible designar o atribuir un lugar concreto como centro de origen del maíz, como demuestran diversos análisis (Tapia & Fries, 2007). Otros sostienen que se originó en el sur de México (Mesoamérica) basándose en descubrimientos arqueológicos. El maíz se difundió por todo el continente desde sus domesticaciones iniciales, y las comunidades agrarias continuaron adaptándolo y diversificándolo para satisfacer sus necesidades ecológicas y culturales únicas (Doebley, 2004).

El maíz se utilizó por primera vez en Perú, concretamente en los Andes, hace aproximadamente 8 700 años (Tapia & Fries, 2007; Goodman & Wilkes, 1995; Grobman, 2012). En las Américas albergan 260 variedades locales de maíz, que representan el 90% de todas las variedades locales cultivadas en el mundo, 131 de ellas proceden de la región andina. Sin embargo, el aumento de la diversidad genética no se correlaciona directamente con el aumento de la diversidad racial. La selección humana y las variaciones ecológicas en cada zona de cultivo son los principales factores que contribuyen a la variación de las características morfológicas (Quispe & Chura, 2018).

1.3 Importancia del cultivo de maíz

El hecho de que el maíz ocupe el tercer lugar en el ranking mundial, por detrás del trigo y el arroz, es una de las principales razones de su importancia. Además, es uno de los cultivos más antiguos del Perú, lo que ha dado lugar a una gran diversidad de sus razas. Según Poehlman & Allen (2003), no hay un solo departamento dentro del país que no cultive este grano de alto valor nutritivo.

Actualmente, según Quispe & Chura (2018), el maíz es el cultivo con mayor producción en todo el planeta, superando incluso al trigo y al arroz.

1.4 El maíz en el Perú

Según Salhuana (2000), los orígenes de las razas pueden remontarse a la antigüedad, cuando los agricultores desempeñaban un papel importante en una amplia variedad de tareas relacionadas con la producción y la gestión de las semillas.

Las pruebas arqueológicas han demostrado que el valle de Chicama, en Perú, ya albergaba distintas variedades de maíz hace siete mil años, según Grobman (2012). Esto hace posible que el descubridor describa la diversidad del maíz que estaba representada hace cuatro mil años por tres razas diferentes: el Proto-Condite Morocho, el Confite Chavinense y el Kculli. Posteriormente, la diversificación fue acelerada por el tipo de consumo en todo el Perú, siendo el maíz amiláceo de gran importancia en la sierra y el maíz amarillo la principal fuente de alimento para los animales (Quispe & Chura, 2018; Manrique, 1987).

1.5 El maíz en la región Tacna

Según el Anuario Estadístico de la Dirección de Estadísticas Agrarias 2018, la cantidad de maíz amiláceo que se produjo en la región Tacna en 2018 fue de 1 283 toneladas. La región tuvo una superficie total sembrada de 429 ha y el rendimiento promedio fue de 2 991 kg/ha.

Es consecuencia de una cuidadosa selección, introducción, distribución intuitiva y custodia por parte de los productores locales en los múltiples pisos ecológicos de la zona, que Tacna cuente con una colección tan diversa de razas de maíz. En los últimos años, la cooperación de investigadores universitarios ha hecho factible concentrarse en salvar, propagar y fortalecer las variedades criollas existentes, esto ha permitido un incremento de las probabilidades de éxito (Salhuana, 2000).

1.6 Diversidad genética y razas en el Perú

Como el maíz no puede cruzarse libremente con ninguna otra especie, su inmensa variedad genética está separada en razas. Esto se debe a que el maíz no puede mezclarse con ninguna otra especie. Según Quispe & Chura (2018), esta variedad es consecuencia de las adaptaciones que ha adquirido el maíz para sobrevivir en los múltiples ambientes ecológicos que se encuentran a lo largo del territorio del Perú.

De acuerdo a los resultados de la investigación que se realizó sobre la caracterización de las razas de maíz en el Perú, ha sido factible categorizar la vasta variedad genética de accesiones peruanas en un total de 52 razas (Salhuana, 2000).

1.7 Diversidad genética en Tacna

Sobre la base de la diversidad genética del maíz en el Perú, la zona de Tacna incluye 13 razas distintas que se han cultivado en las cuatro provincias de Tacna. Estas variedades fueron identificadas a partir de colecciones recolectadas entre 1952 y 1989. Las provincias de Candarave, Jorge Basadre, Tarata y Tacna tienen el mayor nivel de variedad en términos de razas reconocidas. Estas razas incluyen Arequipeño, Chaparriño, Chullpi, Confite Puntigudo, Coruca, Cusco, Cusco Cristalino Amarillo, Huachano, Pardo, Perla, Piscorunto, Uchuquilla y Tumbesino. Durante las colectas realizadas entre 2013 y 2016, se observó una disminución en el número de razas colectadas. Las razas restantes fueron Arequipeño (subraza Pachia), Cabanita, Confite Puntigudo, Coruca, Cusco, Kculli y Piscorunto (Quispe & Chura, 2018).

La colecta de maíz realizada en el departamento de Tacna ha descubierto maíz canchero de la variedad Piscorunto, así como maíz choclero de la variedad Cusco. Además, los investigadores Chávez et al. (2014), han encontrado dos tipos de maíz: Confites de Puno y Tarapaqueño, de textura harinosa.

1.8 Descripción de razas del departamento de Tacna

Para las razas identificadas en el departamento de Tacna, nos basamos en las descripciones proporcionadas por Grohmann et al. (1961) y Vega (1972).

- **Arequipeño:** Planta de 2,00 m de altura, con tallo de color rojo claro y un total de 12 hojas. Las mazorcas presentan un tamaño medio, con una ligera forma cónica, midiendo 12 cm de longitud y 6 cm de diámetro. Suelen contener una media de 10 hileras regulares. Los granos tienen un tamaño medio y son anchos y planos. Tienen un endospermo blanco amiláceo y una aleurona incolora, a veces púrpura. Su área de distribución se extiende de 1 000 a 2 000 msnm. La maduración se produce en unos 90 días, al igual que el Huachano.
- **Confite Puntigudo:** Pequeña planta de 1,16 m de altura, de color rojizo, adornada con hijuelos y 9 hojas. Florece a diferentes velocidades dependiendo de la altitud: 137 días en altitudes altas, 115 días en altitudes medias y 84 días en altitudes medias-bajas. Las espigas son pequeñas y de tamaño compacto. Suele encontrarse a altitudes comprendidas entre 2 500 y 3 500 msnm.
- **Coruca:** Planta que alcanza una altura de 2,00 m, mostrando un color verde vibrante o rojo claro, adornada con un total de 12 hojas.

Muestra una precocidad moderada y comienza a florecer después de un lapso de 100 días. Las mazorcas exhiben una estructura robusta y bien proporcionada, midiendo 14 cm de longitud y 6 cm de diámetro. Se caracterizan por la presencia de 10 a 12 hileras dispuestas uniformemente. Los granos tienen forma alargada, ancha y dentada, con un endospermo harinoso blanco, una aleurona incolora y un pericarpio incoloro, marrón o marrón variegado. La tusa puede ser blanco, rojo o marrón. Su distribución se encuentra principalmente en las zonas costeras, particularmente en Tomasiri y el valle bajo de Locumba.

- Cusco: alcanza una altura de 1,60 m, tiene un color rojizo y cuenta con 10 hojas. Suele florecer a los 148 días. Las mazorcas tienen forma cilíndrico-ovoide, miden 15 cm de largo y 5 cm de diámetro, y están dispuestas en 8 hileras regulares. Los granos tienen una forma plana, grande y circular, con un endospermo harinoso blanco y un pericarpio que suele ser incoloro-blanco, rojo o rojo variegado. Se encuentra a una altitud de entre 2 400 y 3 300 msnm.
- Piscorunto: esta planta de tamaño medio mide 1,50 metros de altura y presenta una vibrante combinación de tonos rojos y morados. Tiene un total de 12 hojas y produce vástagos. Su periodo de floración es de unos 130 días. Las espigas tienen forma cilíndrico-

cónica a globular, miden 12 cm de longitud y 5 cm de diámetro, con 12 hileras dispuestas de forma regular. Los granos tienen un tamaño, una longitud y una anchura considerables, con un endospermo blanco harinoso, una aleurona moteada de púrpura, un pericarpio incoloro y una tusa blanca. Se encuentra a una altitud de 3 000 msnm.

- Kculli: Esta pequeña planta alcanza una altura de sólo 92 cm y es típicamente de color púrpura. Es conocida por su precocidad, ya que florece a los 60 días. El Kculli no produce hijuelos y tiene 10 hojas. La mazorca es compacta y redondeada, estrechándose hacia la punta, con una anchura moderada y una media de 12 hileras. Se encuentra a una altitud de más de 3 000 msnm.

1.9 Características del maíz amiláceo

Es un maíz harinoso, sus granos constituidos principalmente por almidón blanco, se utiliza generalmente como harina para realizar tortillas, como concha o también en mote. Es uno de los tipos de maíz cultivado más antiguo. Este tipo de maíz es ampliamente comercializado en el mercado interno con más predominancia en los pueblos rurales (Cárcamo et al., 2011).

El maíz amiláceo se cultiva ampliamente en la sierra de Perú. En 2009, se sembraron 253 200 hectáreas, con una producción anual estimada de 285 600 toneladas, según (MINAG-OEEE-UE, 2010).

La sierra peruana es conocida por su abundante producción de maíz amiláceo. Algunos de los departamentos conocidos por su producción de maíz amiláceo son Cajamarca, Cusco, Apurímac, Ayacucho y Huancavelica, entre otros. Cabe resaltar que el maíz amiláceo se produce en prácticamente todas las regiones de sierra, según (HORTUS, 2020).

Además, en las regiones costeras se cultiva maíz amiláceo principalmente para producir choclo, que sirve como acompañamiento habitual del cebiche. Con base en investigaciones de HORTUS (2020), se ha encontrado que el rendimiento de la producción de maíz es de alrededor de 15 t/ha, mientras que el rendimiento del maíz de grano seco (mote o canchita) oscila entre 2 y 3 t/ha.

1.10 Taxonomía

Reino: Plantae

Orden: Poales

Clase: Monocotyledoneae

Subfamilia: Panicoideae

Género: *Zea*

División: Angiospermae

Familia: Poaceae

Subclase: Commelinidae

Tribu: Andropogoneae

Especie: *Zea mays* León (1987).

1.11 Descripción morfológica del maíz

1.11.1 Raíz

Gran parte de los estudios realizados por diversos autores señalan que la raíz es de tipo fibroso que profundizan a un nivel de 0,30 m y un radio de 0,40 m, mucho de las raíces le sirve como soporte contra vientos. Por otro lado, alguno describe tres tipos de raíces, las raíces seminales y de radícula, y las raíces principales (Manrique, 1997; Takhtajan, 1980).

1.11.2 Tallo

El tallo es recto y erguido, adoptando internamente una forma de caña robusta. Posee una estructura piramidal que alcanza su cúspide. Este pequeño tallo está formado por nudos y entrenudos muy apretados, midiendo alrededor de 2,5 a 4,0 metros de altura y conteniendo hasta 20 a 25 nudos (Manrique, 1997).

1.11.3 Hojas

Las hojas tienen forma alargada y esbelta, formadas por una vaina y un limbo. Presentan venas lineales paralelas al nervio central. Su disposición es alterna. En el interior de las hojas no se encuentra más que parénquima esponjoso y haces vasculares. Los estomas, dispuestos en filas paralelas a las nervaduras, están formados por dos células estomáticas (Delbo, 1980; Manrique, 1997).

1.11.4 Flores

Las flores son monoicas, presentan flor femenina y flor masculina, las flores masculinas se encuentran en la parte terminal de la planta en forma de panoja o panocha y las femeninas se hallan en forma alternada insertadas en algunas yemas de las hojas (Manrique, 1997).

1.11.5 Inflorescencia

Masculina: ubicada en la parte terminal de la planta, presenta ramas primarias y secundarias, presenta una conformación tipo panoja (Delbo, 1980).

Femenina: también denominada mazorca o espiga, localizada en la parte media del tallo originada por la yema axilar (Manrique, 1997).

1.11.6 Mazorca

De acuerdo a las condiciones climáticas cada planta de maíz llegaría a tener 3 mazorcas, el estigma recibe el polen, se le conoce como cabello de elote. La gran diversidad de granos es debido a su estado de adaptabilidad de cada raza. (Parsons, 1988).

La mazorca es una estructura sólida que se forma debido a una mutación que afecta a una rama lateral, lo que provoca el acortamiento de los entrenudos y la unión de las ramas de la panícula. La mazorca se compone de ramas fusionadas, sobre las que se disponen los granos por pares y ordenados en hileras (Rimache, 2008).

1.11.7 Fruto

El fruto del maíz es una cariósipide, donde el pericarpio, que es la pared del ovario, se une con la testa, que es la cubierta de la semilla. La combinación de estas dos estructuras da lugar a la formación de la pared del fruto. El fruto maduro puede identificarse por tres componentes primarios: el pericarpio del fruto, el embrión diploide y el endospermo triploide. La capa más externa del fruto se denomina aleurona (Takhtajan, 1980).

1.12 Fenología del maíz

En la fenología se establecen marcos temporales para dar lugar a cada proceso fisiológico, este proceso se mide en el número de días que va transcurrir hasta alcanzar su madurez fisiológica, al llegar a este punto la materia acumulada en los granos se ha completado (Manrique, 1997).

Para diagnosticar con precisión un problema en la planta de maíz, es crucial conocer claramente sus fases de desarrollo. El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo ha descrito meticulosamente las numerosas fases fenológicas del maíz utilizando un sistema de códigos alfabéticos (CIMMYT, 1993):

- VE: El coleóptilo emerge de la superficie del suelo.
- V1: El cuello de la primera hoja siempre tiene el ápice redondeado.
- V2: Observación de la morfología del pecíolo de la segunda hoja.
- Vn: Las características visuales del cuello de la hoja, denotadas por "n", donde "n" refleja el número total de hojas de la planta, que a menudo oscila entre 16 y 22. Durante el proceso de floración, es habitual que se desprendan las 4 ó 5 hojas inferiores.
- VT: Visibilidad completa de la rama terminal de la panícula. Es crucial distinguir entre la floración masculina, que implica la descarga de polen (antesis), y el concepto que se está discutiendo.
- R1: Los estigmas están presentes en el 50% de las plantas.

- R2: El estadio de ampolla se caracteriza por granos llenos de un líquido transparente que permiten observar el embrión.
- R3: Estadio lechoso, caracterizado por la infusión de granos con un líquido lechoso blanco.
- R4: El estadio Massy se caracteriza por granos que presentan una pasta blanca y un embrión que ocupa aproximadamente la mitad de la anchura del grano.
- R5: El estadio dentado se refiere a la fase de desarrollo de un grano cuando la sección superior está completamente llena de almidón sólido. Esto da lugar a una forma dentada, sobre todo en los genotipos dentados. Al examinar el grano lateralmente, se puede detectar una línea de leche tanto en las variedades cristalinas como en las dentadas.
- R6: La madurez fisiológica viene indicada por la presencia de una capa negra en la base del grano. El contenido típico de humedad del grano se sitúa en torno al 35%.

1.13 Exigencias agroecológicas

1.13.1 Clima

Para la siembra del maíz requiere de una temperatura promedio de 10 °C, para la floración 18 °C, para que la germinación se efectúe se requiere de 15 – 20 °C y para la fructificación requiere de 20 – 32 °C; por

otro lado, el cultivo de maíz puede soportar temperaturas mínimas hasta los 8 °C, y por encima de los 30°C las plantas empiezan a tener problemas de asimilación de nutrientes y agua (Rimache, 2008).

Por otra parte, también se sostiene que la siembra del cultivo de maíz requiere de clima mayor a los 10 °C siendo 15 °C la temperatura ideal, por otro lado, para que el cultivo tenga un desarrollo óptimo requiere de 25 – 30 °C y que por encima de los 40 °C la planta vegeta inadecuadamente (Manrique, 1997).

El maíz tiene una adaptación amplia a diversos tipos de climas, siendo la temperatura optima de desarrollo 28 – 30 °C, a esa temperatura llega a tener su máximo desarrollo (Company, 1984).

Por otro lado, la temperatura fluctuante llega a causar perjuicio al cultivo de maíz, en el periodo de floración temperaturas elevadas las perjudican y por otro lado en la maduración las temperaturas bajas evitan un buen desarrollo de grano (Aldrich & Leng, 1974).

1.13.2 Suelo

Prefiere de suelos de textura intermedia de franco a franco limoso, requiere de suelos bien aireados, con pH de 5,5 – 6,5, la materia orgánica es muy fundamental en un radio de 30 – 40 cm, y es de fertilización intermedia (Company, 1984; Sevilla & Valdez, 1985).

El maíz se desarrolla muy bien en una gran diversidad de suelos con no más de 60 cm de profundidad, el maíz no tolera suelos deficientes en aireación, su rango de pH esta por los 5,5 – 7,5 y de salinidad moderada con un rango de 1 – 4 mmhos/cm (Manrique, 1997).

Barrios & Bolotín (2012) afirman que la fertilización efectiva en maíz es un componente crítico del manejo agronómico para alcanzar altos rendimientos, sostenibilidad y resultados económicos favorables. El nitrógeno y el fósforo son los principales elementos limitantes para el rendimiento del maíz en varios lugares agrícolas. Las necesidades de nitrógeno deben determinarse en función de las exigencias del cultivo, señalando las fases del ciclo de crecimiento en las que la planta presenta una mayor absorción de nutrientes. A la inversa, el fósforo es crucial para el óptimo desarrollo temprano de la planta, y su disponibilidad aumenta cuando se administra conjuntamente con el nitrógeno.

Para llevar a cabo una fertilización adecuada, es esencial realizar una investigación preliminar del suelo para determinar su capacidad de suministro de nitrógeno. El maíz requiere alrededor de 20 a 25 kg de nitrógeno por cada tonelada de grano producida. En consecuencia, para garantizar una disponibilidad adecuada, el cultivo requiere de 200 a 250 kg de nitrógeno por hectárea (López et al., 2008). El maíz comienza a absorber nitrógeno de manera más significativa cuando tiene de 6 a 8 hojas

completamente crecidas, por lo que es recomendable administrar la mitad de la dosis de nitrógeno como fertilizante de fondo después de la siembra, junto con la totalidad de fósforo y potasio en suelos de textura media a pesada. En suelos de textura gruesa, el potasio debe segregarse de forma análoga al nitrógeno. Una segunda reposición de nitrógeno debe producirse unos 30 días después de la siembra para mejorar la producción de materia seca y proporcionar suficiente nitrógeno para el desarrollo de la espiga y el grano (Barrios et al., 2012).

Según Restrepo et al. (2021), determinaron a partir de su experimento que, se recomienda aplicar 5 g de nitrógeno (N), 10 g de fósforo (P) y 15 g de potasio (K) por planta, respectivamente en cultivo de maíz.

1.13.3 Agua

La necesidad de agua de la planta de maíz se base en tres etapas fundamentales: floración, fecundación y llenado de grano, el maíz presenta un requerimiento de 600 – 700 mm de agua en todo su periodo (Company, 1984).

El maíz es muy eficiente en el uso del agua, con una necesidad de agua de sólo 350 litros por kilogramo de materia seca producida. Para optimizar su producción, es crucial satisfacer su necesidad máxima de

evapotranspiración. La fase clave de mayor susceptibilidad a la sequedad se produce unos 20 días antes de la floración masculina y continúa durante unos 20 días después de la polinización, correspondiendo con la desecación de las sedas o estigmas. Un riego insuficiente durante un periodo de 14 días puede provocar una disminución significativa del 60% de la producción. Los aportes hídricos deben representar al menos el 10% de la evaporación terrestre del cultivo, si no más. Las necesidades de agua de las distintas zonas varían entre 6 500 y 8 500 m³/ha. El riego puede suponer alrededor del 20% de los gastos variables asociados a los cultivos (López, 1991).

1.13.4 Efectos de la luz y fotoperiodo

El maíz tiene una respuesta al fotoperiodo de día corto, lo que significa que un fotoperiodo de entre 11 y 15 horas provoca un retraso tanto en la floración como en la maduración del grano (Company, 1984).

1.13.5 Humedad

El contenido ideal de humedad del suelo para un desarrollo óptimo es de entre el 60 y el 70% de su capacidad de campo. Un suelo de alta calidad y bien aireado que facilite el desarrollo de las raíces hasta una profundidad de 1,5 metros puede retener 1 cm³ de agua por cada 6 cm³ de suelo, lo que equivale aproximadamente a 250 mm de agua (Paliwal, 2001).

1.14 Principales plagas

A lo largo del cultivo de maíz una serie de insectos tienen participación, en muchos casos, muchos de los insectos pueden llegar a ser muy perjudiciales, determinando el éxito de la cosecha en muchos casos como menciona Deras (2011):

1.14.1 Insectos plaga del suelo

Los insectos que atacan el suelo suelen aparecer en diversos cultivos, como el maíz.

Agrotis y Feltia, al igual que la lombriz de alambre, consume las raíces y la parte inferior del tallo, lo que provoca el marchitamiento y la muerte de la planta.

1.14.2 Insectos dañinos

El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), es una plaga muy importante con importantes implicaciones económicas. Este insecto tiene la capacidad de seccionar los delicados tallos de la planta de maíz en zonas cálidas, dependiendo de la estación, las circunstancias climáticas y el estrés abiótico. Durante los periodos de sequía, tiene el potencial de devastar toda la producción. Además, tiene la capacidad de asaltar la flor masculina, causando la interrupción del proceso habitual de polinización, y perforar los granos de maíz.

1.14.3 Insectos que infestan los cultivos una vez cosechados

Hay trece tipos de plagas de insectos que han demostrado adaptarse bien a las condiciones del maíz almacenado, sin embargo, en las condiciones de la zona, se tiene las plagas principales:

La polilla del granero (*Sitotroga cerealella*) es muy frecuente y se reproduce rápidamente en las regiones tropicales y cálidas. La infección comienza en el campo y persiste en el granero, ya que es susceptible a las bajas temperaturas. El consumo de maíz sólo se produce durante la fase larvaria.

La polilla de la harina (*Plodia interpunctella*) se alimenta principalmente del embrión o germen del grano. Se reproduce fácilmente tanto en el maíz en mazorca como en los tallos.

1.15 Principales enfermedades

En la actualidad debido a los diversos estreses bióticos, abióticos, y al cambio climático, las enfermedades en maíz han cobrado gran importancia económica según Deras (2011), por ello, se presentarán las enfermedades más comunes en el distrito de Candarave:

- **La roya común**, causada por el hongo *Puccinia sorghi*, es una enfermedad muy prevalente que tiene un impacto significativo en las plantas durante el periodo previo a la floración. La enfermedad

puede identificarse por la presencia de diminutas pústulas pulverulentas que se desarrollan en las superficies superior e inferior de la hoja.

1.16 Antecedentes

En un estudio realizado por Espíritu (2019), se examinó la adaptación de seis cultivares híbridos de maíz amarillo duro en comparación con el tipo Marginal 28-T. El estudio tuvo lugar en Tocache, San Martín, donde el suelo tenía un pH de 4,8, una temperatura media de 25°C y una precipitación mensual de 286 mm. El objetivo principal era evaluar la adaptabilidad de estos cultivares. Los resultados indicaron que el híbrido Atlas 105 presentaba una adaptación superior, como demostraban su menor altura de planta (1,84 m), menor altura de mazorca (0,93 m), mayor peso de grano por mazorca (165,81 g), mayor número de granos por hilera (37,29), mayor peso de 1 000 semillas (360 g) y máximo rendimiento (10 075,41 kg/ha). Los híbridos DK 7508 e INIA 624 alcanzaron rendimientos de 8 247,67 y 7 921,03 kg/ha, respectivamente, situándose en segunda posición. Cada híbrido mostró un patrón de floración precoz, con una discrepancia de 2,18 días en comparación con el tipo Marginal 28-T. En definitiva, el híbrido Atlas 105 demostró una versatilidad y productividad superiores dentro de los parámetros examinados.

Obregón & Reyes (2016) realizaron una investigación en Matagalpa para evaluar el desempeño agronómico y la adaptación de cuatro cultivares de maíz. El estudio utilizó un diseño con un duplicado por cada una de las 16 fincas y analizó 14 variables. El objetivo principal fue evaluar el rendimiento agronómico y la adaptabilidad de estos cultivares. Los resultados demostraron que los cultivares presentaban una variedad fenotípica significativa, siendo el cultivar H-5 el que presentaba menor variabilidad. Basándose en el análisis de regresión lineal, el cultivar Olote Rojo mostró el mayor nivel de estabilidad, mientras que el cultivar Tuza Morada exhibió la mayor adaptabilidad, con un rendimiento medio de 2 295,5 kg/ha. En general, los cultivares autóctonos demostraron una adaptación significativa, y Tuza Morada exhibió una productividad excepcional.

Medina (2019) evaluó la adaptación de ocho variedades de maíz amarillo duro alto en proteína en la provincia de San Martín. El estudio utilizó un diseño totalmente aleatorizado con 9 tratamientos y 3 repeticiones. El objetivo principal fue evaluar la adaptabilidad de estos tipos. Los resultados revelaron que la variedad Marginal 28 Tropical alcanzó el máximo rendimiento (7 220 kg/ha) como consecuencia de su tolerancia, adaptabilidad y rasgos genéticos favorables. Por el contrario, las variedades importadas aún no han mostrado un rendimiento fenotípico

significativo. En general, la variedad Marginal 28 Tropical es muy recomendable para las circunstancias agroecológicas específicas de San Martín.

En San Pedro Santa Ana, La Convención, Charalla (2019) realizó una investigación para caracterizar las propiedades agronómicas y de rendimiento de cuatro híbridos de maíz amarillo duro. El propósito fue evaluar el rendimiento y productividad de estos híbridos. Los resultados indicaron que los híbridos DK-1596 y DOW tuvieron los rendimientos de grano más altos, midiendo 10,12 t/ha y 9,86 t/ha, respectivamente. INIA Chuska les siguió de cerca con un rendimiento de 9,21 t/ha. La variedad Marginal 28 Tropical no mostró variaciones significativas en la emergencia de plántulas, pero sí grandes disparidades en floración y altura. En definitiva, los híbridos DK-1596 y DOW son las opciones más sugeridas para lograr la máxima producción de grano.

Huillca (2013), realizó un análisis comparativo de la productividad de cinco compuestos y dos tipos de kiwicha en K'ayra. El estudio se centró en evaluar las cualidades agronómicas y el rendimiento de estos cultivos en circunstancias ambientales difíciles. El objetivo principal era evaluar y contrastar la productividad de diferentes materiales compuestos y variaciones. La variedad CICA 2006 rindió 1,78 t/ha, mientras que el tipo Oscar Blanco rindió 1,34 t/ha. No hubo variaciones significativas en el

rendimiento entre las dos variedades, a pesar de las malas condiciones ambientales. Las cualidades agronómicas demostraron consistencia en altura de planta, longitud de tallo, diámetro de panícula y otros parámetros examinados. En general, los cultivares evaluados demostraron un rendimiento consistente en sus rasgos agronómicos bajo los ambientes de K'ayra.

En 2013, Pérez (2018) realizó un estudio en Arequipa para evaluar el rendimiento agronómico y el contenido de antocianinas de tres variedades diferentes de maíz morado. El objetivo principal era examinar estas cualidades específicas bajo ambientes semiáridos. Los resultados revelaron que la raza Majes tuvo la mayor tasa de germinación (87,50%) y rendimiento (6 693,3 kg/ha), mostrando similitudes en varias métricas con las razas Canta y Tambo. En definitiva, la raza Majes es la elección óptima para lograr el mayor rendimiento y contenido de antocianinas posibles en ambientes semiáridos.

Hinostroza y Tavita (2016) evaluaron la eficacia de híbridos individuales de líneas de maíz amarillo duro del CIMMYT en Oxapampa. El estudio examinó específicamente características relacionadas con la madurez temprana, la estructura de la planta y los componentes del rendimiento. El objetivo principal fue evaluar estos atributos en los híbridos. Los resultados indicaron que 33 híbridos individuales exhibieron floración

masculina dentro de un rango de 100-104 días y floración femenina dentro de un rango de 101-106 días. El híbrido simple 11x8 destacó por su altura de planta compacta de 136,68 cm y su baja altura de inserción de la espiga de 53,00 cm. Además, fue uno de los primeros híbridos disponibles. De los nueve híbridos ensayados, los mayores rendimientos oscilaron entre 12,83 y 15,35 toneladas por hectárea. El híbrido 1x8 destacó con un rendimiento de 13,90 t/ha. En definitiva, los híbridos evaluados tenían un potencial de rendimiento favorable.

En su investigación, Blandón & Peralta (2016), examinaron el desempeño agronómico de cuatro diferentes variedades de frijol común en siete diferentes localidades de Matagalpa en el transcurso de dos ciclos agrícolas. El objetivo principal de su investigación fue evaluar el desempeño agronómico de estas clases. El componente de ubicación explicó el 86% de la varianza, mientras que la interacción variedad-ubicación explicó el 10,8% y la variedad explicó el 3,2%. Los tipos Madero y Rojo Cutacha obtuvieron los rendimientos más elevados. En cuanto a la estabilidad del rendimiento, los cultivares INTA-sequía y Madero mostraron el mayor nivel de estabilidad. En resumen, los cultivares Madero y Rojo Cutacha son altamente recomendables debido a su alta productividad y rendimiento consistente a lo largo de varios ciclos agrícolas.

En el estudio de Pinedo (2012), se evaluó la productividad y los rasgos agronómicos de tres híbridos de maíz, una variedad, un segregante y una raza, en un entisol de Pucallpa. El análisis reveló que los híbridos Inti 8480, Dekalb 5005 y Agri 144 tuvieron los rendimientos más importantes, con 11,49; 11,11 y 8,67 t/ha, respectivamente. Los distintos tipos mostraron similitudes en cuanto a altura de la planta, inserción de la espiga y otros factores agronómicos. En general, los híbridos Inti 8480 y Dekalb 5005 son altamente recomendables por sus excepcionales rendimientos en las circunstancias específicas examinadas.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Nivel y enfoque de investigación

El presente estudio fue llevado a cabo a un nivel experimental, con un enfoque cuantitativo.

2.2 Ubicación del campo experimental

El estudio se realizó en un predio agrícola perteneciente al Comité de Riego Candarave, sección Pica, nombre del predio “Hoyadita”, del distrito y provincia de Candarave, región Tacna.

2.2.1 Ubicación geográfica

- Latitud sur : 17° 16' 21,15"
- Longitud oeste : 70° 15'31,65"
- Altitud : 3 468 msnm

2.2.2 Ubicación Política

- Región : Tacna
- Provincia : Candarave
- Distrito : Candarave
- Predio : Hoyadita

2.3 Situación edáfica

El análisis de suelo fue efectuado en el Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina, el 14 de setiembre del 2022, teniendo como resultado lo siguiente:

Tabla 1

Análisis de suelo – caracterización:

Número de muestra		CE	Análisis Mecánico				pH	M.O.	P	K	CaCO ₃	Cationes Cambiables				
Lab.	Campo	dS/m R. 1:1	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	Relación 1:1	%	ppm	ppm	%	CIC total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
													Cmol (+) / Kg			
16167	suelo	0,352	73,28	23,08	3,64	Franco arenoso	7,15	1,4	15	978	0,15	9,72886	4,8	1,9	1	2

Fuente: (Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego - UNALM, 2022).

El análisis del suelo, mostró que el suelo presenta una composición de 73,28% de arena, 23,08% de limo y 3,64% de arcilla, lo que lo clasifica como textura franco arenoso. Este tipo de textura es favorable para el cultivo de maíz. La conductividad eléctrica de 0,35 dS/m indica un bajo nivel de salinidad, lo cual es adecuado para el cultivo de maíz, ya que este cultivo tolera suelos con salinidad moderada (Manrique, 1997). En cuanto al pH de 7,15, se encuentra ligeramente alcalino, pero dentro del rango ideal para la disponibilidad de nutrientes en suelos, que va de 5,5 a 7,5 (Company, 1984; Sevilla y Valdez, 1985).

No obstante, el contenido de materia orgánica es relativamente bajo, con un 1,38%, lo que puede afectar el desarrollo del maíz en las primeras

etapas del cultivo, ya que este elemento es fundamental para el buen crecimiento inicial de las plantas (Company, 1984). Además, el fósforo disponible, con 15,46 ppm, está dentro de los niveles recomendados, mientras que el potasio es excesivamente alto (978,00 ppm), lo que puede interferir con la absorción de otros nutrientes esenciales y afectar negativamente la producción (Barrios & Bolotín, 2012).

El contenido de carbonato de calcio es bajo, con 0,15%, requiriendo ajustes para prevenir deficiencias (López, 1991). La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es de 9,73 cmol(+)/kg, considerándose normal para un suelo franco arenoso, indica una capacidad moderada para retener cationes, aunque los niveles de potasio son excesivamente altos, requiriendo una gestión cuidadosa para evitar desequilibrios nutricionales (INIA, 2020).

Finalmente, las recomendaciones de Restrepo et al. (2021) y Cardona et al. (2021) de aplicar 5 g de nitrógeno (N), 10 g de fósforo (P) y 15 g de potasio (K) por planta están alineadas con las necesidades básicas del maíz para asegurar un buen desarrollo.

2.4 Situación climática

Los datos de las condiciones climáticas del periodo del cultivo se obtuvieron de la estación meteorología del distrito de Candarave, el cual registra las temperaturas, humedad y precipitaciones:

Tabla 2

Datos meteorológicos de la estación Candarave

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITACIÓN (mm/hora)	HUMEDAD (%)	DIRECCION DEL VIENTO (°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)
SETIEMBRE	8,52	0,00	26,12	232,52	3,66
OCTUBRE	9,01	0,00	25,68	230,56	3,66
NOVIEMBRE	10,43	0,00	37,32	211,53	3,37
DICIEMBRE	9,46	0,04	68,16	198,07	2,84
ENERO	9,61	0,05	74,27	184,78	2,70
FEBRERO	10,11	0,05	81,34	187,79	2,54
MARZO	9,80	0,04	84,62	173,41	2,37
ABRIL	10,08	0,00	49,92	233,61	3,25
MAYO	9,94	0,00	43,30	238,74	3,32

Fuente: (SENAMHI, 2022)

Los datos climáticos obtenidos de la estación meteorológica muestran variaciones significativas que influyen en el desarrollo del maíz. La temperatura mínima registrada fue de 8,52°C en septiembre, mientras que la máxima alcanzó 10,11°C en febrero, con un pico notable en noviembre de 10,43°C. Según Rimache (2008), el maíz prospera en temperaturas entre 8°C y 30°C, siendo 10°C lo ideal para la siembra, 15-

20°C para la germinación, y 18°C para la floración, lo que concuerda con los valores encontrados en la estación meteorológica. Sin embargo, las temperaturas promedio en la zona se encuentran dentro de un rango que es adecuado para la siembra y germinación, pero ligeramente por debajo de la temperatura ideal para la floración y la fructificación del maíz.

En cuanto a las temperaturas altas, el maíz es sensible a temperaturas superiores a 30°C, especialmente durante la floración, donde las altas temperaturas afectan la fecundación y la formación de granos (Reyes, 1990). Las temperaturas máximas registradas en la estación (que no superan los 10,43°C) no representan una amenaza directa, pero si las temperaturas bajas en los meses de floración, tuvieron un impacto negativo en el rendimiento del cultivo, aunque autores sostienen que el maíz tolera temperaturas por debajo de 8 °C (Aldrich & Leng, 1974; Company, 1984; Manrique, 1997). En este contexto, se recomienda un monitoreo continuo de las temperaturas en la fase de floración para evitar los efectos negativos de las bajas temperaturas.

El maíz se desarrolla mejor en suelos con un rango de temperatura de 14-27°C (Ruiz et al., 2011; Ortigoza et al., 2019). Si bien las temperaturas mínimas observadas en la estación (alrededor de 8°C) no son óptimas para el cultivo, el rango de 10-20°C registrado es adecuado para el desarrollo inicial y la germinación del maíz, favoreciendo el desarrollo

temprano de las plantas, como lo indican (Rimache, 2008) y Ruiz et al., 2011).

Las intensas heladas ocurridas durante el desarrollo vegetativo del cultivo provocaron un grave desequilibrio en su crecimiento, en algunos casos, causando la muerte prematura de las hojas primarias. Este fenómeno impactó directamente en el rendimiento de las razas de maíz cultivadas. Además, permitió evaluar el nivel de resistencia de cada raza frente a las bajas temperaturas. Este fenómeno se puede observar en el ciclo fenológico de cada raza presentadas en los resultados.

En cuanto a la precipitación, los datos muestran un máximo de 0,05 mm/hora en los meses de enero y febrero y varios meses con 0,00 mm/hora (septiembre, octubre, noviembre, abril y mayo). Esto indica que la zona experimenta condiciones secas, lo que hace que el riego sea esencial para asegurar una humedad adecuada en el suelo. Según Paliwal (2001), el contenido de humedad del suelo ideal para el maíz es entre 60% y 70% de su capacidad de campo, lo cual podría no ser alcanzado solo por las lluvias o las mitas de riego en esta región, debido a la baja precipitación registrada.

Por otro lado, la humedad mostró una variabilidad considerable, con un mínimo de 25,68% en octubre y un máximo de 84,62% en marzo. Esto sugiere que, aunque existen picos de alta humedad, la disponibilidad

constante de agua significa un desafío. La variabilidad en la humedad también implica que el riego debe ser ajustado para evitar tanto la sequedad excesiva como el riesgo de saturación.

La velocidad del viento registrada en la estación meteorológica varió de 2,37 m/s en marzo a un máximo de 3,66 m/s en septiembre y octubre. Aunque el viento puede generar un estrés físico en las plantas, no se evidencian riesgos críticos para el maíz, siempre que las condiciones de humedad sean gestionadas adecuadamente.

Es importante destacar que las temperaturas relativamente bajas, sumadas a dos eventos de heladas significativas, tuvieron un impacto considerable en el desarrollo del cultivo de maíz. Estos fenómenos climáticos redujeron notablemente el crecimiento de las plantas, lo que, a su vez, afectó de manera significativa los rendimientos finales del cultivo.

2.5 Materiales

2.5.1 Materiales biológicos

Como material biológico se tuvo cinco razas de maíz provenientes de distintas localidades de la provincia Candarave y provincia Tarata, de la Región Tacna, estas razas presentan un nombre común de acuerdo a su zona de adaptación, así mismo, cabe destacar que estas razas no

presentan estudios de caracterización lo cual ha sido una limitante para identificarlos de acuerdo a su zona de mayor distribución.

Las razas de maíz cultivadas en las provincias de Tarata y Candarave, región Tacna fueron:

a) *Pisala de Quilahuani:* El maíz Pisala de Quilahuani es conocido por su capacidad de adaptación a altitudes elevadas. Las plantas son medianas y producen mazorcas de tamaño medio con granos de textura harinosa y color variado. Este maíz es valorado por su sabor y calidad en la elaboración de productos tradicionales

b) *Puko de Quilahuani:* El maíz Puko de Quilahuani es una variedad que se adapta bien a altitudes medias y altas. Las plantas son robustas, con mazorcas medianas y granos de textura suave y harinosa. Esta variedad es apreciada por su rendimiento y calidad en la producción de alimentos.

c) *Pisala de Tarata:* Similar al Pisala de Quilahuani, el maíz Pisala de Tarata se cultiva en zonas de altitud elevada, presentando una buena adaptabilidad a las condiciones climáticas adversas. Las mazorcas son medianas, con granos harinosos y de diversos colores, utilizados en la gastronomía local.

d) Pintado de Tarata: El maíz Pintado de Tarata se distingue por sus granos de coloración mixta, que van desde el blanco hasta el morado. Las plantas son medianas y adaptables a diversas condiciones climáticas. Las mazorcas son de tamaño medio, y los granos son utilizados tanto en la alimentación como en la elaboración de productos artesanales.

e) Blanco de Candarave: El maíz Blanco de Candarave se caracteriza por presentar plantas robustas y adaptables a diferentes altitudes, generalmente cultivadas en el territorio de la provincia de Candarave. Las mazorcas son de tamaño mediano a grande, con granos blancos y harinosos, adecuados para diversas preparaciones culinarias locales.

2.6 Tratamientos:

Los tratamientos en estudio fueron:

- t1: Pisala de Quilahuani
- t2: Puko de Quilahuani
- t3: Pisala de Tarata
- t4: Pintado de Tarata
- t5: Blanco de Candarave

2.7 Variables de respuesta

2.7.1. Comportamiento agronómico

Se evaluó la fenología de cinco razas de maíz, considerando el número de hojas por planta hasta su última etapa de desarrollo fisiológico y la cantidad de flores femeninas, variación de la altura de planta con el objetivo de analizar el impacto del espacio geográfico y las condiciones agroclimáticas, en su crecimiento y adaptación.

a) Variación de Altura de planta (cm)

Desde el inicio del crecimiento fisiológico, se seleccionaron 10 plantas por unidad experimental para el registro de su altura cada 15 días. Se consideró la distancia desde la base del tallo hasta el ápice terminal de las plantas, antes de la inflorescencia masculina. Para la medición se empleó un flexómetro con capacidad de 5 metros. Estos datos fueron registrados en tarjetas para su posterior análisis.

b) Aparición y desarrollo de la flor femenina

Se tomo datos de un total de 10 plantas por unidad experimental. Se utilizó el método de observación ocular para contar el número de flores por planta en estas plantas específicas. El recuento se realizó desde la aparición de las primeras flores hasta la aparición al 100% de la floración en función de sus características fisiológicas.

c) Desarrollo e incremento de número de hojas (unidad)

El conteo total de hojas se realizó cada 15 días hasta alcanzar la madurez fisiológica. Para ello, se seleccionaron al azar 10 plantas por unidad experimental. El conteo se realizó de forma visual, considerando únicamente las hojas fotosintéticamente activas. Estos datos fueron recopilados en tarjetas para su posterior análisis e interpretación.

d) Número de flores femeninas por planta (unidad)

Para la obtención de datos, se evaluaron 10 plantas por cada unidad experimental. Se utilizó el método de observación ocular para contar el número de flores por planta en estas plantas específicas. El recuento se realizó después de que las plantas completaron el 100% de la floración en función de sus características fisiológicas. Los datos se registraron en tarjetas preexistentes para su posterior procesamiento y análisis.

e) Altura de planta (cm)

Al finalizar el período fisiológico, se seleccionaron 10 plantas por unidad experimental para el registro de su altura. Se consideró la distancia desde la base del tallo hasta el ápice terminal de la planta, antes de la aparición de la inflorescencia masculina. Para la medición se empleó un flexómetro con capacidad de 5 metros. Estos datos fueron registrados en tarjetas preelaboradas para su posterior análisis

f) Altura de inserción de la mazorca (cm)

La medida se obtuvo a partir de una selección completamente aleatoria de diez plantas por unidad experimental. Para la recolección de datos se empleó un flexómetro con una capacidad de 5 metros, considerando la distancia desde la base del tallo hasta la primera inserción de la flor femenina en todos los casos. Los datos se registraron en tarjetas para su posterior análisis.

g) Número de hojas por planta (unidad)

El conteo total de hojas se realizó en la última etapa de su período fisiológico, antes de alcanzar su pleno marchitamiento. Para ello, se seleccionaron al azar 10 plantas por unidad experimental. La medición consistió en un conteo visual, desde la primera formación de hojas hasta la aparición de las últimas en emerger. Estos datos fueron recopilados en tarjetas para su posterior análisis e interpretación.

h) Longitud de la mazorca (cm)

Esta medición se realizó al final del período de secado, cuando las mazorcas alcanzaron un 13 % de humedad. Para ello, se seleccionaron de manera aleatoria diez mazorcas por cada unidad experimental. Las mediciones se realizaron desde la inserción del pedúnculo hasta el ápice de la mazorca, empleando un vernier digital con una capacidad de 300 mm.

Los datos obtenidos fueron debidamente registrados y almacenados para su análisis posterior.

i) Diámetro de la mazorca (cm)

La medición se realizó al final del período de cosecha, seleccionando aleatoriamente diez mazorcas por unidad experimental. El punto de referencia para la medida fue la parte media de la mazorca, donde se llevó a cabo la medición utilizando un vernier digital con capacidad de 300 mm. Los datos obtenidos fueron registrados en tarjetas para su posterior análisis e interpretación.

j) Peso seco de mazorca (g)

Para determinar el peso de la mazorca, se seleccionaron al azar 10 unidades por cada unidad experimental. La determinación del peso se realizó utilizando una balanza digital con capacidad de 10 kg. Estos datos fueron registrados en tarjetas preestablecidas para su posterior análisis.

k) Número de hileras por mazorca (unidad)

Para esta variable, se seleccionaron al azar diez unidades de mazorcas por cada unidad experimental y se realizó un conteo visual de las hileras en cada una de las mazorcas seleccionadas. Los datos obtenidos fueron registrados y almacenados para su análisis posterior.

l) Peso seco de tusa (g)

Después del desgrane de las mazorcas, se seleccionaron de forma aleatoria 10 unidades de tusa o raquis por cada unidad experimental. La determinación del peso se efectuó utilizando una balanza gramera con capacidad de 5 kg. Los datos registrados fueron almacenados para su posterior análisis.

m) Peso de 100 granos (g)

Se seleccionaron de forma aleatoria cien granos de mazorca por cada unidad experimental. Luego, se procedió a pesarlos utilizando una balanza gramera. Los datos recolectados fueron almacenados para su posterior análisis.

n) Rendimiento de grano seco (t/ha)

Al finalizar la cosecha, se registró el peso de cada unidad experimental con mazorcas al 14 % de humedad. Luego, los datos se promediaron por tratamiento y se transformaron a toneladas por hectárea (t/ha) mediante una regla de tres simple.

2.8. Diseño experimental

El diseño experimental empleado fue de bloques completos al azar (DBCA), con 5 réplicas, sumando un total de 25 unidades experimentales a lo largo de todo el experimento.

2.9. Características del campo experimental

a. Campo experimental

- Ancho= 10,5 m
- Largo= 18 m
- Área= 180 m²

b. Características de los bloques

- Ancho= 2,1 m
- Largo= 18 m
- Área= 37,8 m²

c. Características de la unidad experimental

- Largo: 3,6 m
- Ancho: 2,1 m
- Área total: 7,56 m²
- Distanciamiento entre plantas: 0,35 m
- Distanciamiento entre líneas: 0,7 m
- Número de plantas por golpe: 2 plantas

2.10. Aleatorización del campo experimental

11 m					3,6	18 m
2,2	2,2	2,2	2,2	2,2		
BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	BLOQUE V	3,6	
t ₄	t ₁	t ₅	t ₁	t ₂	3,6	
t ₅	t ₄	t ₃	t ₂	t ₅	3,6	
t ₁	t ₅	t ₁	t ₅	t ₄	3,6	
t ₃	t ₃	t ₂	t ₄	t ₃	3,6	
t ₂	t ₂	t ₄	t ₃	t ₁	3,6	

Figura 1

Campo experimental (distribución de tratamientos)

2.11 Análisis de datos

El análisis estadístico se realizó mediante análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de 0,05 para el estadístico F. Para identificar las diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey al mismo nivel de significación (0,05). Todo el análisis estadístico se realizó utilizando el software estadístico Infostat.

2.12 Conducción del experimento

2.12.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno en Candarave comenzó con un análisis de suelo, revelando una textura franco arenosa, un pH de 7,15 y bajos niveles de materia orgánica (1,38%). Para mejorar la estructura y fertilidad

del suelo, se aplicaron enmiendas adecuadas según los resultados obtenidos. Se incorporó como materia orgánica el guano de isla, y estiércol de ovino bien descompuesto. El terreno se aró a una profundidad de 30 cm para aflojar el suelo y mejorar la aireación, seguido de un rastrillado para nivelar la superficie y eliminar restos de cultivos anteriores, así mismo se realizó surcos pequeños para el cultivo de maíz.

2.12.2 Delineación de los bloques

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar (DBCA), con cinco repeticiones, resultando en un total de 25 unidades experimentales. Cada bloque fue delineado cuidadosamente para asegurar la uniformidad del experimento, asignando aleatoriamente las cinco razas de maíz (Blanco de Candarave, Pisala de Quilahuani, Pisala de Tarata, Puko de Quilahuani y Pintado de Tarata) a las unidades experimentales dentro de cada bloque.

2.12.3 Incorporación de materia orgánica

El maíz es uno de los cereales más eficientes en la conversión de energía solar, anhídrido carbónico, agua y minerales del suelo, en materia orgánica. Con el objetivo de mejorar la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua y nutrientes, se incorporó 20 toneladas por hectárea de guano de isla y estiércol de ovino bien descompuesto. La materia

orgánica se distribuyó uniformemente sobre la superficie del suelo y se incorporó mediante un arado superficial a una profundidad de 15 cm.

2.12.4 Siembra

La siembra se realizó manualmente, con una densidad de plantación de 70 cm entre surcos y 25 cm entre plantas dentro de los surcos. Las semillas se colocaron a una profundidad de 5 a 10 cm, se cubrieron con una capa ligera de tierra para protegerlas y asegurar una buena germinación.

2.12.5 Riego

El riego se realizó mediante el método de riego por gravedad, este tipo de riego se da tradicionalmente en el distrito de Candarave. El riego se programó para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo, especialmente durante las etapas críticas de floración y formación de granos. La cantidad de agua aplicada se ajustó en función de la disponibilidad de agua y las condiciones climáticas (lluvias entre los meses de diciembre a marzo) y las necesidades del cultivo, manteniendo el suelo en un estado de humedad óptimo.

2.12.6 Deshierbos

Se realizaron deshierbos manuales periódicos para controlar la competencia de malezas y asegurar un buen desarrollo del maíz. El primer

deshierbo se llevó a cabo tres semanas después de la siembra, seguido de deshiebos adicionales según la necesidad. Esta práctica se realizó cuidadosamente para evitar daños a las plantas de maíz.

2.12.7 Control de plagas

El control de plagas se implementó mediante un manejo integrado de plagas (MIP), utilizando métodos biológicos y químicos. Se monitorearon regularmente las poblaciones de plagas (gusano cogollero, ratas y aves) para detectar cualquier infestación temprana. Se usó cebos tóxicos caseros para ratas, en base a maíz molido con yeso y azúcar en la misma proporción. Para controlar el ataque de las aves, se puso espantapájaros y algunos ahuyentadores caseros, el momento de aparición de estos fue en la fase reproductiva del maíz notándose el ataque en el estadio de grano lechoso. Así mismo cabe resaltar que el ataque de gusano cogollero no fue de gran impacto, debido a la aplicación de ceniza en los puntos críticos de manera preventiva.

2.12.8 Control de enfermedades

El control de enfermedades se gestionó mediante el uso de un abono foliar para fortalecer la vigorosidad de las plantas de maíz, lo cual permitió la recuperación del cultivo en condiciones de heladas.

2.12.9 Cosecha

La cosecha se llevó a cabo cuando las mazorcas alcanzaron un contenido de humedad del 14%. Las mazorcas se dejaron secar en sombra, método tradicional de la población del distrito de Candarave, por lo que luego del secado, se desgranaron manualmente las mazorcas y se realizaron mediciones de peso utilizando una balanza digital.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Comportamiento agronómico

Según Flores et al. (2013), subrayan la importancia vital de la calidad fisiológica en la generación de semillas viables. Esta calidad está estrechamente asociada a la capacidad germinativa de la semilla y a su correcto establecimiento a lo largo de las primeras fases vegetativas. Además, hacen referencia a Helms et al. (1997) y Finch-Savage (1995), quienes subrayan que la semilla es un insumo crítico para asegurar el establecimiento efectivo de plántulas en el campo, facilitando así una densidad de población óptima para obtener altos rendimientos. Este proceso se ve afectado por variables ambientales, como el clima y la humedad del suelo, junto con elementos relativos a la calidad física, fisiológica, genética y sanitaria de la semilla.

Por tanto, se enfatiza con claridad que el comportamiento agronómico está estrechamente relacionado con factores genéticos relacionadas a las razas evaluadas, factores climáticos, características del suelo y la calidad de la semilla. En este contexto, las variables que responden de forma matemática a la gestión adecuada de estos factores señalados incluyen la altura de la planta, los días hasta la floración, las

dimensiones de la planta, el peso y, finalmente, el rendimiento.

Además, se resalta el análisis del desarrollo fenológico de todas las razas de maíz estudiadas, incluyendo el crecimiento de las hojas y el tiempo requerido para alcanzar la floración.

Tal como se observa en las figuras 2 al 7, se denota una mínima variación de altura entre las razas locales de maíz. También se destaca que las semanas consideradas son a partir de la semana 9 después de la siembra.

3.1.1 Fenología del maíz

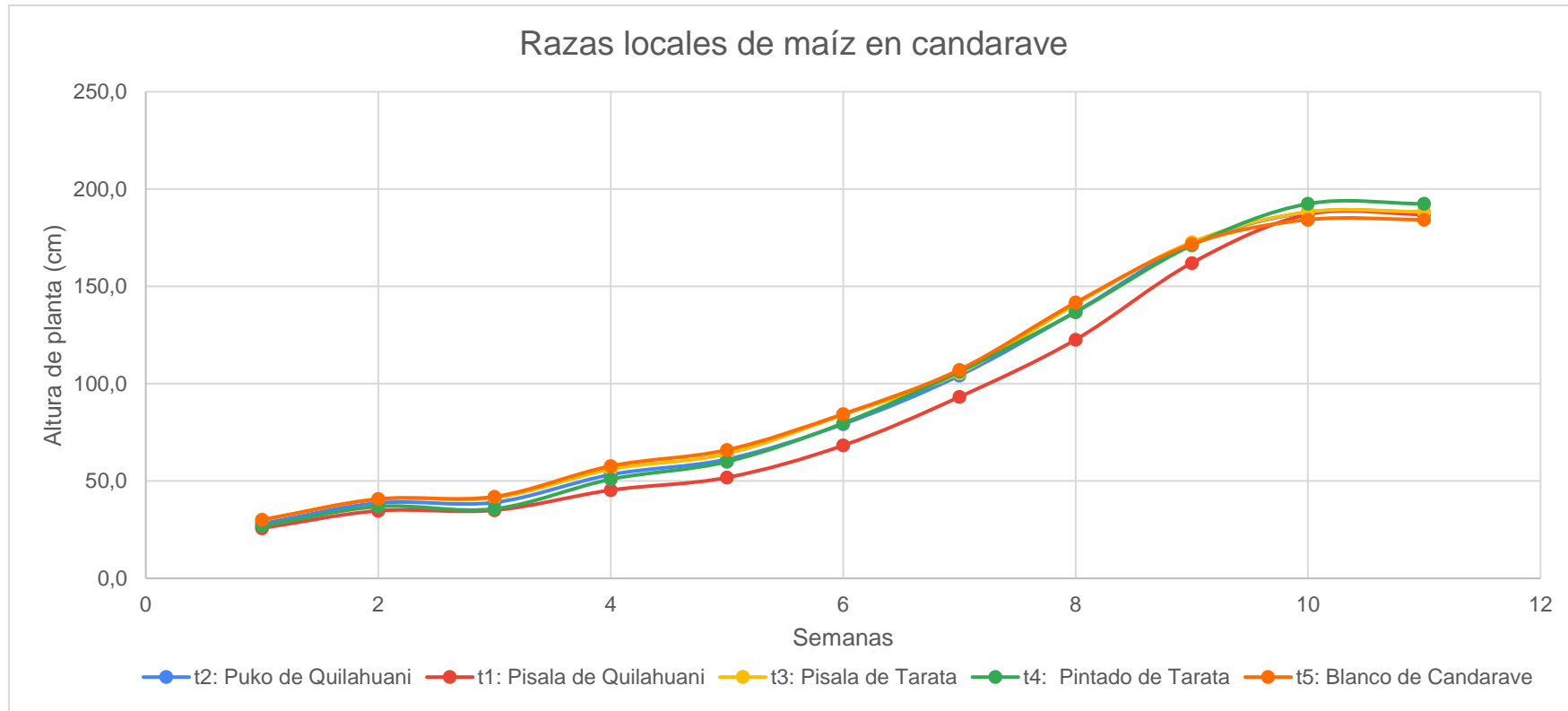


Figura 2. Variación de la altura de planta en cinco razas locales de maíz

En la figura 2 se muestra la variación de la altura de planta cada 15 días, desde la semana 9 (representada con el símbolo "1" en el gráfico) contado a partir de la fecha de siembra (01 de octubre) hasta la semana 23 donde se detuvo el crecimiento.

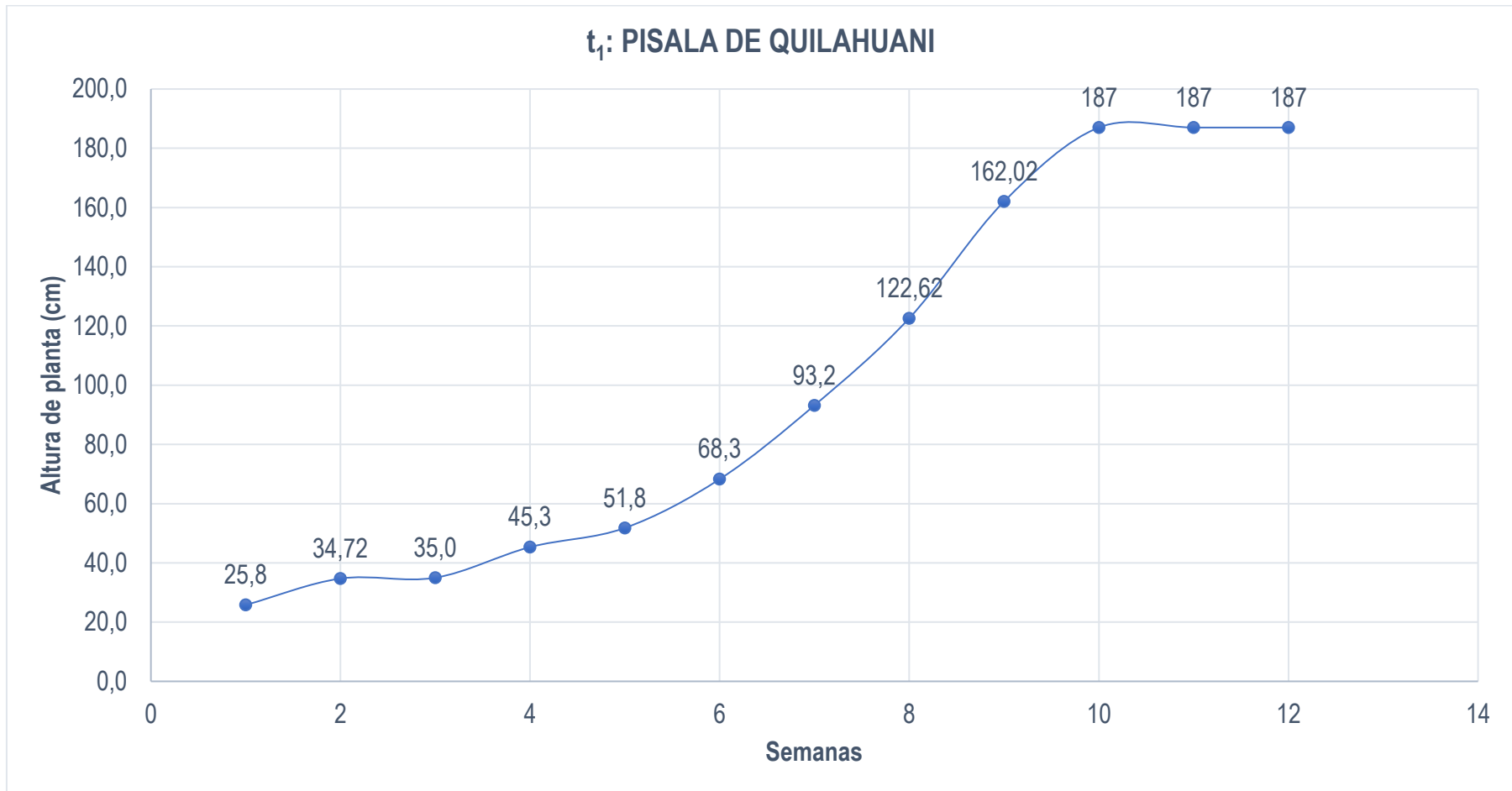


Figura 3. Variación de la altura de planta en maíz Pisala de Quilahuani

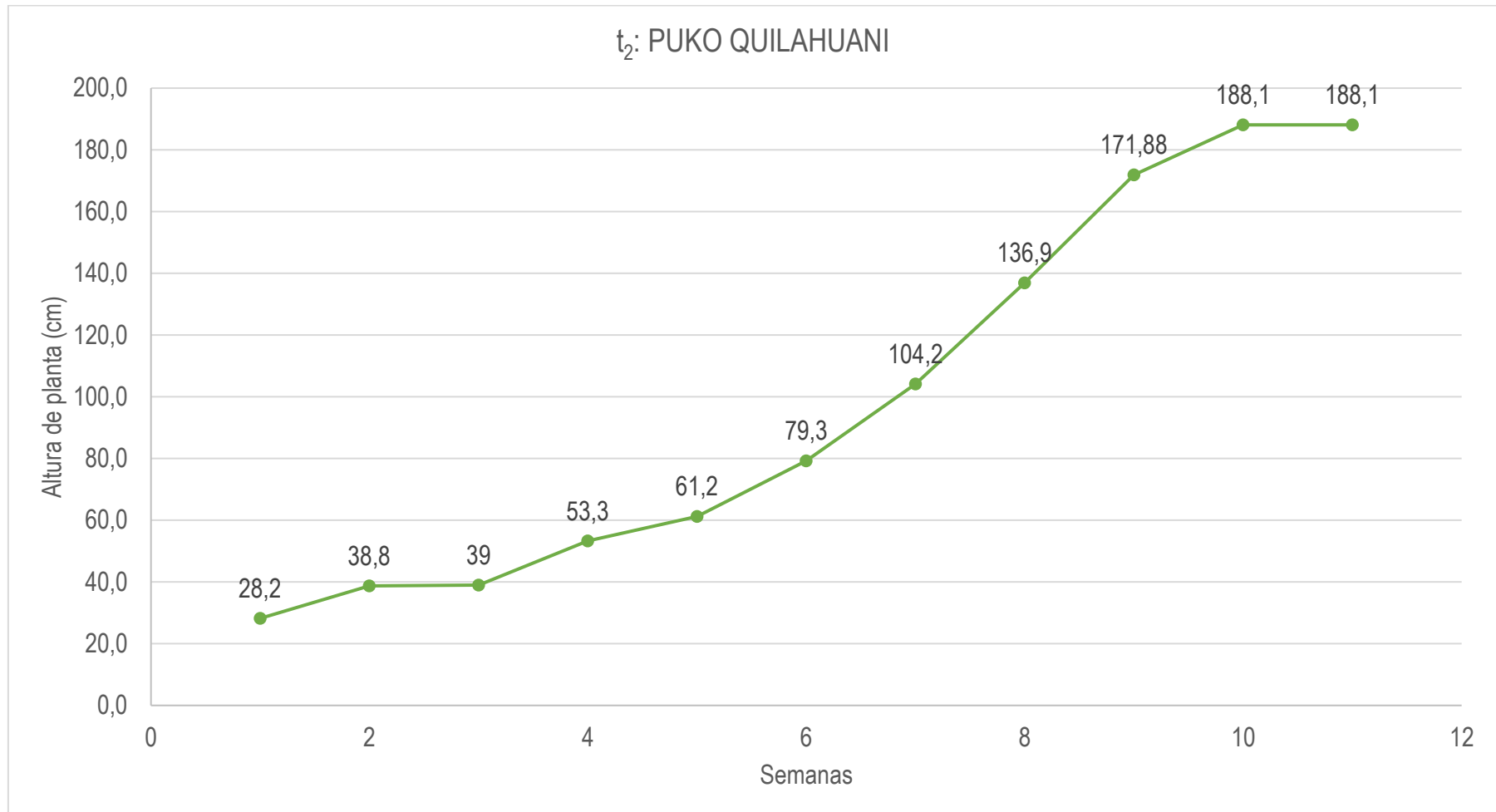


Figura 4. Variación de la altura de planta en maíz Puko de Quilahuani

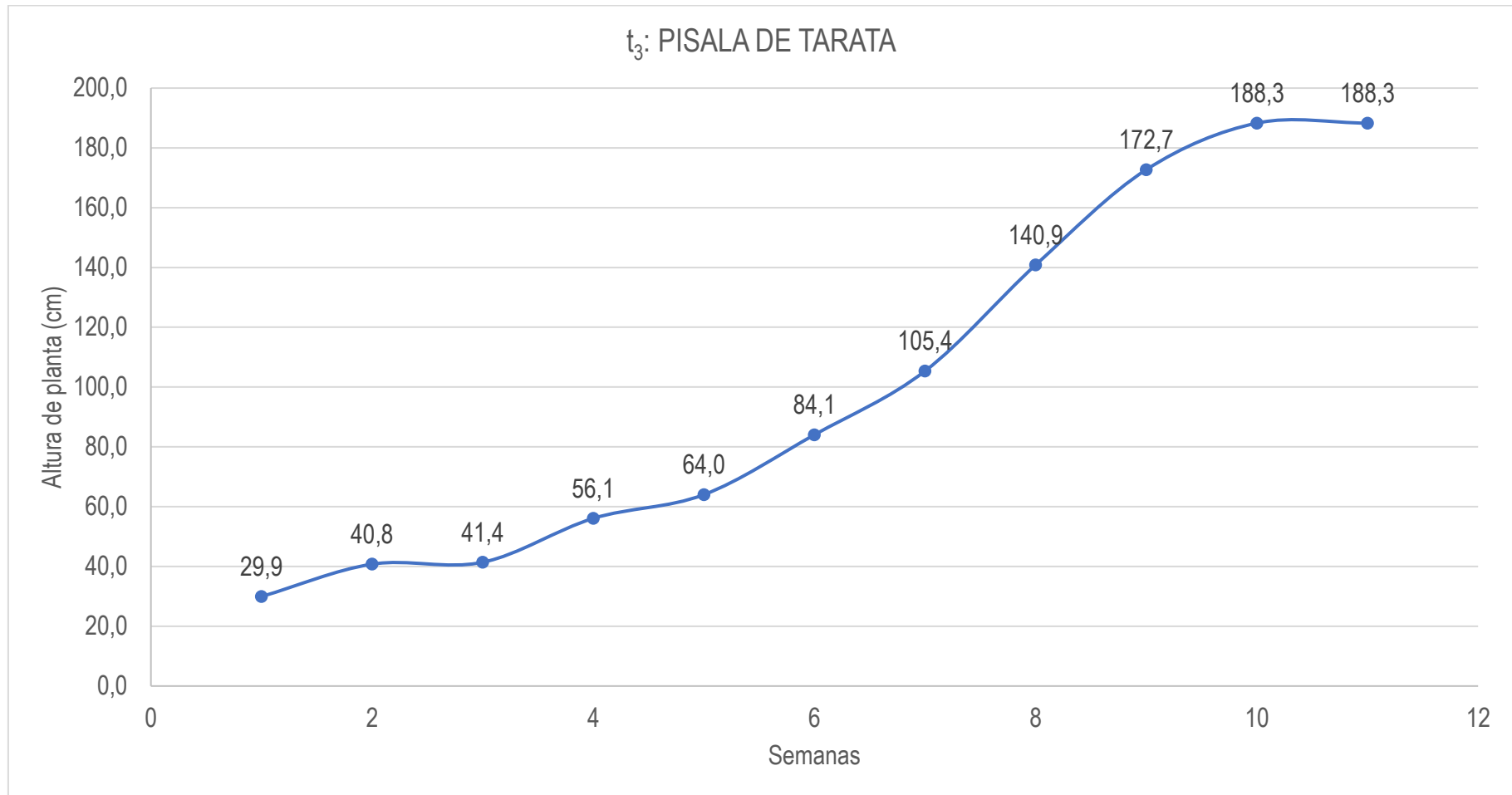


Figura 5. Variación de la altura de planta en maíz Pisala de Tarata

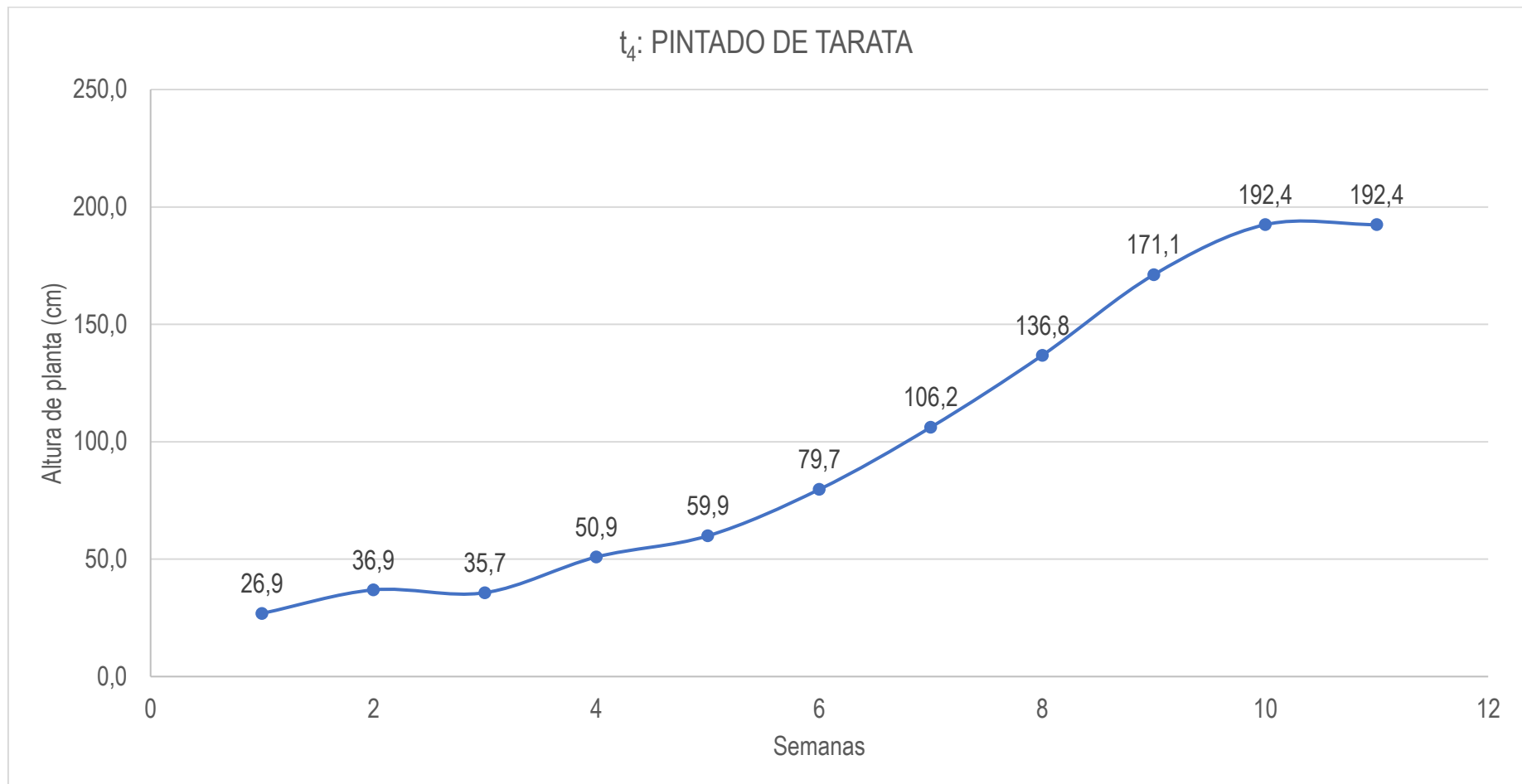


Figura 6. Variación de la altura de planta en maíz Pintado de Tarata

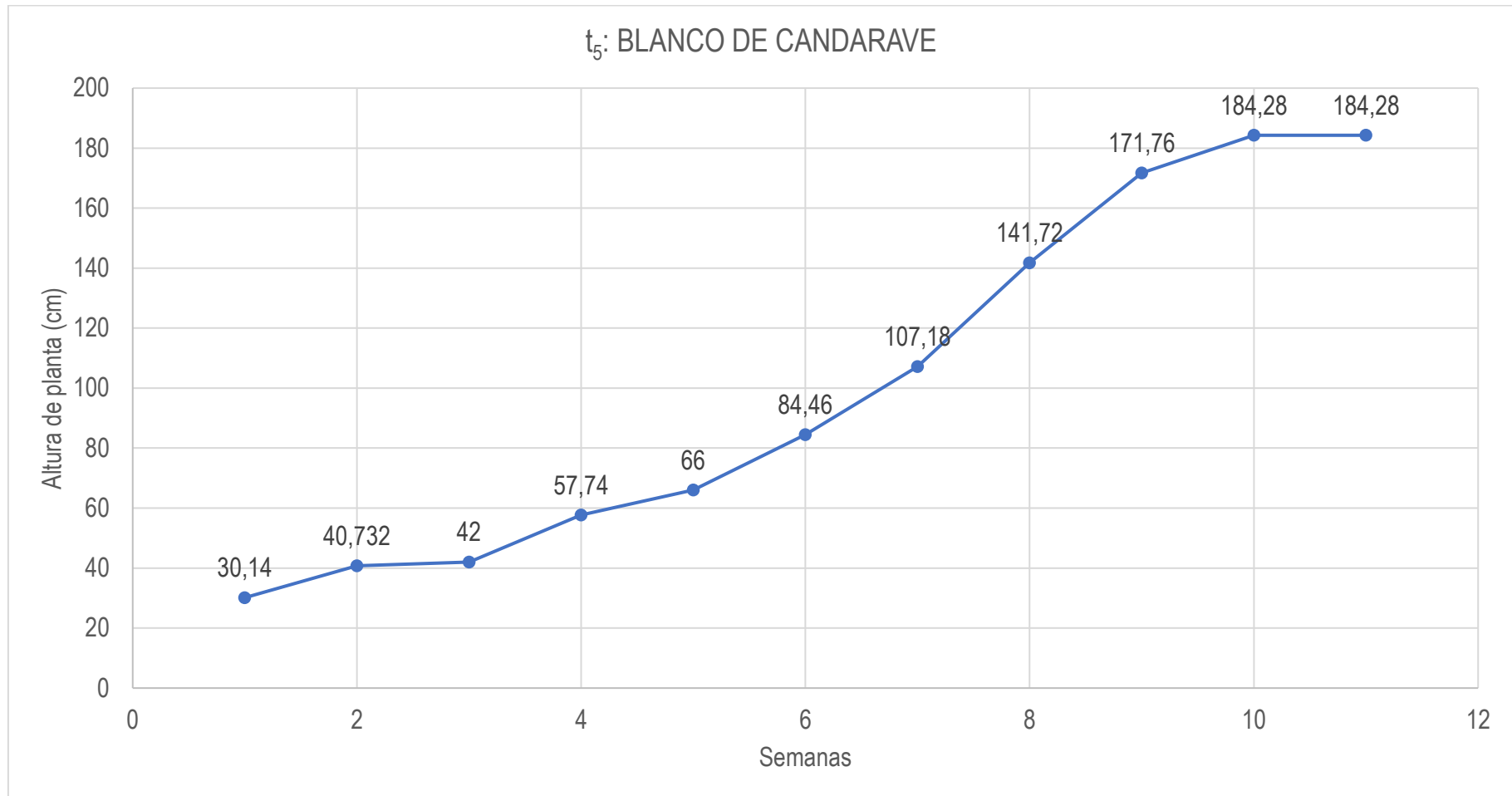


Figura 7. Variación de la altura de planta en maíz Blanco de Candarave

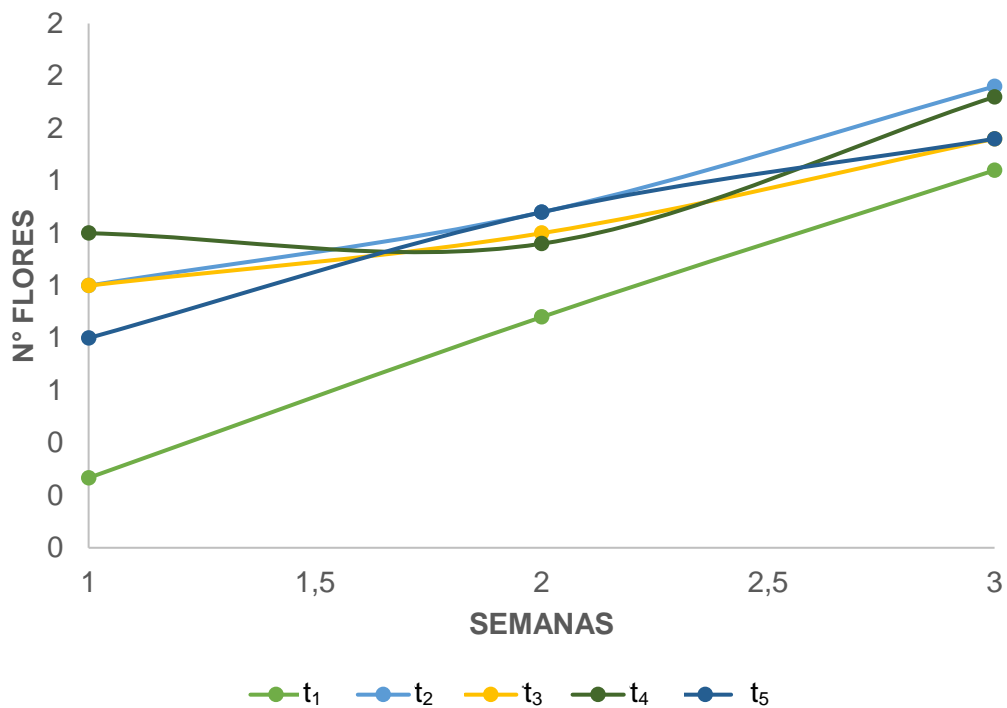


Figura 8. Aparición y desarrollo de la flor femenina

Nota: t₁: Pisala de Quilahuani; t₂: Puko de Quilahuani; t₃: Pisala de Tarata; t₄: Pintado de Tarata y t₅: Blanco de Candarave.

Considerando que la siembra de las razas de maíz comenzó en el 1 de octubre de 2022, la aparición de las primeras flores femeninas se observó el 7 de febrero de 2023 (130 DDS), hasta el 7 de marzo de 2023 (158 DDS). En términos cronológicos, el inicio de la floración corresponde a la semana 19 (representada con el símbolo "1" en el gráfico) y semana 23 (representada con el símbolo "3").

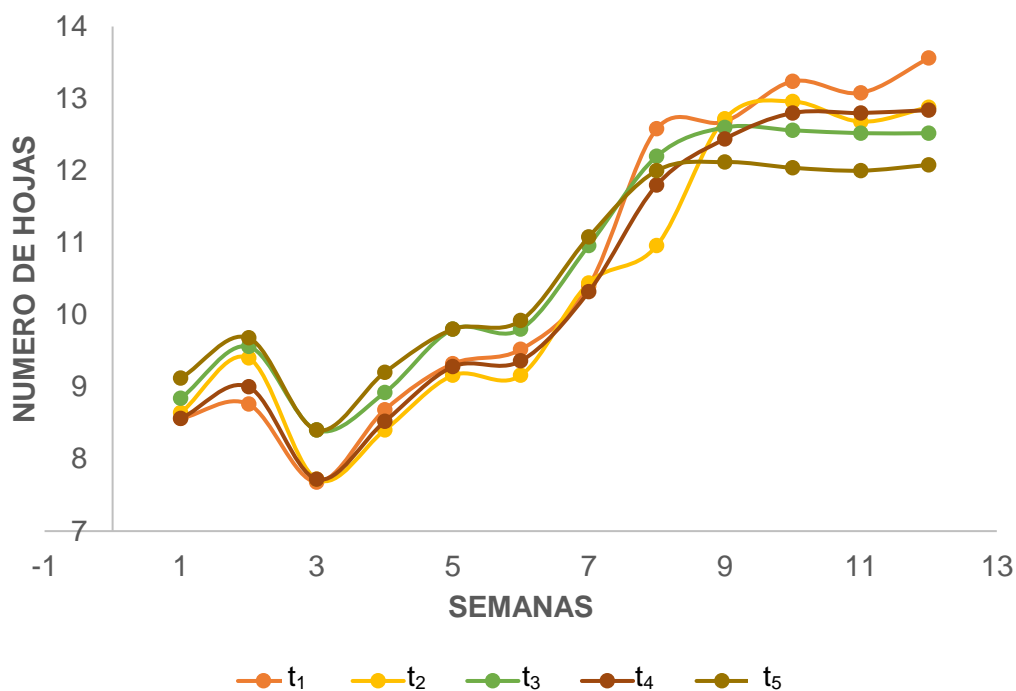


Figura 9. Desarrollo e incremento de número de hojas

Nota: t₁: Pisala de Quilahuani; t₂: Puko de Quilahuani; t₃: Pisala de Tarata; t₄: Pintado de Tarata y t₅: Blanco de Candarave.

En la figura 9 se observa el incremento gradual en el número de hojas de las cinco razas locales de maíz, comenzando en la semana 9 (representada simbólicamente con “1”). Posteriormente, se aprecia un descenso, lo cual indica la senescencia y muerte de las hojas. Cabe destacar que la curva de incremento solo considera las hojas fotosintéticamente activas. La contabilización del número de hojas inició el 29 de noviembre de 2022 y finalizó el 23 de marzo de 2023.

3.2 Rendimiento

3.2.1 Número de flor femenina (unidad)

Tabla 3

Análisis de varianza de numero de flor femenina (unidad) de las cinco razas locales de maíz en el distrito de Candarave

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	0,31	4	0,08	3,18	0,04*
Tratamiento	0,36	4	0,09	3,75	0,02*
Error	0,39	16	0,02		
Total	1,06	24			

Cv: 8,56 % (*): significativo

Nota: p-valor, esta definición está claramente sustentada en el artículo “La revolución en la toma de decisiones estadísticas: el p-valor” presentado por Suárez (2012), donde cita la definición realizada por Salsburg (2001): “es la probabilidad que permite declarar la significación de una prueba” y además señala que Fisher no tenía dudas acerca de su importancia y utilidad del p-valor.

En la tabla 3. El análisis de varianza para el número de flores femeninas en las cinco razas de maíz mostró diferencias estadísticas significativas entre los bloques con p-valor=0,04 y los tratamientos (p=0,02).

El coeficiente de variación (Cv) es 8,56%, indicando una variabilidad moderada en los datos, evidenciando un buen manejo del experimento.

Tabla 4

Prueba de significación Tukey de número de flor femenina (unidad) de cinco razas locales de maíz en el distrito de Candarave

Tratamiento	Medias	Significación del 0,05	
t ₂	2,00	a	
t ₁	2,00	a	b
t ₅	2,00	a	b
t ₃	2,00	a	b
t ₄	1,00		b

En la tabla 4. La prueba de significación Tukey ($\alpha = 0,05$), revela que los tratamientos t₁, t₂, t₃ y t₅ presentaron un promedio de 2 flores femeninas y pertenecen al grupo estadístico “a”, sin diferencias significativas entre ellos. En cambio, el tratamiento t₄, con 1 flor femenina, se ubicó en el grupo “b”, siendo significativamente inferior. Esto indica que t₄ tuvo menor producción de flores femeninas en comparación con las otras razas locales de maíz evaluadas.

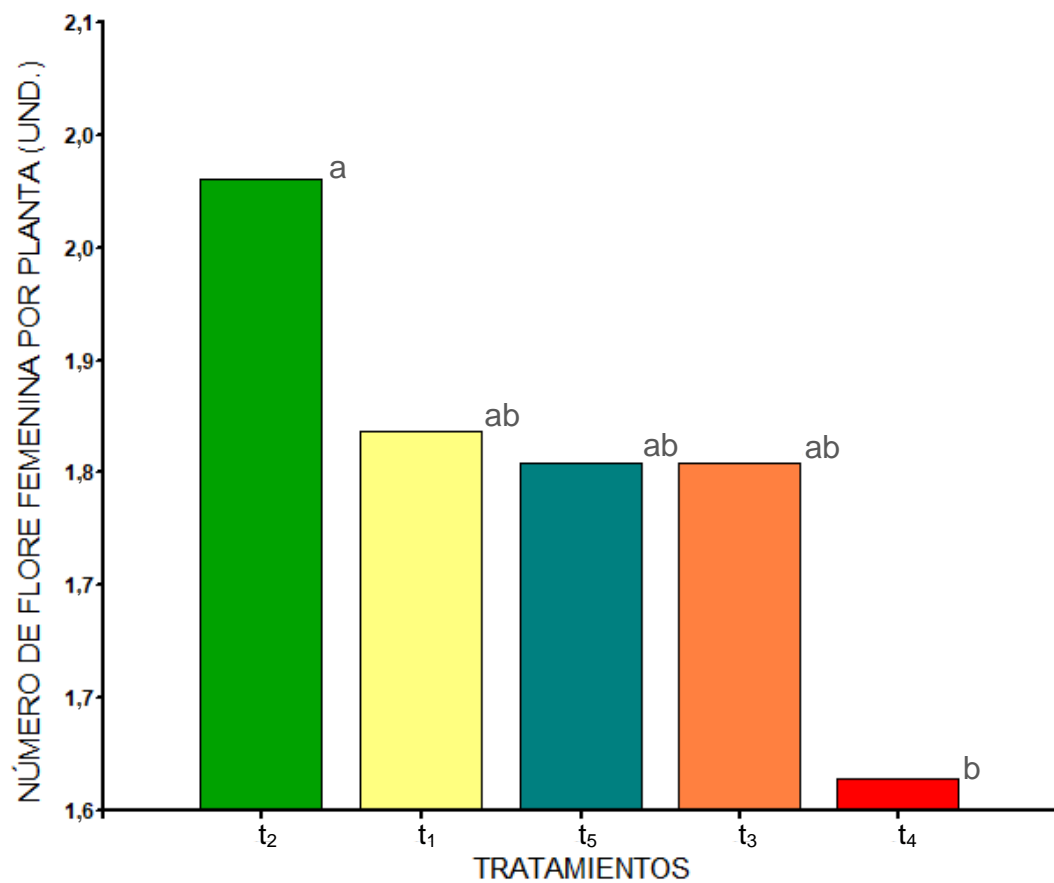


Figura 10

Gráfico de barras para número de flores femeninas por planta (unidad)

El gráfico indica que t₁, t₂, t₃ y t₅ no difieren significativamente en número de flores femeninas. Solo t₄ mostró menor valor, diferenciándose estadísticamente del resto de tratamientos.

5.2.2 Altura de planta (cm)

Tabla 5

Análisis de varianza de altura de planta (cm) de las cinco razas locales de maíz en el distrito de Candarave

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	1 807,02	4	451,75	5,10	0,01*
Tratamiento	128,30	4	32,08	0,36	0,83ns
Error	1 417,52	16	88,59		
Total	3 352,84	24			

Cv: 5,01 % (*) : significativo

En la tabla 5. En el análisis de varianza para la altura de planta en las cinco razas de maíz en Candarave se observó diferencias estadísticas significativas entre los bloques con p-valor=0,01, sin embargo, no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos (p=0,83).

El coeficiente de variación (Cv) es 5,01%, indicando una baja variabilidad en los datos, evidenciando una buena conducción del experimento.

5.2.3 Altura de primera inserción (cm)

Tabla 6

Análisis de varianza de altura de primera inserción de mazorca (cm) de las cinco razas de maíz en el distrito de Candarave.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Bloque	505,81	4	126,45	0,85	0,51ns
Tratamiento	402,94	4	100,73	0,68	0,62ns
Error	2 370,23	16	148,14		
Total	3 278,97	24			

Cv: 14,93 % (ns): no significativo

En la tabla 6. El análisis de varianza para la altura de la primera inserción en las cinco razas de maíz en Candarave muestra que no hay diferencias estadísticas significativas entre los bloques con p-valor=0,51, y entre los tratamientos (p=0,62).

El coeficiente de variación (Cv) es 14,93%, indicando una variabilidad moderada en los datos, evidenciando un buen manejo del experimento realizado.

5.2.4 Número de hojas por planta (unidad)

Tabla 7

Análisis de varianza de número de hojas por planta (unidad) de las cinco razas locales de maíz en el distrito de Candarave.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	2,96	4	0,74	1,31	0,31ns
Tratamiento	3,76	4	0,94	1,66	0,21ns
Error	9,04	16	0,57		
Total	15,76	24			

Cv: 5,95 % (ns): no significativo

En la tabla 7. El análisis de varianza para el número de hojas por planta en las cinco razas de maíz en Candarave muestra que no hay diferencias estadísticas significativas entre los bloques con p-valor=0,31 así como de los tratamientos (p=0,21).

El Coeficiente de Variación (C.V.) es 5,95%; indicando una baja variabilidad en los datos, evidenciando un buen manejo del experimento.

5.2.5 Longitud de mazorca (cm)

Tabla 8

Análisis de varianza de longitud de mazorca (cm) de las cinco razas locales de maíz en el distrito de Candarave

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	1,35	4	0,34	1,69	0,20ns
Tratamiento	3,63	4	0,91	4,53	0,01*
Error	3,20	16	0,20		
Total	8,18	24			

Cv: 4,50 % (*): significativo ns: no significativo

En la tabla 8. El análisis de varianza para la longitud de la mazorca en las cinco razas de maíz en Candarave muestra que no existe diferencias significativas entre los bloques con p-valor=0,20; pero sí hay diferencias significativas entre los tratamientos (p=0,01).

El coeficiente de variación (Cv) es 4,50%, indicando una baja variabilidad en los datos, lo cual muestra una adecuada conducción del experimento.

Tabla 9

Prueba de significación Tukey de longitud de mazorca (cm) de cinco razas locales de maíz en el distrito de Candarave

Tratamiento	Medias	Significación del 0,05	
t ₅	10,61	a	
t ₃	10,04	a	b
t ₂	9,84	a	b
t ₁	9,74	a	b
t ₄	9,47		b

En la tabla 9. La prueba de significación Tukey ($\alpha = 0,05$), el tratamiento t₅ presentó la mayor longitud de mazorca (10,61 cm) y se ubicó en el grupo "a". Los tratamientos t₁, t₂ y t₃ pertenecen al grupo "ab", sin diferencias significativas entre ellos ni frente a t₅. En cambio, t₄, con 9,47 cm, se ubicó en el grupo "b", siendo estadísticamente inferior. Esto indica que t₄ tuvo menor longitud de mazorca respecto a las demás razas evaluadas.

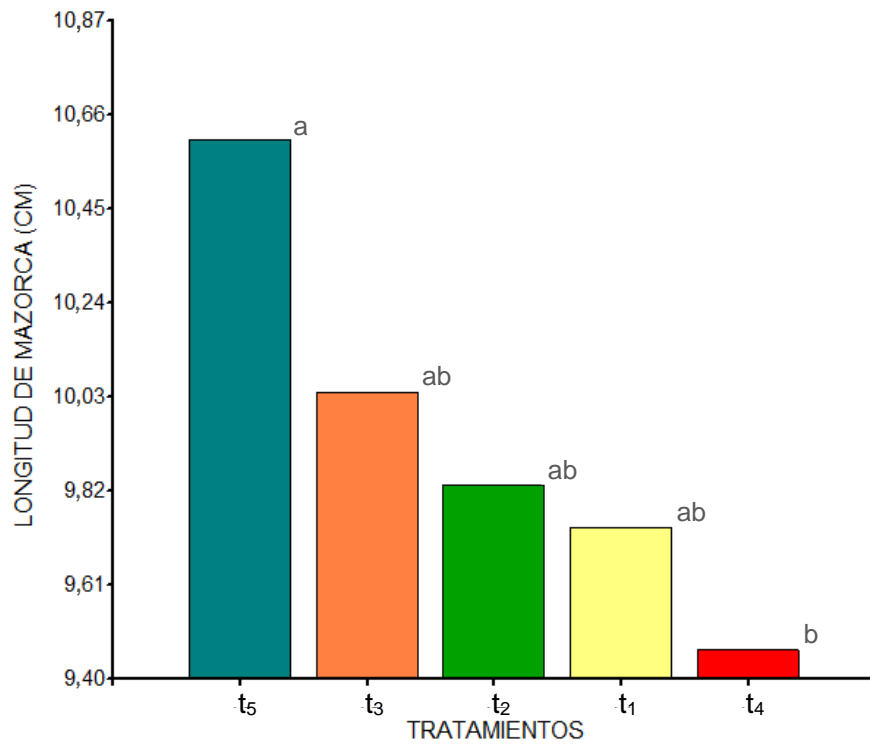


Figura 11

Gráfico de barra de longitud de mazorca (cm)

El gráfico indica que el tratamiento t₅ destacó en mayor longitud de mazorca, significativamente superior al tratamiento t₄, que presentó la menor longitud. Los tratamientos t₁, t₂ y t₃ no mostraron diferencias significativas entre sí, situándose en un rango intermedio.

5.2.6 Diámetro de mazorca (cm)

Tabla 10

Análisis de varianza de diámetro de mazorca (cm) de las cinco razas locales de maíz en el distrito de Candarave

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	0,07	4	0,02	0,34	0,85ns
Tratamiento	1,10	4	0,27	5,38	0,01*
Error	0,82	16	0,05		
Total	1,98	24			

Cv: 3,86 % (*): significativo ns: no significativo

En la tabla 10. El análisis de varianza para el diámetro de la mazorca en las cinco razas de maíz en Candarave muestra que no hubo diferencias significativas entre los bloques con p-valor=0,85; por el contrario, existen diferencias significativas entre los tratamientos (p=0,01).

El coeficiente de variación (Cv) es 3,86%, indicando una baja variabilidad en los datos, evidenciando un adecuado manejo del experimento.

Tabla 11

Prueba de significación Tukey de diámetro de mazorca (cm) de cinco razas de maíz en el distrito de Candarave

Tratamiento	Medias	Significación del 0,05	
t ₁	6,08	a	
t ₄	5,94	a	
t ₂	5,93	a	
t ₃	5,81	a	b
t ₅	5,46		b

En la tabla 11. La prueba de significación Tukey para el diámetro de la mazorca en las cinco razas de maíz en Candarave muestra 3 categorías estadísticas diferentes donde las razas t₁ (Pisala de Quilahuani), t₄ (Pintado de Tarata) y t₂ (Puko de Quilahuani) presentaron diámetros similares, agrupándose en el grupo "a" sin diferencias significativas entre ellos. La raza t₃ (Pisala de Tarata) se encuentra en un grupo intermedio "a, b", y la raza t₅ (Blanco de Candarave) tuvo el menor diámetro de mazorca, agrupándose en el grupo "b", diferenciándose significativamente de t₁, t₄ y t₂.

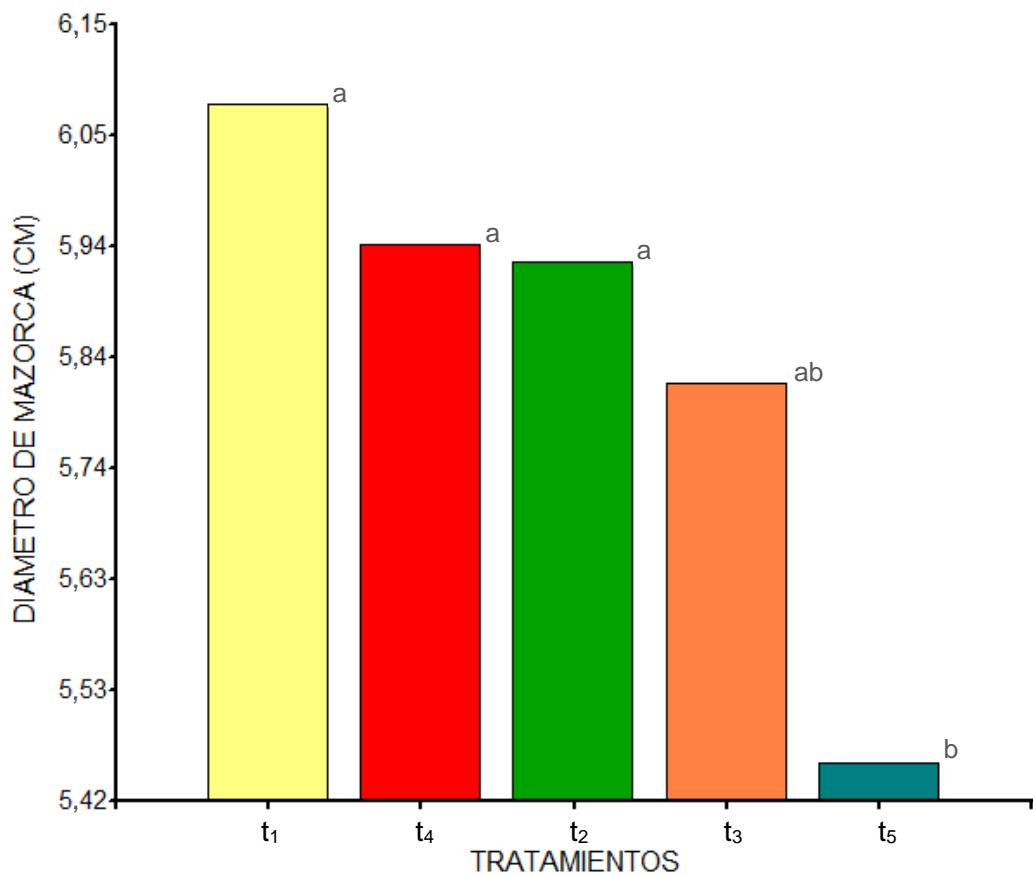


Figura 12

Gráfico de barra de diámetro de mazorca

El gráfico indica que el tratamiento t₁ tuvo el mayor diámetro de mazorca, significativamente superior al tratamiento t₅, que presentó el menor diámetro. Los tratamientos t₂ y t₄ con diámetros similares y altos, mientras que el tratamiento t₃ presentó un valor intermedio, sin diferencias significativas con t₂ y t₄.

5.2.7 Peso seco de mazorca (g)

Tabla 12

Análisis de varianza de peso seco de mazorca (g) de las cinco razas de maíz en el distrito de Candarave

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	38,55	4	9,64	0,86	0,51ns
Tratamiento	454,75	4	113,69	10,17	0,00*
Error	178,81	16	11,18		
Total	672,11	24			

Cv: 3,57 % (*): significativo ns: no significativo

En la tabla 12. El análisis de varianza para el peso seco de la mazorca en las cinco razas de maíz en Candarave se observa que no hay diferencias significativas entre los bloques con p-valor=0,51; por el contrario, existen diferencias significativas entre los tratamientos (p=0,00).

El coeficiente de variación (Cv) es 3,57%, indicando una baja variabilidad en los datos, evidenciando un buen manejo del experimento.

Tabla 13

Prueba de significación Tukey de peso seco de mazorca (g) de cinco razas de maíz en el distrito de Candarave

Tratamiento	Medias	Significación del 0,05
t ₅	143,06	a
t ₄	134,10	b
t ₃	132,61	b
t ₁	131,88	b
t ₂	131,81	b

En la tabla 13. La prueba de significación Tukey a un nivel de 0,05 para el peso seco de la mazorca en las cinco razas de maíz en Candarave muestra 2 categorías estadísticas diferentes donde la raza t₅ (Blanco de Candarave) destacó en peso seco promedio más alto con 143,06 g y se clasificó en un grupo significativamente diferente al de las otras razas. Las razas t₄ (Pintado de Tarata), t₃ (Pisala de Tarata), t₁ (Pisala de Quilahuani) y t₂ (Puko de Quilahuani) no muestran diferencias significativas entre sí, situándose en un grupo separado. Esto indica que t₅ presentó un rendimiento superior en términos de peso seco de la mazorca comparado con las otras razas.

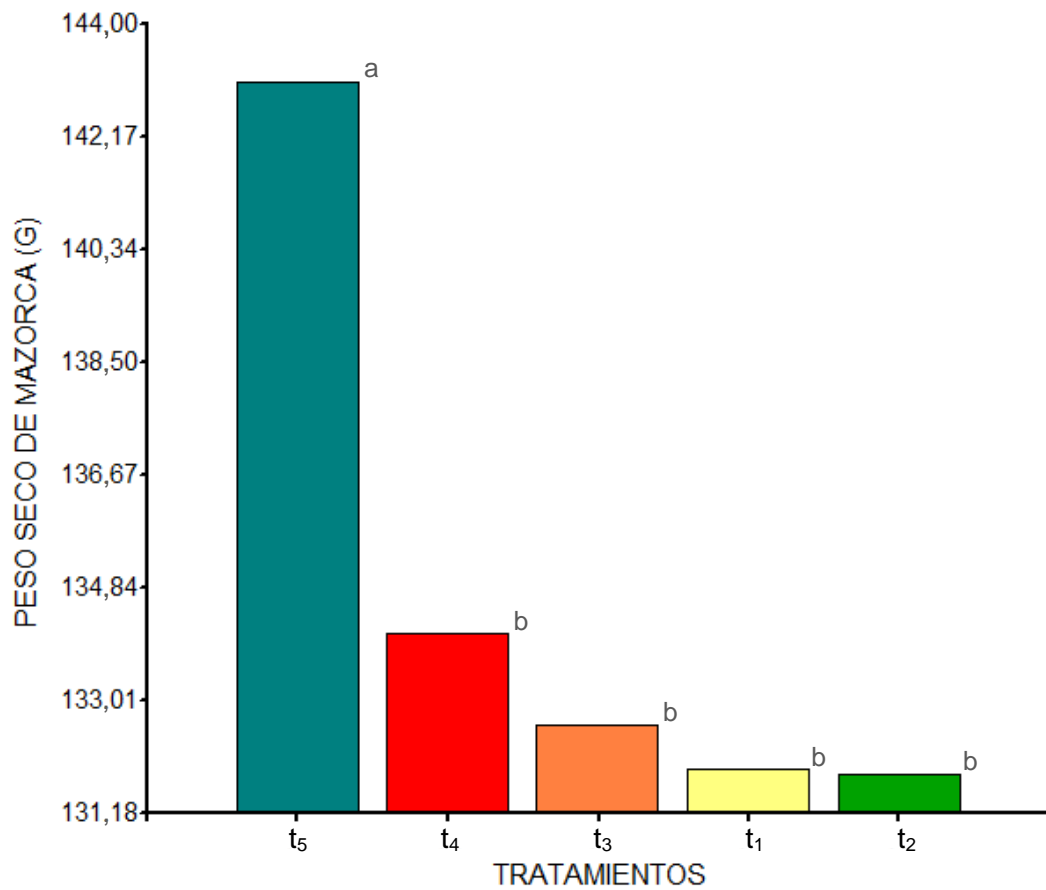


Figura 13

Gráfico de barra de peso seco de mazorca (g)

El gráfico muestra que el tratamiento t₅ destacó en mayor peso seco de mazorca, significativamente superior a todos los demás tratamientos. Los tratamientos t₁, t₂, t₃ y t₄ presentaron pesos menores y no se evidenció diferencias significativas entre sí, todos situándose en un rango similar y más bajo que el t₅.

5.2.8 Número de hileras por mazorca (unidad)

Tabla 14

Análisis de varianza de número de hileras por mazorca (unidad) de las cinco razas de maíz en el distrito de Candarave

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	0,96	4	0,24	0,31	0,86ns
Tratamiento	49,76	4	12,44	16,26	0,00*
Error	12,24	16	0,77		
Total	62,96	24			

Cv: 5,48 %

(*): significativo

ns: no significativo

En la tabla 14. El análisis de varianza para el número de hileras por mazorca en las cinco razas de maíz en Candarave muestra que no hay diferencias significativas entre los bloques con $p\text{-valor}=0,86$; por el contrario, existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p=0,00$).

El coeficiente de variación (Cv) es 5,48%, indicando una baja variabilidad en los datos, evidenciando una buena conducción del experimento.

Tabla 15

Prueba de significación Tukey de número de hileras por mazorca (unidad) de cinco razas de maíz en el distrito de Candarave

Tratamiento	Medias	Significación del 0,05
t ₁	17	a
t ₂	16	a
t ₄	16	a
t ₃	16	a
t ₅	13	b

En la tabla 15. La prueba de significación Tukey a un nivel de 0,05 para el número de hileras por mazorca en las cinco razas de maíz en Candarave se observa 2 categorías estadísticas diferentes donde las razas t₁ (Pisala de Quilahuani), t₂ (Puko de Quilahuani), t₄ (Pintado de Tarata) y t₃ (Pisala de Tarata) presentaron un número de hileras por mazorca similar, agrupándose en el grupo "a" sin diferencias significativas entre ellos. La raza t₅ (Blanco de Candarave) tuvo un número de hileras significativamente menor con un promedio de 13 hileras y se clasificó en el grupo "b", diferenciándose de las otras razas.

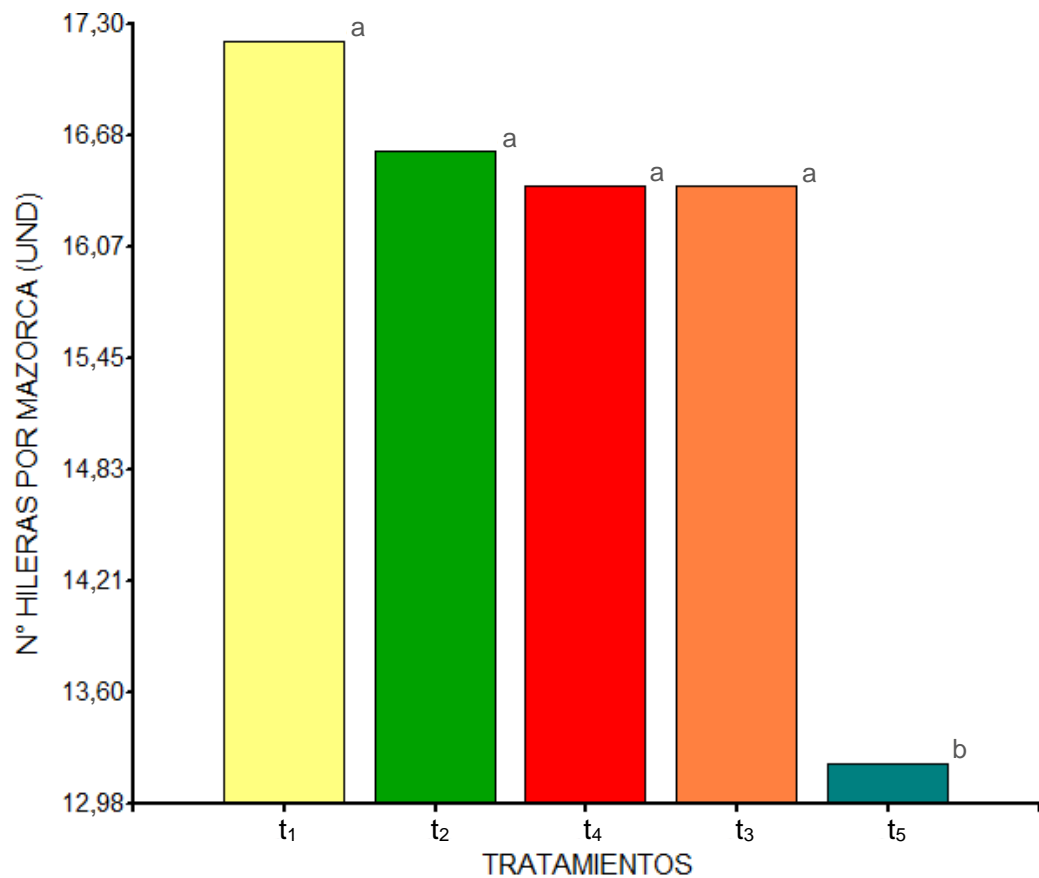


Figura 14

Gráfico de barra de numero de hileras por mazorca (unidad)

En el gráfico se observa que el tratamiento t₁ tuvo el mayor número de hileras por mazorca, significativamente superior al tratamiento t₅, que presentó el menor número. Los tratamientos t₂, t₃ y t₄ evidenciaron un número de hileras similar, sin diferencias significativas entre sí, todos situándose en un rango intermedio.

5.2.9 Peso seco de tusa (g)

Tabla 16

Análisis de varianza de peso seco de tusa (g) de las cinco razas de maíz en el distrito de Candarave

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	4,06	4	1,02	0,96	0,45ns
Tratamiento	22,59	4	5,65	5,35	0,01*
Error	16,88	16	1,05		
Total	43,53	24			

Cv: 10,60 %

(*): significativo

ns: no significativo

En la tabla 16. El análisis de varianza para el peso seco de la tusa en las cinco razas de maíz en Candarave se observa que no hay diferencias estadísticas significativas entre los bloques con $p\text{-valor}=0,45$; por el contrario, existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p=0,01$).

El coeficiente de variación (Cv) es 10,60%, indicando una variabilidad moderada en los datos, reflejando una buena conducción del experimento.

Tabla 17

Prueba de significación Tukey de peso seco de tusa (g) de cinco razas de maíz en el distrito de Candarave

Tratamiento	Medias	Significación del 0,05	
t ₁	11,33	a	
t ₅	9,92	a	b
t ₄	9,72	a	b
t ₃	8,79		b
t ₂	8,70		b

En la tabla 17. La prueba de significación Tukey para el peso seco de la tusa en las cinco razas de maíz en Candarave se observa 3 categorías estadísticas diferentes donde la raza t₁ (Pisala de Quilahuani) presentó el mayor peso seco promedio de tusa con 11,33 g; y se clasifica en un grupo significativamente diferente a las razas t₃ (Pisala de Tarata) y t₂ (Puko de Quilahuani), que evidenciaron los menores pesos secos (8,79 g y 8,70 g, respectivamente) pero siendo estadísticamente similares entre sí. Esto indica que el t₁ presentó un rendimiento superior en términos de peso seco de la tusa comparado con t₃ y t₂.

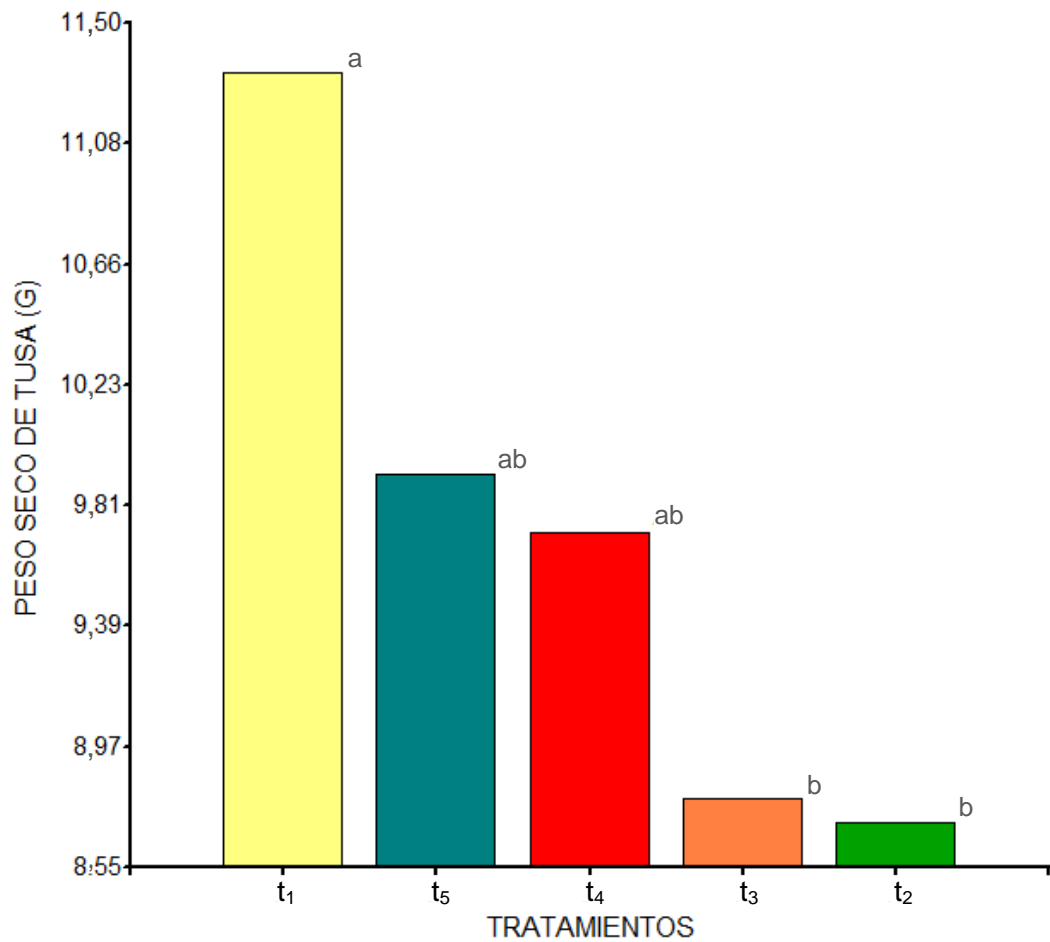


Figura 15

Gráfico de barra de peso seco de tusa (g)

El gráfico muestra que el tratamiento t₁ obtuvo el mayor peso seco de tusa, significativamente superior a los tratamientos t₂ y t₃, que presentaron los menores pesos. Los tratamientos t₄ y t₅ con pesos similares, sin diferencias significativas entre sí, situándose en un rango intermedio.

5.2.10 Peso de 100 granos (g)

Tabla 18

Análisis de varianza de peso de 100 granos (g) de las cinco razas locales de maíz en el distrito de Candarave

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	18,23	4	4,56	0,88	0,50ns
Tratamiento	416,80	4	104,20	20,20	0,00*
Error	82,53	16	5,16		
Total	517,56	24			

Cv: 4,63 % (*): significativo ns: no significativo

En la tabla 18. El análisis de varianza para el peso de 100 granos en las cinco razas de maíz en Candarave se observa que no hay diferencias estadísticas significativas entre los bloques con p-valor=0,50; por el contrario, existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (p=0,00).

El coeficiente de variación (Cv) es 4,63%, indicando una baja variabilidad en los datos, reflejando una buena conducción del experimento.

Tabla 19

Prueba de significación Tukey de peso de 100 granos (g) de cinco razas locales de maíz en el distrito de Candarave

Tratamiento	Medias	Significación del 0,05	
t ₅	56,14	a	
t ₄	50,89		b
t ₂	47,15	b	c
t ₃	46,38		c
t ₁	44,70		c

En la tabla 19. La prueba de significación Tukey para el peso de 100 granos en las cinco razas de maíz en Candarave se observan 4 categorías estadísticas diferentes donde la raza t₅ (Blanco de Candarave) presentó en mayor peso promedio de 100 granos con 56,14 g y se clasifica en el grupo "a", diferenciándose significativamente de las demás razas. La raza t₄ (Pintado de Tarata) se encuentra en el grupo "b", siendo significativamente diferente de t₅, pero no de t₂ (Puko de Quilahuani). Las razas t₂, t₃ (Pisala de Tarata) y t₁ (Pisala de Quilahuani) se ubican en los grupos "b, c" y "c", respectivamente, con t₁ teniendo el menor peso promedio de 44,70 g. Esto indica que t₅ destacó un rendimiento significativamente superior en términos de peso de 100 granos comparado con las otras razas.

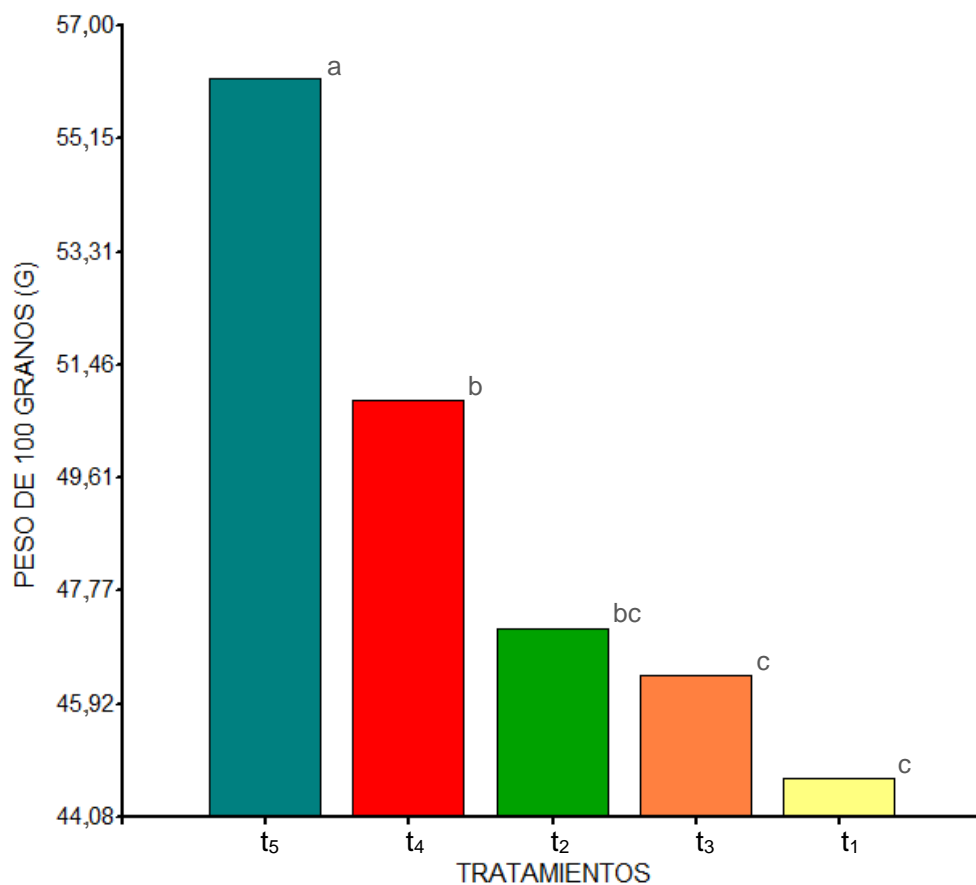


Figura 16

Gráfico de barra de peso de 100 granos (g)

El gráfico muestra que el tratamiento t₅ tiene el mayor peso de 100 granos, significativamente superior a todos los demás tratamientos. El tratamiento t₄ presentó un peso intermedio, mientras que los tratamientos t₁ y t₃ presentaron los menores pesos, con t₂ situado en un rango intermedio entre t₄ y los tratamientos t₁ y t₃.

5.1.11 Rendimiento total (t/ha)

Tabla 20

Análisis de varianza de rendimiento total (t/ha) de las cinco razas de maíz en el distrito de Candarave

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	6,46	4	1,61	2,21	0,11ns
Tratamiento	18,86	4	4,71	6,46	0,00*
Error	11,69	16	0,73		
Total	37,00	24			

Cv: 13,21 %

(*): significativo

ns: no significativo

En la tabla 20. El análisis de varianza para el rendimiento total en toneladas por hectárea (t/ha), en las cinco razas de maíz en Candarave se observa que no hay diferencias estadísticas significativas entre los bloques con p-valor=0,11, por el contrario, existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (p=0,00).

El coeficiente de variación (C.V.) es 13,21%, indicando una variabilidad moderada en los datos, reflejando un adecuado manejo del experimento.

Tabla 21

Prueba de significación Tukey de rendimiento total (t/ha) de cinco razas de maíz en el distrito de Candarave

Tratamiento	Medias	Significación del 0,05	
t ₅	7,76	a	
t ₂	6,80	a	b
t ₃	6,79	a	b
t ₁	5,59		b
t ₄	5,41		b

En la tabla 21. La prueba de significación Tukey para el rendimiento total en toneladas por hectárea (t/ha) en las cinco razas de maíz en Candarave se observan 3 categorías estadísticas diferentes, la raza t₅ (Blanco de Candarave) destacó en mayor rendimiento promedio con 7,76 t/ha y se clasificó en el grupo "a", diferenciándose significativamente de las razas t₁ (Pisala de Quilahuani) y t₄ (Pintado de Tarata), que presentaron los rendimientos más bajos (5,59 t/ha y 5,41 t/ha, respectivamente) y se ubicaron en el grupo "b". Las razas t₂ (Puko de Quilahuani) y t₃ (Pisala de Tarata) se encuentran en un grupo intermedio "a, b", sin diferencias significativas entre ellos. Esto evidenció que t₅ tiene un rendimiento significativamente superior en comparación con t₁ y t₄.

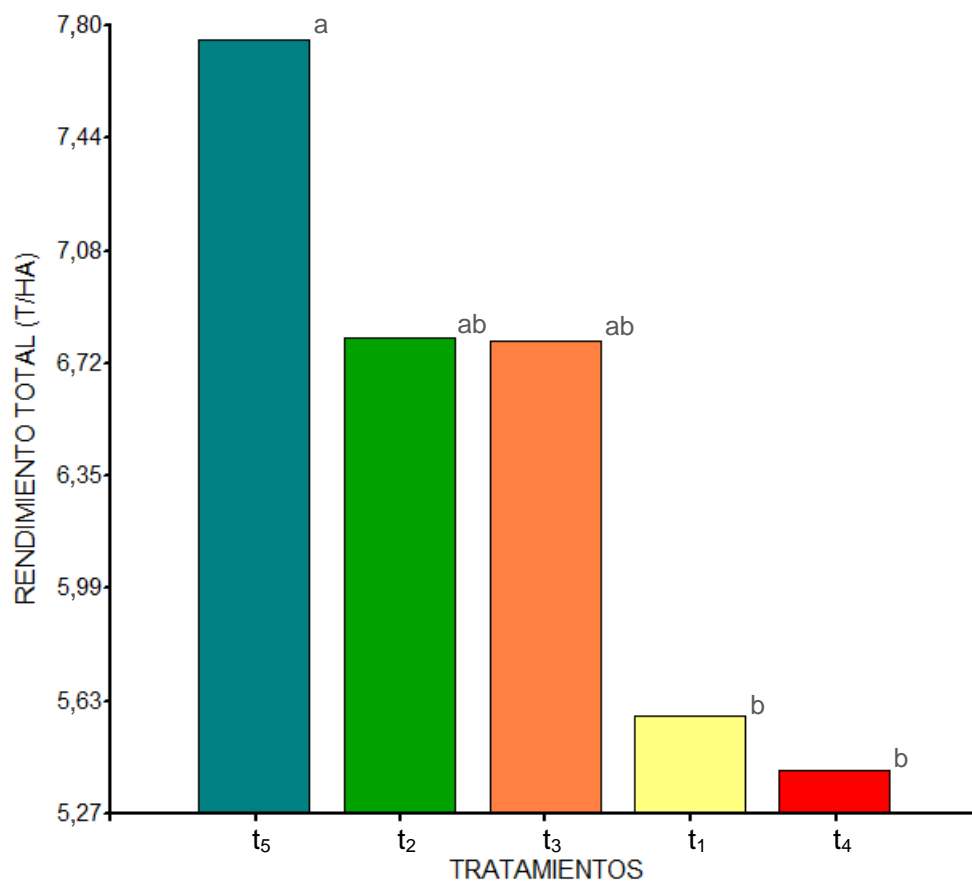


Figura 17

Gráfico de barras de rendimiento total (t/ha)

En el gráfico se observa que el tratamiento t₅ presentó el mayor rendimiento total (t/ha), significativamente superior a los tratamientos t₁ y t₄, que obtuvieron los menores rendimientos. Los tratamientos t₂ y t₃ con rendimientos similares y no mostraron diferencias significativas entre sí, situándose en un rango intermedio.

5.3 Discusión

5.3.1 Número de Flores Femeninas

El análisis de varianza y la prueba de significación Tukey para el número de flores femeninas en las cinco razas de maíz en Candarave muestran diferencias significativas entre los tratamientos, destacándose la raza t_2 (Puko de Quilahuani) con el mayor promedio de 2 unidades. Este resultado es consistente con estudios previos, como el realizado por Espíritu (2019) en Tocache, donde se observó que ciertos híbridos de maíz amarillo duro también presentaban variaciones significativas en sus características reproductivas. La capacidad de producir un mayor número de flores femeninas es crucial para la selección de cultivares con mejor rendimiento, ya que puede correlacionarse directamente con la producción de granos.

Espíritu (2019) encontró que el híbrido Atlas 105 presentaba características superiores, como menor altura de planta (1,84 m), menor altura de mazorca (0,93 m), y mayor número de granos por hilera (37,29). La capacidad reproductiva de una planta, reflejada en el número de flores femeninas, es un indicador vital de su potencial de rendimiento. El mayor número de flores femeninas en la raza t_2 podría estar asociado con características genéticas superiores al resto, resultando en un mayor número de mazorcas llenas y granos desarrollados.

Obregón & Reyes (2016) también resaltaron la importancia de la variabilidad fenotípica en cultivares de maíz, donde ciertas características fenotípicas como el número de flores pueden impactar significativamente el rendimiento. En su estudio, el cultivar Tuza Morada mostró una gran adaptabilidad y productividad, con un rendimiento medio de 2 295,5 kg/ha, características que pueden estar ligadas a una mayor capacidad reproductiva.

Además, la variabilidad en el número de flores femeninas puede estar influenciada por factores genéticos y ambientales. Medina (2019) encontró que la adaptabilidad de diferentes variedades de maíz amarillo duro alto en proteína en la provincia de San Martín estaba estrechamente relacionada con sus rasgos genéticos y su capacidad para adaptarse a las condiciones ambientales locales. La variedad Marginal 28 Tropical destacó por su adaptabilidad y tolerancia a las condiciones locales. Del mismo modo, la superioridad de la raza t_2 en el número de flores femeninas puede ser el resultado de una combinación de factores genéticos favorables y una adaptación óptima a las condiciones agroecológicas de Candarave.

5.3.2 Altura de Planta

El análisis de varianza para la altura de planta revela que los tratamientos no afectan significativamente esta variable en las razas

evaluados en Candarave. Sin embargo, es importante destacar que la altura de planta es un factor crucial en la agronomía del maíz, ya que puede influir en la resistencia al acame, la competencia por luz y la eficiencia en el uso de recursos. Estudios previos, como el de Espíritu (2019), resaltaron que ciertos híbridos de maíz amarillo duro, como el Atlas 105, presentaban una menor altura de planta (1,84 m), lo que se asocia con una mayor estabilidad y menor susceptibilidad al acame.

La altura de planta puede variar considerablemente entre diferentes cultivares y condiciones ambientales. Por ejemplo, Hinostroza & Tavita (2016) encontraron que los híbridos de maíz amarillo duro del CIMMYT en Oxapampa mostraban variaciones significativas en la altura de planta, con el híbrido simple 11x8 destacando por su altura compacta de 136,68 cm y una baja altura de inserción de la espiga de 53,00 cm. Estas características son importantes para mejorar la resistencia al acame y facilitar la cosecha, aspectos que no se reflejaron significativamente en nuestro estudio, posiblemente debido a la uniformidad genética de las razas evaluados o a las condiciones específicas del entorno de Candarave.

La altura de planta también puede influir en la competencia por luz y la eficiencia fotosintética. Medina (2019) observó que la altura de las plantas de maíz amarillo duro alto en proteína estaba relacionada con su capacidad para adaptarse a las condiciones ambientales de San Martín.

Una mayor altura de planta puede permitir una mejor captura de luz, mejorando así la fotosíntesis y el crecimiento. Sin embargo, una altura excesiva puede aumentar el riesgo de acame, especialmente en condiciones de viento fuerte o lluvia intensa.

En el estudio de Charalla (2019), se encontró que los híbridos DK-1596 y DOW, que presentaban altos rendimientos, también tenían características agronómicas favorables, incluyendo una altura de planta adecuada para maximizar la producción de grano sin comprometer la estabilidad de la planta. Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar la altura de planta al seleccionar cultivares para diferentes entornos agroecológicos.

5.3.3 Altura de Primera Inserción

La altura de la primera inserción de la mazorca no mostró diferencias significativas entre los tratamientos en el análisis de varianza realizado en las cinco razas de maíz en Candarave. Sin embargo, esta variable es crucial para la estabilidad de la planta y el manejo del cultivo. Estudios previos han destacado la importancia de una menor altura de primera inserción para mejorar la resistencia al acame y facilitar la cosecha. Por ejemplo, Hinostroza & Tavita (2016) encontraron que el híbrido simple

11x8, con una altura de inserción de la espiga de 53,00 cm, mostró una mayor estabilidad y fue uno de los primeros híbridos disponibles.

Además, la altura de la primera inserción es un factor importante para la mecanización de la cosecha. En estudios como el de Espíritu (2019), se observó que híbridos con una menor altura de mazorca, como el Atlas 105, presentaban ventajas en términos de mecanización, ya que facilitaban la cosecha y reducían las pérdidas de grano. En el presente estudio, aunque no se observaron diferencias significativas, la consideración de esta variable sigue siendo relevante para la selección de cultivares que puedan maximizar la eficiencia y reducir los costos de producción.

5.3.4 Número de Hojas por Planta

El análisis de varianza para el número de hojas por planta no mostró diferencias significativas entre los tratamientos en las cinco razas de maíz en Candarave. No obstante, el número de hojas es una característica agronómica importante que puede influir en la capacidad fotosintética y, por ende, en el rendimiento del cultivo. Las hojas son los principales órganos fotosintéticos de la planta, y un mayor número de hojas puede contribuir a una mayor producción de asimilados, que son esenciales para el crecimiento y desarrollo de la mazorca.

Obregón & Reyes (2016) resaltaron la variabilidad fenotípica significativa entre cultivares de maíz, y aunque en el presente estudio no se observaron diferencias, la consistencia en el número de hojas puede ser ventajosa para mantener una fotosíntesis eficiente y un desarrollo uniforme de las plantas. La capacidad de una planta para mantener un número adecuado de hojas puede estar influenciada por factores genéticos y ambientales, como lo sugieren los resultados de estudios previos.

5.3.5 Longitud de Mazorca

El análisis de varianza y la prueba de significación Tukey para la longitud de la mazorca en las cinco razas de maíz en Candarave muestran diferencias significativas entre los tratamientos, con la raza t₅ (Blanco de Candarave) destacándose por tener la mayor longitud de mazorca (10,61 cm). Este resultado es consistente con estudios previos que han identificado la longitud de mazorca como un indicador clave de rendimiento. Charalla (2019) encontró que los híbridos DK-1596 y DOW, que mostraron los mayores rendimientos de grano (10,12 t/ha y 9,86 t/ha, respectivamente), también presentaban mayores longitudes de mazorca, lo que sugiere una correlación positiva entre estas características.

La longitud de mazorca es importante porque puede reflejar la capacidad de una planta para producir una mayor cantidad de granos por

mazorca. En el estudio de Espíritu (2019), aunque no se especificó la longitud de mazorca, se observó que el híbrido Atlas 105 tenía características superiores en términos de número de granos por hilera (37,29). Estos factores están directamente relacionados con la longitud de la mazorca, ya que una mazorca más larga puede albergar más granos y, por lo tanto, contribuir a un mayor rendimiento.

5.3.6 Diámetro de Mazorca

El análisis de varianza para el diámetro de la mazorca también muestra diferencias significativas entre los tratamientos, con la raza t₁ (Pisala de Quilahuani) presentando el mayor diámetro con 6,08 cm. Este hallazgo es relevante ya que el diámetro de la mazorca es otro indicador importante del potencial de rendimiento. Estudios como el de Pinedo (2012) en Pucallpa encontraron que híbridos con mayores diámetros de mazorca tendían a tener rendimientos superiores, lo que sugiere que un mayor diámetro de mazorca puede mejorar la capacidad de la mazorca para soportar más granos, aumentando así el rendimiento total.

El diámetro de la mazorca está directamente relacionado con el tamaño y el peso de los granos, lo que puede influir en la calidad del grano. En el estudio de Espíritu (2019), se observó que el híbrido Atlas 105 tenía características superiores en términos de peso de grano, lo que podría

estar asociado con un mayor diámetro de mazorca, aunque este aspecto no fue específicamente evaluado. Un mayor diámetro de mazorca puede permitir un mejor llenado de los granos, resultando en un peso de grano más alto.

5.3.7 Peso Seco de Mazorca

El análisis de varianza para el peso seco de la mazorca en las cinco razas de maíz en Candarave muestra diferencias significativas entre los tratamientos, siendo la raza t₅ (Blanco de Candarave) el que presenta el mayor peso seco de mazorca con 143,06 g. Este resultado es coherente con los hallazgos de estudios previos que han identificado el peso seco de mazorca como un indicador crítico de la capacidad de producción de grano.

Espíritu (2019), encontró que el híbrido Atlas 105 alcanzó un peso seco de mazorca de 165,81 g; lo que refleja una buena capacidad de llenado de los granos, factor que puede estar influenciado por el peso seco de la mazorca. Obregón & Reyes (2016) reportaron un peso seco de mazorca promedio de 130 g en los cultivares evaluados, destacando la relación directa entre el peso seco de la mazorca y la eficiencia en la transferencia de nutrientes hacia los granos.

Medina (2019), destacó que la adaptabilidad de las variedades de maíz amarillo duro alto en proteína en San Martín estaba relacionada con

características genéticas que favorecían el desarrollo y llenado de mazorcas. En su estudio, la variedad Marginal 28 Tropical mostró un peso seco de mazorca de 145 g, lo que subraya la importancia de esta característica en la selección de cultivares para maximizar la producción bajo diversas condiciones ambientales.

5.3.8 Número de Hileras por Mazorca

El análisis de varianza para el número de hileras por mazorca en las cinco razas de maíz en Candarave muestra diferencias significativas entre los tratamientos. La prueba de significación Tukey revela que la raza t_5 (Blanco de Candarave) tiene el menor número de hileras (13), mientras que las razas t_1 , t_2 , t_3 y t_4 tienen un número similar de hileras (16 - 17). Estos resultados son coherentes con la literatura existente que sugiere que el número de hileras por mazorca es un factor determinante en la capacidad de una planta para producir grano.

Charalla (2019), encontró que los híbridos DK-1596 y DOW, con altos rendimientos (10,12 t/ha y 9,86 t/ha, respectivamente), presentaban un mayor número de hileras por mazorca, lo que correlaciona directamente con una mayor capacidad de producción de grano. En el estudio de Espíritu (2019), el híbrido Atlas 105 tenía un número de granos por hilera de 37,29, indicando una buena capacidad de desarrollo de hileras en la mazorca.

Obregón & Reyes (2016) resaltaron que la variabilidad fenotípica en cultivares de maíz podía afectar diversas características agronómicas, incluyendo el número de hileras por mazorca. En su estudio, se observó un promedio de 14 hileras por mazorca en los cultivares evaluados, destacando la influencia de factores genéticos y ambientales en esta característica.

5.3.8 Peso Seco de Tusa

El análisis de varianza para el peso seco de la tusa en las cinco razas de maíz en Candarave muestra diferencias significativas entre los tratamientos, con la raza t_1 (Pisala de Quilahuani) presentando el mayor peso seco de tusa con 11,33 g. Este hallazgo es relevante ya que el peso seco de la tusa puede influir en la relación entre la biomasa vegetativa y la productiva.

Medina (2019), destacó que la adaptabilidad de las variedades de maíz amarillo duro alto en proteína en San Martín estaba influenciada por sus características físicas, incluyendo el peso seco de partes vegetativas como la tusa. En su estudio, la variedad Marginal 28 Tropical presentó un peso seco de tusa de 10,5 g, lo que subraya la importancia de esta característica para la eficiencia en el uso de recursos.

Obregón & Reyes (2016) encontraron que los cultivares con características fenotípicas favorables presentaban una relación óptima entre la biomasa vegetativa y la productiva, siendo el peso seco de la tusa un indicador clave. En su estudio, los cultivares evaluados mostraron un peso seco de tusa promedio de 9,8 g.

5.3.9 Peso de 100 Granos

El análisis de varianza para el peso de 100 granos en las cinco razas de maíz en Candarave muestra diferencias significativas entre los tratamientos, con la raza t₅ (Blanco de Candarave) presentando el mayor peso promedio de 100 granos con 56,14 g. Este resultado es consistente con estudios previos que han identificado el peso de 100 granos como un indicador crucial de la calidad y productividad del grano.

Medina (2019), observó que la variedad Marginal 28 Tropical presentaba características genéticas favorables que contribuían a un alto peso de granos de 54,8 g; siendo un factor importante en la selección de cultivares para mejorar la calidad del grano. En el estudio de Espíritu (2019), el híbrido Atlas 105 tenía un peso de grano de 165,81 g por mazorca, lo que sugiere una buena calidad de grano.

Obregón & Reyes (2016), también resaltaron la importancia de la variabilidad fenotípica en cultivares de maíz y su impacto en características

agronómicas clave, incluyendo el peso de 100 granos. En su estudio, los cultivares evaluados presentaron un peso promedio de 52 g para 100 granos, destacando la influencia de factores genéticos y ambientales.

5.3.10 Rendimiento Total

El análisis de varianza para el rendimiento total en toneladas por hectárea (t/ha) en las cinco razas de maíz en Candarave muestra diferencias significativas entre los tratamientos, con la raza t₅ (Blanco de Candarave) presentando el mayor rendimiento total con un promedio de 7,76 t/ha. Estos resultados son consistentes con estudios previos donde se ha identificado el rendimiento total como un indicador crucial de la capacidad de producción de un cultivo.

Charalla (2019), encontró que los híbridos DK-1596 y DOW presentaban altos rendimientos de 10,12 t/ha y 9,86 t/ha, respectivamente, sugiriendo una correlación directa entre las características agronómicas favorables y un alto rendimiento total. Medina (2019) observó que la variedad Marginal 28 Tropical presentaba un rendimiento superior de 7,22 t/ha. Espíritu (2019), encontró que el híbrido Atlas 105 tenía un rendimiento de 10,075 t/ha. Obregón & Reyes (2016) también destacaron un rendimiento promedio de 6,8 t/ha en los cultivares evaluados.

Además, en un estudio realizado por Isuiza Ramirez (2023), en la provincia de San Martín, se evaluaron varios híbridos de maíz, encontrando que el híbrido Atlas 777 alcanzó un rendimiento de 6,05 t/ha y el híbrido Dekalb alcanzó un rendimiento de 3,31 t/ha. Villanca Alcántara (2024), en su investigación en el distrito de La Molina, Lima, reportó que el híbrido AG-612 presentó el mayor rendimiento con 11,772 t/ha, seguido del híbrido experimental 484x483 con 10,386 t/ha.

El uso de maíz pozolero en los Valles Altos de México también revela el potencial de otras variedades. En este contexto, el rendimiento de las variedades de maíz pozolero raza Elotes Occidentales fue evaluado por Santiago et al. (2023), quienes encontraron que las mejores variedades superaron el rendimiento de los testigos comerciales, alcanzando hasta 8,6 t/ha.

Los resultados obtenidos en Candarave sugieren que la raza t₅ posee un alto potencial de productividad y eficiencia en el uso de recursos, lo que es consistente con los hallazgos de estudios previos y otros autores. La selección de cultivares con características agronómicas favorables es crucial para maximizar la productividad del maíz en diferentes condiciones agroecológicas.

En este contexto específico, la raza de maíz Blanco de Candarave demostró una notable adaptabilidad al entorno. Para optimizar sus características productivas, se sugiere la implementación de estrategias de manejo agronómico avanzadas, tales como la aplicación de bioestimulantes. Estas prácticas pueden potenciar su capacidad de producción, mejorando tanto su rendimiento agronómico como su eficiencia en la utilización de recursos.

CONCLUSIONES

La investigación realizada en el distrito y provincia de Candarave, evaluó cinco razas locales de maíz (*Zea mays L.*), analizando su comportamiento agronómico y rendimiento. Como resultados en el comportamiento Agronómico; de la variación de altura de planta entre las cinco razas locales de maíz se observó que el crecimiento se detuvo en la semana 23 (158 días) después de la siembra. Respecto al desarrollo e incremento de número de hojas se contabilizó las hojas fotosintéticamente activas, existiendo una variación y descenso en distintas etapas, finalizando la fase vegetativa con la aparición de las panojas a los 116 días, y en promedio 13 a 14 hojas al final del periodo. La aparición de las primeras flores femeninas fue a los 130 días finalizando la aparición a los 158 días después de la siembra, y alcanzó la madurez fisiológica a los 260 días. No fueron significativamente afectados por factores climáticos, del suelo o de la semilla.

Se encontraron diferencias significativas entre las razas de maíz en las siguientes variables evaluadas; en longitud de mazorca, el t₅ (Blanco de Candarave) presentó la mayor medida con 10,61 cm, mientras que el t₄ (Pintado de Tarata) tuvo la menor con 9,47 cm. En diámetro de mazorca, el t₁ (Pisala de Quilahuani) alcanzó 6,08 cm, el t₅, que tuvo el menor diámetro con 5,46 cm. Respecto al peso seco de la mazorca, el t₅ obtuvo

el mayor promedio con 143,06 g. En cuanto al número de hileras por mazorca, las razas t_1 , t_2 , t_3 y t_4 presentaron promedios similares (16-17 hileras), mientras que el t_5 tuvo el menor número con 13 hileras. En peso de 100 granos, el t_5 obtuvo el mayor promedio con 56,14 g, y el t_1 , el menor con 44,70 g. Finalmente, en rendimiento total, el t_5 destacó con 7,76 t/ha, seguido por el t_2 (6,80 t/ha) y el t_3 (6,79 t/ha), mientras que los menores rendimientos fueron para el t_1 y el t_4 con 5,59 t/ha y 5,41 t/ha, respectivamente.

RECOMENDACIONES

Se recomienda priorizar las razas de maíz Blanco de Candarave (t_5), t_2 (Puko de Quilahuani), y t_3 (Pisala de Tarata) en programas de manejo agronómico, que incluya momento y densidad de siembra (mejoramiento genético) debido a su alto rendimiento (7,76 t/ha, 6,80 t/ha, y 6,79 t/ha respectivamente) y excelentes características agronómicas.

Se recomienda seguir un Manejo integrado de plagas de acuerdo a las condiciones agroclimáticas de Candarave, ya que se observó el ataque intenso de plagas (aves y roedores) que afectan directamente a las mazorcas desde el estado de grano lechoso hasta la madurez fisiológica, lo cual puede influir negativamente en el rendimiento.

Implementar estrategias como la aplicación de bioestimulantes, para optimizar aún más el rendimiento, mejorando la eficiencia de absorción de nutrientes y resistencia a las condiciones agroclimáticas como heladas.

BIBLIOGRAFÍA

- Aldrich, S. & Leng, E. (1974). *Producción moderna de maíz*. Editorial hemisferio sur. Buenos Aires, Argentina. 308 p.
- Barrios, M., Bolotín, R. (2012). *Análisis de la producción de maíz (Zea mays L.) en Venezuela entre 1999-2010*. Recuperado de: <http://saber.ucv.ve>.
- Barrios, M., Villarreal, K. & Basso, C. (2012). *Evaluación del efecto de tres fuentes nitrogenadas sobre la absorción de nitrógeno y el rendimiento de maíz (Zea mays L.)*, Rev. Fac. Agron. (LUZ),29(2),202-227.
- Blandón Herrera, R. I., & Peralta Chavarría, I. (2016). *Comportamiento agronómico de cuatro variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) evaluadas preliminarmente en siete localidades del municipio de Matagalpa, en dos ciclos agrícolas, postrera 2013 primera 2014* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria).
- Cárcamo, M. I., M. García, M. I. Manzur, Y. Montoro, W. Pengue, Á. Salgado, H. Velásquez & G. Vélez (2011) *Biodiversidad, Erosión y Contaminación Genética del Maíz Nativo en América Latina*. Primera edición. Más gráfica. Perú. 100 – 123 p.

Carrillo, A. R. (2018), *Mejoramiento del servicio de agua del sistema de conducción de riego de la sección escalera en el distrito de Candarave, provincia de Candarave - Tacna*, Estudio Definitivo, UNIDAD FORMULADORA DE PROYECTOS. 12p-13p

Catalogo visual (2011) *El Maíz*. De la época prehistórica a la actualidad. Arqueología mexicana. Editorial especial V. 38. México.

Charalla Tello, H. (2019). *Caracterización agronómica y rendimiento de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (Zea mays L.) en San Pedro-Santa Ana-La Convención*.

Chavez Sc., G. & Cols. (2014) *Servicio de colecta y elaboración de mapas de distribución y estudio socioeconómico de la diversidad genética del maíz*. ASPROMAD. Ministerio del ambiente - Perú. pág. 33 – 43. <https://www.researchgate.net/publication/276026652>.

CIMMYT, *Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, ME*. (1993). Identificación de problemas en la producción de maíz tropical, Guía de campo. Trad. M Listman; E Sánchez, Ed. Rev p. 2

Climate Data (2016). *Datos históricos del tiempo*. (Consultado el 22-01 2021). Disponible en URL: <https://es.climate-data.org/location/46279/>.

Company, LL, M. (1984). *El Maíz en Cultivo y Aprovechamiento*. Edit. Mundi, Prensa S.A. Madrid, España. Pp. 41.

Cordova T. L., Hernandez N. N. & Vasquez N. M. (2024) *Guía para la descripción de variedades nativas de maíz (Zea mays L.)*. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural y Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. México. 44 p.

Delbo, M. L. (1980). *Manual del Cultivador moderno, el forraje, la siega de los cereales, las plantas fértiles, las plantas oleífera*, Edit. Devechi S.A. Barcelona – España 113 Págs.

Deras F., H. (2011) *Guía técnica del cultivo de maíz*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Primera edición. El salvador. 20 p.

Dirección regional de agricultura (2018) *Anuario estadístico agrario Tacna*. Dirección de estadística agraria. Revisado el 22/02/2021 sitio web https://www.agritacna.gob.pe/gestores/estadistica/of_ol_estadidet_e/archivos/6750206707_6368542603.pdf.

Dirección Regional de Agricultura, (2019). *Tacna estadística de cultivos de importancia nacional y regional*, Dirección de Estadística Agraria-DEA. 4p.

Doebley J.,(2004). *The Genetics of Maize Evolution Annu Rev. Genet.* 38:
37-59

Espíritu M., M. T. (2019). *Adaptabilidad de seis cultivares híbridos de maíz amarillo duro (Zea mays) comparada con la variedad marginal 28-T en la provincia de Tocache, departamento San Martín.*

Flores-Naveda, A., Valdés-Lozano, C. G., Zavala-García, F., Olivares-Sáenz, E., Gutiérrez-Díez, A., & Vázquez-Badillo, M. E. (2013). *Comportamiento agronómico de líneas para la producción de semilla de sorgo.* *Agronomía Mesoamericana*, 24(1), 111-118.

Gobierno Regional de Tacna, (2009). *Plan estratégico regional del sector agrario de tacna 2008 – 2015*, Dirección Regional Sectorial de Agricultura Tacna. 13p.

Goodman, M. & Wilkes, H. G. (1995) *Mystery and Missing Links*. The origin: of Maize. In: Taba S. *Maize Genetic: Resources*. Technical Editor. CIMMYT, México.

Grobman, A. (2012). *Maíces prehistóricos.* *Agronoticias* 33 (373): 80.

Grobman, A., W. Salhuana & R. Sevilla with P. C. Mangelsdorf. (1961). *Races of Maize in Perú.* Their origins, evolution and classification. Pub. 915. NAS-NRC, Washington, D.C.

Hinostroza, R., & Tavita, S. (2016). *Evaluación del comportamiento de híbridos simples de líneas cimmyt de maíz amarillo duro (Zea mays L.) en Oxapampa.*

Hortus (2020) *El maíz es el cultivo más importante Para el Perú.* Revisado el 22/02/2021 sitio web <https://www.hortus.com.pe/detalle-noticia/el-maiz-es-el-cultivo-mas-importante-en-extension-para-el-peru>.

Huamanchumo, C. (2013). *La cadena de valor de maíz en el Perú: diagnóstico del estado actual, tendencias y perspectivas.* IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). Boletín Informativo. Lima-Perú. 107 p.

Huillca Quispe, J. (2013). *Comparativo de rendimiento de cinco compuestos y dos variedades de Kiwicha (Amaranthus caudatus L.) en condiciones de K'ayra.*

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), (2015) *Tecnología en Maíz* (<http://www.inia.gob.pe/tecnologias/cultivos/132-cat-tecnologias/cultivos/395-tecnologia-en-maiz>).

Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2020). *Manual técnico del cultivo de maíz amarillo duro.* Lima, Perú.

Isuiza Ramirez, R. (2023). *Caracterización de híbridos de Maíz (Zea mays) en la Provincia de San Martín.*

Leon, J. (1987). *Botánica de los cultivos tropicales* Edt. IICA San José de Costa Rica 12 Págs.

López, A. (1991). *Fertilidad del suelo y fertilización.* México: Editorial Trillas.

López, L. (1991). *Cultivos Herbáceos "Cereales"* Vol. IV. Ediciones Mundi-Prensa. España. 539 p.

López, M., Martínez, R., Brossard, M., Bolívar, A., Alfonso, N., Alba, A. & Pereira, H. (2008). *Efecto de biofertilizantes bacterianos sobre el crecimiento de un cultivar de maíz en dos suelos contrastantes venezolanos*, *Agronomía Tropical*, 58(4),391-401.

Manrique, A. (1987). *El maíz en el Perú.* Lima, PE. EDIGRAF. 208p.

Manrique, A. (1997). *El maíz en el Perú.* 2 ed. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). Lima-Perú. 362 p.

Manzur, M., Cárcamo, M., García, M., Montoro, Y., Pengue, W., Salgado, Á., & Vélez, G. (2011). *Estudio sobre la biodiversidad, erosión y contaminación genética del maíz criollo en Chile.* Biodiversidad, erosión y contaminación genética del maíz nativo en América Latina. Editado por M. Manzur, Primera Edición, Santiago.

Martínez, M. R. (2008). *Los cuatro horizontes del maíz*. La hermandad del maíz. Ediciones Los Planes. San Salvador. 7p.

Medina Ruiz, A. (2019). *Evaluación de adaptabilidad de ocho variedades de maíz amarillo duro (Zea mays L.) de alta calidad proteica introducidos a las condiciones agroecológicas de la provincia de San Martín*.

MINAG. (2010). *Estadística Económica*. Unidad Estadística. Ministerio de Agricultura del Perú.

MINAGRI, (2019). “*El Agro en Cifras*”, boletín estadístico mensual - Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas/ DGESEP. Dirección de Estadística Agraria/ DEA. Ministerio De Agricultura Y Riego.

MINAGRI, (2019). *Plan nacional de cultivos campaña agrícola 2019-2020*, Ministerio De Agricultura Y Riego

MINAGRI, (2020). *Marco orientador de cultivos campaña agrícola 2020 – 2021*. Dirección General de Políticas Agrarias. Ministerio de Agricultura y Riego. 104 p.

MINAM (2018), *línea de base de la diversidad genética del maíz peruano con fines de bioseguridad*, Ministerio del Ambiente. 88p-89p

Obregón Moreno, D. J., & Reyes Cáceres, J. J. (2016). *Comportamiento agronómico y adaptabilidad de cuatro cultivares de maíz (Zea mays L.) en nueve localidades de los municipios de Darío, San Ramón y San Dionisio, departamento de Matagalpa*, postrera 2013 (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).

Ortigoza Guerreño Javier, López Talavera Carlos Antonio & González Villalba Jorge Daniel. (2019) *Guía técnica cultivo de maíz*. – San Lorenzo, Paraguay: FCA, UNA. 48 p.

PaliwaL, R. L. (2001). *El maíz en los trópicos*. Mejoramiento y producción. Colección FAO: producción y protección vegetal N° 28. Roma. 350 pp.

Parsons, D. (1988). *Manuales para la educación agropecuaria*. Producción vegetal N° 10. 7° Reimpresión. Editorial Trillas. México DF. 9, 10, 17 p.

Perez Romero, M. D. P. (2018). *Comportamiento agronómico y contenido de antocianina de tres ecotipos de maíz morado (Zea mays L.) Bajo condiciones semiáridas de Arequipa-2013*.

Pinedo Lopez, H. (2012). *Evaluación del comportamiento de tres híbridos, una variedad, un segregante y una raza de maíz (Zea mayz L.) en un entisol de Pucallpa*.

Piña Flores, R. D. (2020). *Importancia de los cultivos nativos como bancos de germoplasma*.

Poehlman, J. M. & Sleper, D. A. (2003). *Mejoramiento genético de las cosechas*. Segunda edición. Noriega editores. México. 497 - 511 pp.

Quispe B., C. & Chura C., J. (2018) *Línea de base de la diversidad genética del maíz peruano con fines de bioseguridad*. Ministerio del Ambiente. Primera edición. Editorial Grupo Raso, Lima Perú. 28 p.

Restrepo, K. T. C., Hernández, J. F. R., Posada, E. A. E., & Franco, L. A. R. (2021). *Efecto de diferentes tipos de fertilizantes en el crecimiento del maíz criollo, Capachi morado, en el municipio de Andes, Antioquia*. *Temas agrarios*, 26(2), 140-151.

Reyes Castañeda P. 1990. *El Maíz y su Cultivo*. AGT editor. México, D.F. Pp. 460.

Rimache, M. (2008). *Cultivo de maíz*. 1º Ed. Empresa editora Macro E.I.R.L. LIMA, Perú. 32,34-35 p.

Rocandio-Rodríguez, Mario; Santacruz-Varela, Amalio; Córdova-Téllez, Leobigildo; López-Sánchez, Higinio; Castillo-González, Fernando; Lobato-Ortiz, Ricardo; García-Zavala, J. Jesús & Ortega-Paczka, Rafael (2014) *Caracterización morfológica y agronómica de siete*

razas de maíz de los valles altos de México. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México. Revista Fitotecnia Mexicana, vol. 37, núm. 4, pp. 351-361.

Romero Vargas, C. E. (2020). *Comportamiento de 15 familias de medios hermanos de maíz amarillo duro (Zea mays L.) en condiciones de Pucallpa*.

Ruiz Corral, J. A., Medina García, G., Ramírez Díaz, J. L., Flores López, H. E., Ramírez Ojeda, G., Manríquez Olmos, J. D., ... & Mora Orozco, C. D. L. (2011). *Cambio climático y sus implicaciones en cinco zonas productoras de maíz en México*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 2(SPE2), 309-323.

Salhuana M., W. (2000). *Diversidad y descripción de las razas de maíz en el Perú*.

Santiago-López, N., García-Zavala, J. J., Santiago-López, U., & Esquivel-Esquivel, G. (2023). *Rendimiento de variedades de maíz pozolero raza 'elotes occidentales' evaluadas en Valles Altos de México*. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 14(5), 100-108.

Sevilla, R. & Valdez, A. (1985). *Estudio de la factibilidad del cultivo de maíz morado*. Fondo de Promoción y Exportación (FOPEX). Lima, Perú 46 p.

- Sevilla, R. (2006). *Definiciones conceptuales básicas del germoplasma vegetal*. Lima Perú. Recuperado de <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/publ459.pdf>
- Suárez, N. R. (2012). *La revolución en la toma de decisiones estadísticas: el p-valor*. Telos, 14(3), 439-446.
- Takhtajan, A. (1980). *Outline of classification of: flowering plants (Magnoliophyta)*. The Botanical Review. New York, Estados Unidos. 46: 225-226, 316-318.
- Tapia, M. & Fries, A. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. FAO y ANPE. Lima-Perú .209 p.
- Vega, M.A. (1972). *Análisis discriminante para la diferenciación de razas de maíz*. Tesis Ingeniero Estadístico UNA La Molina. Lima, Perú
- Villanca Alcántara, A. A. (2024). *Comportamiento de híbridos dobles experimentales de maíz amarillo duro (Zea mays L.) en siembra de invierno*.
- Wellhausen J. E., Roberts M. L., Hernandez X. E: & Mangelsdorf C.P. (1951) *Razas de maíz en México, su origen, características y distribución*. Programa de Agricultura Cooperativo de la secretaria de Agricultura y Ganadería de México D. F. 239 p.

Anexos

Anexo 1. Variable de altura de planta (cm)

BLOQUE	TRATAMIENTOS				
	1	2	3	4	5
B1	178,40	170,20	175,60	196,60	180,40
B2	207,00	179,50	194,40	195,20	184,80
B3	194,80	202,00	202,60	190,40	201,20
B4	189,80	199,20	195,00	199,40	184,80
B5	165,00	192,20	178,40	173,40	170,20

Anexo 2. Variable de numero de flor femenina por planta (unidad)

BLOQUE	TRATAMIENTOS				
	1	2	3	4	5
B1	1	3	1	1	2
B2	2	2	2	1	1
B3	2	2	2	2	2
B4	2	1	2	1	1
B5	2	1	2	2	2

Anexo 3. Variable de altura de inserción de mazorca (cm)

BLOQUE	TRATAMIENTOS				
	1	2	3	4	5
B1	80,00	61,80	74,00	97,20	74,40
B2	98,00	80,20	85,25	94,30	80,60
B3	84,00	90,40	94,40	63,50	80,10
B4	93,80	89,80	64,67	98,13	75,90
B5	76,20	93,40	75,60	67,00	64,80

Anexo 4. Variable número de hojas por planta (unidad)

BLOQUE	TRATAMIENTOS				
	1	2	3	4	5
B1	15	13	13	13	12
B2	13	13	12	12	12
B3	13	13	13	12	12
B4	12	12	13	14	13
B5	13	12	12	13	11

Anexo 5. Variable de longitud de mazorca (cm)

BLOQUE	TRATAMIENTOS				
	1	2	3	4	5
B1	9,33	9,93	10,22	9,89	11,14
B2	9,21	9,93	9,62	9,78	10,53
B3	9,94	9,93	10,59	8,76	10,63
B4	9,94	10,40	10,40	9,85	10,61
B5	10,28	8,99	9,39	9,07	10,12

Anexo 6. Variable de diámetro de mazorca (cm)

BLOQUE	TRATAMIENTOS				
	1	2	3	4	5
B1	5,91	5,99	5,71	6,13	5,57
B2	5,82	6,09	6,09	5,88	5,48
B3	5,99	5,99	5,70	6,15	5,56
B4	6,33	5,58	5,58	5,65	5,56
B5	6,33	5,99	5,99	5,91	5,13

Anexo 7. Peso seco de mazorca (g)

BLOQUE	TRATAMIENTOS				
	1	2	3	4	5
B1	130,94	131,98	131,90	140,94	142,14
B2	131,98	131,98	133,85	140,19	143,69
B3	131,68	132,08	137,13	127,63	143,39
B4	132,78	132,18	129,32	134,74	143,49
B5	132,03	130,85	130,85	127,02	142,61

Anexo 8. Variables de peso de 100 granos (g)

BLOQUE	TRATAMIENTOS				
	1	2	3	4	5
B1	46,45	48,53	48,09	50,30	51,72
B2	44,36	48,52	48,52	53,01	56,95
B3	44,46	44,36	43,71	49,93	58,24
B4	43,03	48,62	45,73	46,63	56,54
B5	45,19	45,73	45,83	54,56	57,26

Anexo 9. Variable de peso seco de tusa (g)

BLOQUE	TRATAMIENTOS				
	1	2	3	4	5
B1	11,06	8,69	8,45	11,94	10,39
B2	11,36	8,69	9,07	10,78	11
B3	10,37	8,7	9,38	9,34	9,87
B4	10,38	8,71	8,21	8,45	9,73
B5	13,46	8,72	8,84	8,07	8,63

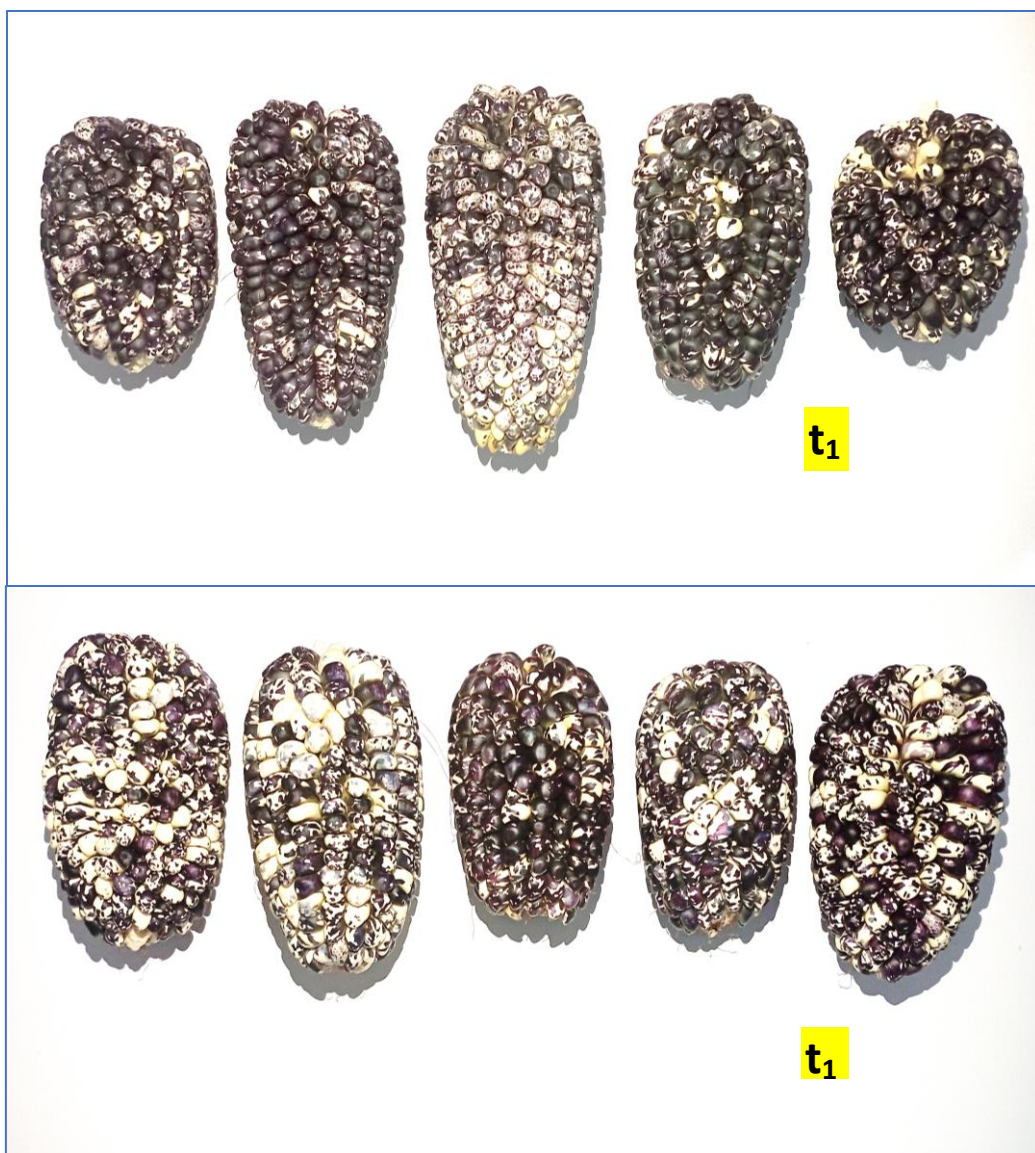
Anexo 10. Variable de numero de hileras por mazorca

BLOQUE	TRATAMIENTOS				
	1	2	3	4	5
B1	17,00	16,00	16,00	17,00	14,00
B2	16,00	16,00	17,00	16,00	13,00
B3	17,00	17,00	17,00	16,00	13,00
B4	17,00	17,00	15,00	17,00	14,00
B5	19,00	17,00	17,00	16,00	12,00

Anexos 11. Variable de rendimiento total (t/ha)

BLOQUE	TRATAMIENTOS				
	1	2	3	4	5
B1	4,50	6,81	7,67	7,01	7,94
B2	6,02	7,14	6,81	4,76	6,68
B3	5,93	6,94	7,62	5,29	8,03
B4	6,06	7,08	5,82	6,61	9,19
B5	5,42	6,02	6,02	3,37	6,94

Anexo 12. Muestra de la raza Pisala de Quilahuani



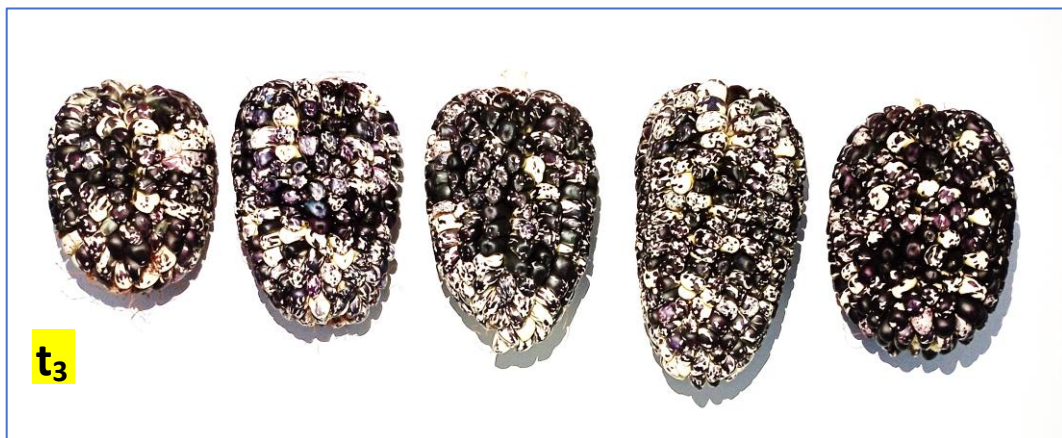


Anexo 13. Muestra de la raza Puko de Quilahuani

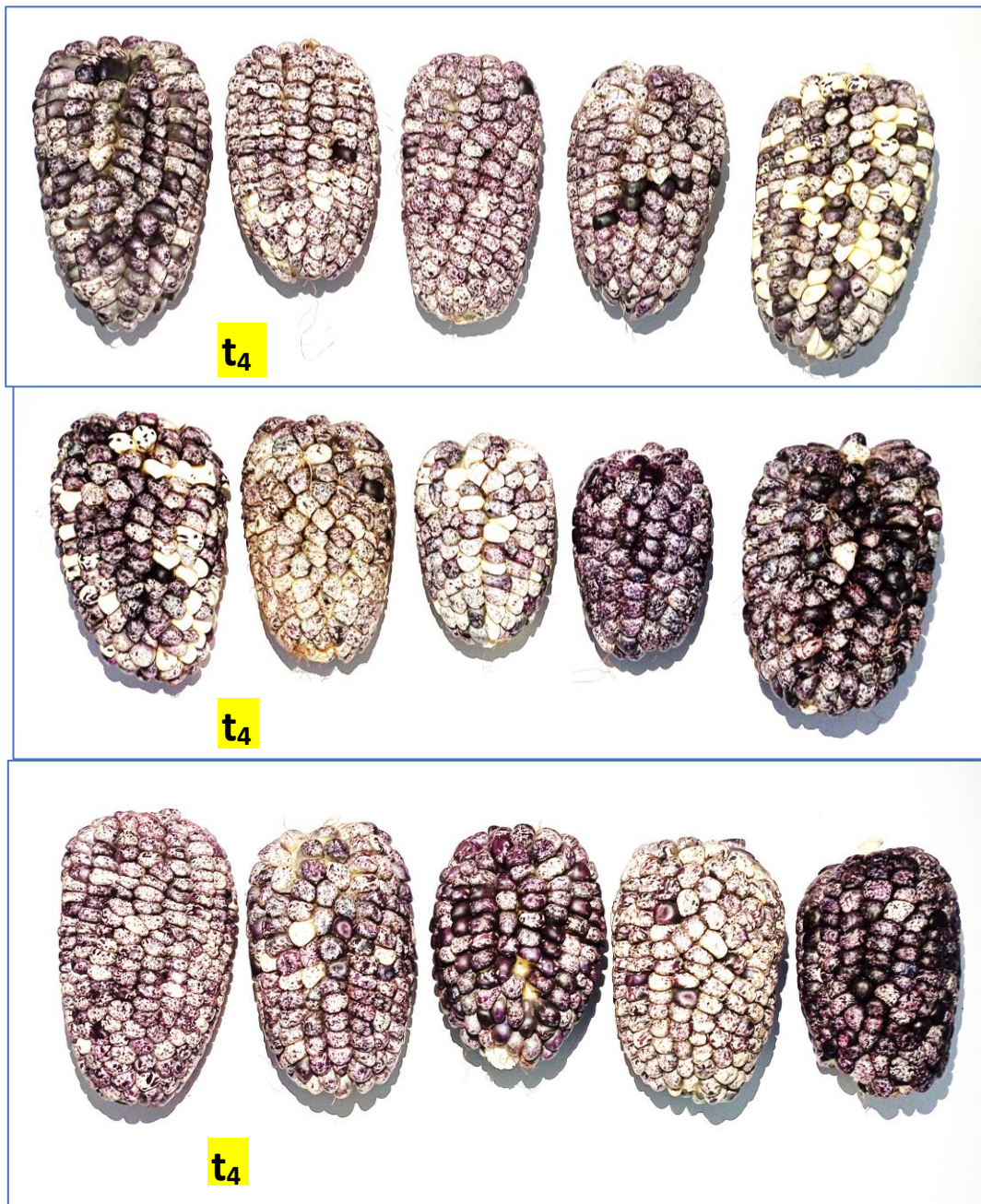




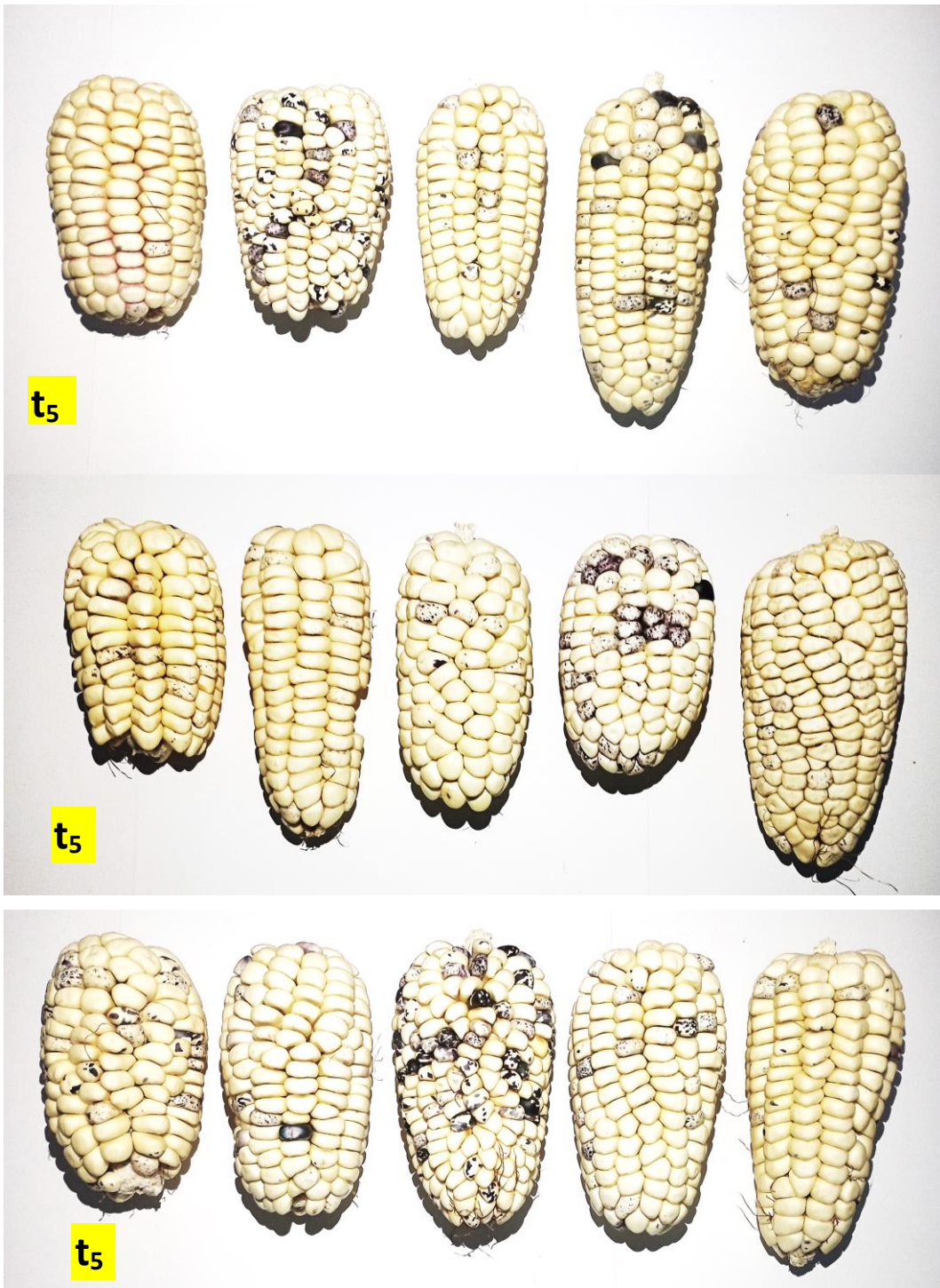
Anexo 14. Muestra de la raza Pisala de Tarata



Anexo 15. Muestra de la raza Pintado de Tarata



Anexo 16. Muestra de la raza Blanco Candarave



Anexo 17. Etapas fenológicas de maíz en Candarave

0 días	19 días	29 días	60 días	90 días	116 días	131 días	158 días	174 días	200 días	260 días
SIEMBRA	VE - V1	V2	V6	V14	VT	R1	R1- R2	R2- R4	R4	R6
SIEMBRA	FASE VEGETATIVA					FASE REPRODUCTIVA			COSECHA	

Anexo 18. Resultado de análisis de suelo realizado por la UNALM – LIMA.

 **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
 Av. La Molina s/n. Telf.: 614 7800 Anexo 226 / 349 3969 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe

 N° 016167

ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE : KARINA ROCIO ACERO RAMOS
 PROCEDENCIA : Distrito: Candarave, provincia: Candarave, departamento: Tacna
 RESP. ANÁLISIS : Ing. Elizabeth Monterrey Porras
 FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 14 de setiembre de 2022

Número de muestra		CE	Análisis Mecánico				pH	M.O.	P	K	CaCO ₃	Cationes Cambiables					
Lab.	Campo	dS / m	Arena	Limo	Arcilla	Textura	Relación 1:1	%	ppm	ppm	%	CIC total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al ⁺⁺⁺ +H ⁺
		Relación 1:1	%	%	%							Cmol (+) / Kg					
16167	suelo	0.35	73.28	23.08	3.64	Franco arenoso	7.15	1.38	15.46	978.00	0.15	9.73	4.75	1.87	0.78	2.35	-


 Eusebio Ingo Blanco, PhD.
 JEFE DE LABORATORIO


 KARINA ROCIO ACERO RAMOS