

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL



TESIS:

**Rendimiento y calidad de híbridos de maíz amarillo duro
(*Zea mays* L.) Sivia - Huanta a 1243 msnm**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGROFORESTAL

PRESENTADO POR:

Bach. Patrick Harry RODRIGUEZ CCARHUAPEÑA

ASESOR:

Ing. Eduardo ROBLES GARCÍA

AYACUCHO - PERÚ

2025

A Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi vida y mi formación profesional.

A mis queridos padres Héctor y Juana por el apoyo Incondicional y el sacrificio que mostraron por mi desarrollo como persona y como profesional.

A mis hermanas, Denisse y Sandra; por el apoyo constante que siempre me brindaron y fueron capaces de realizar mis sueños y cumplir mi meta de ser profesional.

A mis queridos sobrinos Bel, Matias y Jolden que son una fortaleza de lucha en mi vida. A Angie por su apoyo incondicional, gracias por estar a mi lado.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi alma Mater por las enseñanzas impartidas en mi formación académica y por haberme brindado todas las facilidades para la consecución de mis objetivos trazados.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal - Pichari en cuyas aulas adquirí valiosas enseñanzas y conocimientos para formarme profesionalmente.

Al Ing. Eduardo Robles García, gestor y asesor que gracias a todo su conocimiento, sabiduría y experiencia profesional me guio e hizo posible la culminación de este proyecto tan anhelado.

A los miembros del Jurado, Dr. Lurquin Marino Zambrano Ochoa, M.Sc. Juan Anibal Galindo, Dr. Brian Adonai Medina Gómez y al Ing. Eduardo Robles García, por sus aportes en la realización de este trabajo de investigación.

Al Ing. Nene Luis Santivañez Sánchez Gerente general de la Cooperativa Agraria “EL Quinacho” Ltda. 078 quien me brindo su apoyo en mi formación profesional, en la ejecución y culminación de la presente tesis.

De igual manera, expreso mi gratitud a todas aquellas personas que me brindaron su apoyo y colaboración incondicional en las diferentes etapas de desarrollo del trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO TEÓRICO	3
1.1. Maíz amarillo duro	3
1.1.1. Centro de origen.....	3
1.1.2. Morfología descriptiva del maíz amarillo duro	3
1.1.3. Clasificación taxonómica del maíz amarillo duro	6
1.2. Manejo agronómico.....	6
1.2.1. Cosecha	6
1.2.2. Secado.....	7
1.3. El maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i> L. Indurata St).....	7
1.3.1. El maíz amarillo duro.....	7
1.3.2. El maíz amarillo en el Perú.....	8
1.3.3. El maíz híbrido	9
1.3.4. Producción del maíz amarillo	9
1.3.5. Rendimientos	10
1.4. Densidades de siembra de los híbridos.....	10
1.4.1. Densidades altas de maíz	10
1.4.2. Distancia de siembra	11
1.5. Fertilización.....	13
CAPÍTULO II	16
METODOLOGÍA	16
2.1. Ubicación del experimento.....	16
2.2. Tipo de investigación	17
2.2.1. Operacionalización de variables.....	18

2.2.2. <i>Criterios de medición de las variables</i>	18
2.3. Población y muestra	20
2.4. Técnicas e instrumentos	21
2.5. Procedimientos	21
2.5.1. <i>Diseño de investigación</i>	21
2.5.2. <i>Material genético</i>	21
2.5.3. <i>Condiciones climáticas del lugar de ensayo</i>	24
2.5.4. <i>Análisis de suelos</i>	26
2.5.5. <i>Fórmula de abonamiento y aportes de los niveles de nitrógeno durante el crecimiento del cultivo</i>	27
2.5.6. <i>Tratamientos</i>	27
2.5.7. <i>Características del campo experimental</i>	28
2.5.8. <i>Unidad experimental</i>	29
2.5.9. <i>Instalación y conducción del experimento</i>	29
CAPÍTULO III.....	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
3.1. Variables de precocidad	32
3.2. Variables de rendimiento.....	34
3.2.1. <i>Altura de planta</i>	34
3.2.2. <i>Altura a la mazorca</i>	36
3.2.3. <i>Longitud de mazorca</i>	37
3.2.4. <i>Diámetro de la mazorca</i>	39
3.2.5. <i>Peso de mazorca</i>	40
3.2.6. <i>Peso de 1000 semillas</i>	42
3.2.7. <i>Rendimiento de grano</i>	43
CONCLUSIONES	46
RECOMENDACIONES.....	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1 <i>Productividad, longitud de mazorcas, diámetro de las mazorcas y diámetro de la tusa (marlo) en materiales de maíz sometidos a diferentes arreglos poblaciones.....</i>	12
Tabla 1.2 <i>Necesidades de fertilizantes para un híbrido de alto rendimiento (kg/ha) ..</i>	14
Tabla 2.1 <i>Operacionalización de variables.....</i>	18
Tabla 2.2 <i>Tratamientos e híbridos del experimento</i>	18
Tabla 2.3 <i>Datos climáticos de temperatura, máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico, campaña 2023. Estación meteorológica San Francisco – Ayacucho</i>	25
Tabla 2.4 <i>Análisis del suelo del terreno experimental C.P Guayaquil, 1243 msnm</i>	27
Tabla 3.1 <i>Estados fenológicos de las variedades de maíz amarillo duro en dds. Sivia 1243 msnm.....</i>	32
Tabla 3.2 <i>Análisis de variancia de la altura de planta en las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm</i>	34
Tabla 3.3 <i>Análisis de variancia de la altura de planta a la mazorca en las variedades de maíz. Sivia 1243 msnm</i>	36
Tabla 3.4 <i>Análisis de variancia de la longitud de mazorca en las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm</i>	37
Tabla 3.5 <i>Análisis de variancia del diámetro de la mazorca en las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm</i>	39
Tabla 3.6 <i>Análisis de variancia del peso de mazorca en las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm</i>	40
Tabla 3.7 <i>Análisis de variancia del peso de 1000 semillas de las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm</i>	42
Tabla 3.8 <i>Análisis de variancia del rendimiento de grano al 14 % de humedad en las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm.....</i>	43
Tabla 3.9 <i>Medidas descriptivas de las variables relacionadas al rendimiento, Índice de mazorca, hileras por mazorca, porcentaje de desgrane de los híbridos evaluados de maíz duro. Sivia 1243 msnm.....</i>	45

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 <i>Regresión cuadrática del rendimiento de grano en función de la densidad de planta por hectárea</i>	13
Figura 1.2 <i>Estados fenológicos de crecimiento y desarrollo del maíz</i>	15
Figura 2.1 <i>Ubicación geográfica de la parcela experimental (C.P Guayaquil)</i>	17
Figura 2.2 <i>Diagrama Ombrotérmico de la temperatura vs precipitación correspondiente a la campaña agrícola 2023, registrado en la Estación Meteorológica San Francisco-Ayacucho</i>	26
Figura 2.3 <i>Unidad experimental y sus dimensiones</i>	29
Figura 3.1 <i>Prueba de Tukey de la altura de planta de las variedades de maíz amarillo duro Sivia 1243 msnm</i>	35
Figura 3.2 <i>Prueba de Tukey de la altura de planta a la mazorca de las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm</i>	36
Figura 3.3 <i>Prueba de Tukey de la longitud de mazorca de las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm</i>	38
Figura 3.4 <i>Prueba de Tukey del diámetro de mazorca de las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm</i>	39
Figura 3.5 <i>Prueba de Tukey del peso de mazorca de las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm</i>	41
Figura 3.6 <i>Prueba de Tukey del peso de 1000 semillas de las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243msnm</i>	42
Figura 3.7 <i>Prueba de Tukey del rendimiento de grano al 14 % de humedad de las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm</i>	44

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Análisis de caracterización del suelo del trabajo de investigación, Sivia 1 243 msnm	52
Anexo 2. Medidas descriptivas de la longitud de mazorca, diámetro de mazorca, peso de mazorca y número de hileras por mazorca. Sivia 1243 msnm	53
Anexo 3. Datos de la altura de la planta (AT) y Altura a inserción de la mazorca (AIM). Sivia 1243 msnm.....	57
Anexo 4. Datos del rendimiento y el promedio del peso de 1000 semillas de las variedades de maíz amarillo duro, Sivia 1243 msnm.....	59
Anexo 5. Panel fotográfico	60

RESUMEN

El trabajo experimental está basado en los resultados obtenidos en maíces amarillos de grano duro en el centro poblado de Guayaquil (VRAEM), distrito de Sivia, provincia Huanta, departamento Ayacucho a una altitud de 1243 msnm. Los objetivos del presente trabajo fueron: a) Identificar las características de los maíces híbridos que tengan la potencialidad de adaptarse y elevar los rendimientos promedios de la zona del VRAEM. b) Determinar la precocidad de los híbridos evaluados en comparación con una variedad local. Los híbridos evaluados fueron: Dekalb 399, Pac 777, Espartano y un maíz local de libre polinización. Los híbridos evaluados llegaron a la madurez fisiológica a los 120 a 130 días, la variedad Local muestra ser más tardía que llega a este estado entre 125 a 135 días. En lo referente a las variables de rendimiento los híbridos muestran un alto índice de mazorca, en la altura de planta y altura a la mazorca los híbridos tienen una menor altura comparado con el cultivar local llegando a valores de 209.21 cm hasta 198.82 cm para la altura de planta y altura a la mazorca de 97.09 cm a 93.57 cm. La variable de mayor importancia es el rendimiento de grano al 14 % de humedad, los híbridos tienen superioridad estadística frente al cultivar Local, siendo el híbrido Pac 777 como el mayor rendimiento en grano con un valor de 7056.11 kg ha⁻¹ sin diferencia estadística frente a los demás híbridos. Este valor del rendimiento hace que sea una alternativa económica para el agricultor de la zona de selva, también es una opción para su consumo y servirá también alimento para sus animales de crianza familiar.

Palabras clave: Híbridos, polinización, maíz duro, precocidad y rendimiento.

INTRODUCCIÓN

El maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), cultivado para sus muchos propósitos, incluidos la alimentación humana, el maíz y los granos, este grano tiene una enorme importancia socioeconómica y agrícola para nuestra nación. Tanto animales como humanos dependen de él como fuente de energía y proteínas, y juega un papel importante en la producción de piensos equilibrados en el sector de la nutrición animal.

El Perú, el año 2021 importó 3.7 millones de toneladas de maíz amarillo duro que representa un gasto de 1000 millones de dólares. La producción nacional solo abastece el 23 %, de la demanda nacional con una producción de 1.2 millones de toneladas. En cuanto a la producción nacional de este cultivo, esta se ha estancado en alrededor de 1.2 millones de toneladas en los últimos diez años. (ConmexPeru, 2021)

En Ayacucho, se reportó para el año 2021 una producción de 3054 toneladas que representa 0.28 % de la producción nacional (MINAGRI, 2021), esta obtención de este valor se da básicamente para el autoconsumo y la venta en los mercados regionales.

El maíz amarillo duro, que se puede cosechar durante todo el año, prospera en el valle agroecológicamente rico de los ríos Apurímac y Ene. Usar tipos híbridos tropicales que brinden altos rendimientos es una opción básica, pero los rendimientos promedio son bastante bajos, calidad y precocidad. Elevar la productividad mediante la adaptación de nuevas variedades híbridas, es el principal objetivo, esto será una expectativa y alternativa de siembra en el VRAEM. El siguiente trabajo tiene la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos:

Objetivo general

Adaptación de híbridos de altos rendimientos, precoces y de calidad de maíces en la localidad de Sivia -Huanta

Objetivos específicos

1. Identificar la variedad de maíz amarillo duro híbrido que mejor se adapte en su rendimiento y precocidad en el centro poblado Guayaquil, distrito de Sivia.
2. Determinar las variables asociados al rendimiento y calidad del grano de los híbridos de maíz amarillo duro frente al maíz de la zona.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Maíz amarillo duro

1.1.1. Centro de origen

Una bendición inesperada otorgada a los españoles por el nuevo mundo en forma de yuca y maíz, estos cultivos fueron de gran importancia y practicidad en los eventos que rodearon las conquistas y descubrimientos. De todas las teorías presentadas por varias organizaciones de estudio, las tres más probables (Llanos, 1984, p.10):

1. *Tripsacum*, *Teosintle* y maíz con ancestros de una especie que ya no existe.
2. La selección humana, la hibridación con otras especies extintas o una mutación pasada condujeron a la descendencia del maíz del *Teosintle*.
3. El maíz tunicado reventón, que ya no existe, es el progenitor silvestre del maíz domesticado. El *Teosyntle*, un híbrido de maíz y *Tripsacum*, es un desarrollo más reciente.

Cavero (1986) afirma que, dos grandes antepasados estadounidenses del maíz, domesticados independientemente: México y Perú, ocurrieron prácticamente simultáneamente. Este último contiene las mazorcas de maíz más antiguas y antiguas descubiertas en América del Sur que datan de hace 5.000 a 3.800 años en el complejo Pikimachay en Ayacucho. Los antiguos peruanos, a diferencia de sus homólogos mexicanos, pudieron utilizar las intuiciones más avanzadas de la selección natural para producir una amplia variedad de cultivos (p. 10).

1.1.2. Morfología descriptiva del maíz amarillo duro

Manrique (1997) afirma que, en aproximadamente tres o cuatro meses, la planta anual de maíz monoico puede convertir muchos componentes en los complejos químicos de reserva que se encuentran en el grano, como azúcar, almidón, proteínas, aceite, vitaminas y más (p. 11).

El pericarpio puede ser blanco o de color, y los granos pueden tener un endospermo vítreo duro, cristalino o transparente que es principalmente almidón corneal. El pericarpio también puede ser translúcido. Son resistentes a plagas y enfermedades, y son maíz de velocidad media. Esta variedad de maíz es conocida como maíz de gallina o perla en Perú. Como cultivo forrajero costero y un ingrediente en la alimentación de cerdos y aves, prospera en las cálidas condiciones tropicales de la costa de la selva tropical y los valles bajos de la sierra.

a) Raíz

Manrique (1999) indica que, el origen del sistema radicular se remonta a la radícula embrionaria, específicamente al punto de crecimiento de los hipocótilos. Este proceso culmina en los primordios radiculares adventicios que eventualmente formarán el sistema radicular fibroso definitivo, junto con la eliminación del sistema radicular seminal inicial. Este proceso comienza a los ocho días de la salida del coleóptilo, en los nudos y coronas, superpuestos en la base del tallo (p. 11).

El maíz posee un sistema radicular fasciculado bastante extenso formado por tres tipos de raíces (Llanos, 1894, p. 11):

1. La radícula y las raíces seminales son los principales tipos de raíces que puede producir una semilla.
2. La gran mayoría del sistema radicular de una planta consiste en las raíces principales o secundarias que brotan de la corona y se extienden por encima de las raíces principales.
3. En tercer lugar, las raíces adventicias y aéreas que emergen en último lugar, en los nudos base del tallo, por encima de la corona.

b) Tallo

Llanos (1984) menciona que, el tallo enorme y nudoso está formado por entrenudos que están divididos por nudos que son más o menos perceptibles. Las raíces aéreas se originan en los nodos inferiores y tienen entrenudos cortos cuando la planta está cerca de la tierra. Tiene una base circular y una depresión cada vez más profunda a medida que se eleva desde el suelo; el tallo continúa siendo circular hasta la inflorescencia masculina o panícula en la parte superior de la planta, desde donde se crea el pedúnculo que sostiene la mazorca (p. 12).

c) Hoja

Llanos (1984) típicamente, las plantas de maíz producen de 15 a 30 hojas alargadas y envueltas por planta; estas hojas se distribuyen alternativamente a lo largo del tallo y tienen bordes ásperos, finamente ciliadas y ligeramente onduladas, midiendo de 4 a 5 cm de ancho y de 30 a 50 cm de largo (p. 12).

INIA (2020), explica que los brotes en los nudos del tallo dan lugar a las hojas; el número exacto de hojas producidas por una variedad determinada de planta es proporcional al número de nudos en su tallo. Una lámina foliar alargada y lanceolada con una nervadura central prominente y venas delgadas paralelas forma una sola hoja (p. 35).

d) Inflorescencia

Llanos (1984) el maíz es una planta con solo un tipo de flor, masculina y femenina, en cada una de sus cuatro patas. Las flores masculinas se agrupan en la parte superior del tallo en mechones o personas, y emergen en pares a lo largo de muchas ramas delgadas y plumosas en la base de la planta. Cada espiga, o panícula, tiene de 6 a 8 mm de diámetro. Tres estambres, dispuestos en largas filas, están presentes en cada flor masculina. Las espiguillas femeninas, o espículas, están encerradas en brácteas sedosas o barbudas y forman una ramificación lateral densa y cilíndrica (p. 12)

e) Fruto

Manrique (1997), afirma que los granos están encerrados en una membrana delgada y seca de origen materno conocida como pericarpio y cutícula. El embrión y el endospermo, que contiene vitaminas, proteínas y carbohidratos, se encuentran dentro del pericarpio (p. 13).

Llanos (1984); la fruta, a menudo conocida como grano, es realmente una cariósida que consiste en el pericarpio (la capa externa), el endospermo (la carne interna) y el germen (la semilla), en ese orden. Si el momento de la fertilización es el correcto, cada flor femenina producirá una fruta en forma de grano que es casi tan dura como un guijarro, y será de color amarillo brillante, morado o blanco. Los frutos estarán dispuestos en hileras a lo largo de un eje grueso.

Los granos de maíz están constituidos principalmente de 3 partes:

- ✓ La cascarilla (pericarpio) 2n
- ✓ Aleurona (Capa delgada que cubre el endospermo (3n))
- ✓ El endospermo (3n)
- ✓ El germen (2n)

Como capa protectora, la cáscara o PERICARPIO cubre el exterior del grano. El endospermo está envuelto en una delicada cubierta llamada aleurona. El ENDOSPERMA constituye hasta el 80% del peso de un grano y sirve como almacén de energía. Se compone principalmente de almidón con un pequeño porcentaje de proteínas, aceites, minerales y oligoelementos. Dentro del GERMEN, encontrará una pequeña planta en miniatura, mucho aceite, que sirve para alimentar a la planta a medida que comienza su fase de crecimiento, y una gran cantidad de otros componentes esenciales para la germinación y el posterior desarrollo de la planta (p. 13)

1.1.3. Clasificación taxonómica del maíz amarillo duro

Cronquist (1988) afirma que el maíz (*Zea Mays* L.) tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	: Vegetal
División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Orden	: Poales
Familia	: Poaceae
Tribu	: Maydeas
Género	: <i>Zea</i>
Especie	: <i>Zea mays</i> L
Nombre común	: Maíz
2n cromosomas	: 20

1.2. Manejo agronómico

1.2.1. Cosecha

El INIA (2020), el maíz amarillo debe cosecharse en el momento adecuado, cuando los granos hayan alcanzado la madurez fisiológica y se haya formado una capa negra sobre ellos. En esta etapa, los granos son vulnerables a la infestación de enfermedades y la lluvia hace que los granos germinen y las mazorcas se pudran (p. 121).

Sira (2005), dependiendo del nivel de tecnología, la cosecha ocurre cuando los granos están alrededor del 30% húmedos y el rendimiento está entre 5.000 y 3.000 kg ha⁻¹ (grano seco + tusa) (p. 2).

Manrique (1999), argumenta que la floración dura alrededor de 40 días y luego hay una madurez fisiológica, cuando los azúcares se convierten en almidones. Entonces, los granos pasan por una serie de etapas, primero lechosas, luego pastosas y eventualmente duras. La mazorca y el grano comienzan a secarse cuando el grano se vuelve firme, lo que significa que está completamente constituido morfológica y fisiológicamente (p. 14).

1.2.2. Secado

El INIA (2020), para evitar más daños causados por una infección por hongos, dice que separe las orejas con podredumbre antes de colocarlas en el tendal o secaderos. El secado rápido es esencial; la exposición prolongada a la luz solar directa causa pérdida, por lo tanto, es mejor retirarlo del tendal lo antes posible. El momento óptimo para trillar o descascarar el grano es cuando su humedad relativa es inferior al 16% (p. 125).

Sira (2005) al secar, es importante mantener la calidad del pigmento, que debe ser rápido y que se puede usar energía solar o aire forzado, pero que las mazorcas no deben exponerse a la luz solar directa (p.2).

1.3. El maíz amarillo duro (*Zea mays* L. *Indurata* St)

1.3.1. El maíz amarillo duro

El maíz (*Zea mays* L) originario de América, en lo que respecta a las contribuciones a la seguridad alimentaria mundial, ocupa un lugar destacado. Las tres hierbas más cultivadas en la Tierra son estas tres: arroz, trigo y cebada. Del mismo modo, numerosas organizaciones públicas y privadas de todo el mundo han invertido importantes recursos en investigación a lo largo de los años con el objetivo general de mejorar el rendimiento de los cultivos mediante la creación de híbridos más resistentes que sean altamente productivos y resistentes al estrés ambiental y de enfermedades.

En 2005, la producción interna cubrió el 52% de la necesidad total, que fue de 200.000 toneladas métricas de grano; el 48% restante fue importado. El maíz amarillo

duro es un cultivo muy importante para la economía y la sociedad del país (INIA, 2006, p. 1).

El informe técnico del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) indicó que la producción de maíz amarillo duro subió un 31,2% interanual en febrero de 2023, alcanzando las 130 mil 415 toneladas. Perú: Panorama económico por Departamento.

1.3.2. El maíz amarillo en el Perú

Perú ha experimentado un aumento dramático en los rendimientos durante los últimos cinco años de la década de 1990. Mientras que las regiones de la Costa Norte y Sur a menudo alcanzan niveles de productividad superiores a cuatro toneladas por hectárea, áreas como La Selva y Ceja de Selva continúan manteniendo bajos niveles de productividad, con un nivel máximo de producción de dos toneladas por hectárea. A la luz de esto, consideramos los roles potenciales que las entidades gubernamentales pueden desempeñar en el sector agrícola al asignar recursos según las regiones e implementar políticas para impulsar la producción en las áreas más productivas.

El Maíz Amarillo Duro (MAD) es el primer eslabón de la Cadena agroalimentaria que comienza con el cultivo del maíz y termina con el consumo de pollo en la nación. En el trabajo, uno de los obstáculos es el sistema de comercialización nacional, que se caracteriza por un sistema tradicional y una inadecuada relación entre productores y empresas que demandan sus productos. Como resultado, el agricultor es quien termina soportando la peor parte de toda la cadena de eventos, ya que los comercializadores se llevan un tercio del precio pagado a los agricultores, limitando la entrada de otros productores en este campo cuya demanda aún no es satisfecha por la producción nacional. Debido a este déficit, los criadores de pollos domésticos deben depender de las importaciones para satisfacer su demanda. Más de 100 millones se gastan anualmente en este sector desde 1994, lo que resulta en un desembolso significativo de divisas para su compra (Rimachi, 1998, p. 7).

Dado el aumento del 150% en el consumo nacional per cápita de carne de pollo de 2000 a 2017, y el crecimiento de casi el 50% en la carne de cerdo durante el mismo tiempo, el sector avícola y porcino peruano está viendo una creciente necesidad de maíz

amarillo duro (MINAGRI, 2018). Existen tres partes en la cadena de producción de MAD: la parte agrícola, que implica importar MAD para complementar la producción nacional; la parte comercial, que implica recolectar, comercializar, vender al por mayor y al por menor; y la parte responsable de convertir los granos MAD en alimentos balanceados para cerdos y aves (MINAGRI, 2018, p.157).

1.3.3. El maíz híbrido

Varias líneas generadas por endogamia, también de origen híbrido se utilizaron como parentales para crear semillas híbridas, lo que permitió en gran medida un aumento en la producción de maíz. Se sabe que los descendientes del cruce de estas líneas son híbridos muy resistentes. Para asegurarse de que todas las semillas generadas a partir de plantas de la variedad híbrida deseada sean híbridas, muestre las variedades en filas opuestas y retire manualmente las inflorescencias masculinas de una de ellas (INIA, 2020, p. 47).

Los híbridos de maíz más robustos y específicos de la región se pueden desarrollar seleccionando meticulosamente las mejores líneas cruzadas. Las plantas híbridas son más fáciles de cosechar y producen más frutos por planta que las variedades no híbridas porque sus rasgos son más consistentes. El porcentaje de maíz híbrido cultivado en los EE. UU. aumentó de menos del 1% en 1935 a aproximadamente el 100% en la actualidad. Producir más rendimientos por acre ahora requiere mucho menos esfuerzo que en el pasado (Rimachi, 2006, p, 5).

1.3.4. Producción del maíz amarillo

En 2001, la producción de maíz amarillo duro del país alcanzó las 1.065 mil toneladas, que es el volumen más alto de los últimos cincuenta años. Entre los principales departamentos productores, Lima representó el 21%, La Libertad el 17%, Lambayeque el 10%, San Martín el 11%, Ancash el 9%, Loreto el 6%, Cajamarca el 5%, Piura el 5% y otros departamentos el 16%. Se espera que la tendencia actual de ocho departamentos que producen el 84% del maíz amarillo duro del país continúe en los próximos años.

En los últimos doce años, la tasa de crecimiento anual promedio de la producción nacional ha sido del 7,5%. En la costa norte, que incluye Piura, Lambayeque, La Libertad y Ancash, las principales áreas productoras tuvieron un crecimiento del 9,7%. En la costa

central, Lima e Ica tuvieron un crecimiento del 7,4%, y en la selva, Huánuco, Cajamarca, San Martín, Loreto y Ucayali tuvieron una tasa de crecimiento del 6,2%.

De 1999 a 2003, la producción nacional aumentó de manera constante, pasando de 1.058.552 toneladas métricas a 1.471.000 toneladas métricas. Esto se debe a que la superficie total cultivada aumentó de 23.086 a 26.991 hectáreas durante ese tiempo, lo que condujo a un mayor rendimiento por hectárea (Rimachi, 2006, p. 7)

1.3.5. Rendimientos

Dos formas principales de tecnología dictan los niveles promedio de rendimiento en MAD observados en toda la costa peruana: alto (10,75 t/ha) y medio (7,74 t/ha) (Huamanchumo, 2013). Lima, Lima y La Libertad se destacan por alcanzar rendimientos superiores a las 8 t/ha, en gran parte debido a la adopción de semillas híbridas de procedencia extranjera. Sin embargo, durante los 11 años anteriores, el rendimiento promedio nacional ha crecido a una tasa del 1,67% anual (MINAGRI, 2018, p. 165).

Chura y Tejada (2014) al respecto indican que el rendimiento promedio de los maíces híbridos de MAD puede alcanzar hasta 10,9 t/ha (p. 117).

La gran dependencia y el uso de insumos externos como fertilizantes, pesticidas agrícolas y la intensa mecanización elevan significativamente los costos de producción de MAD. Más el precio de la mano de obra y el riego (Bravo et al., 2020, p. 113).

La mayor población en el negocio avícola, así como la introducción de la variedad marginal T28, promueven el crecimiento de tierras de secano en la región selvática. Esta zona también tiene la mayor concentración de gallinas reproductoras y pollos de carne.

1.4. Densidades de siembra de los híbridos

1.4.1. Densidades altas de maíz

Quevedo et al. (2015) se utilizan altas densidades de siembra (superiores a 80.000 plantas/ha) para aumentar la antena captadora de luz con el objetivo de mejorar la producción y la rentabilidad, ya que la densidad de población en un cultivo de maíz se considera el factor controlable más importante para obtener buenos rendimientos. Este estudio se propuso determinar cómo cuatro aspectos del rendimiento híbrido de maíz-

prolificidad número de granos por hilera, número de hileras y peso de estos granos se ven afectados por la variación de las densidades de siembra, así como la altura de la mazorca y la concentración de clorofila en el estado vegetativo. La investigación se desarrolló utilizando un ensayo aleatorizado de diseño de bloques completos en una gráfica subdividida con cuatro repeticiones. La parcela principal tuvo tratamientos de distancia entre surcos (0,7 m y 0,8 m), y la subparcela tuvo tratamientos de número de plantas por metro lineal (7, 8 y 9). La investigación encontró que las altas densidades de población no tuvieron un efecto significativo en el rendimiento, el número de hileras, el peso de 1000 granos o el contenido de clorofila, pero que la distancia entre surcos tuvo un efecto significativo en el número de granos por hilera ($p < 0.05$). Una densidad de 11,12,500 plantas por hectárea produjeron el tratamiento con los mejores rendimientos (11,690. 97 kg/ha \pm 1303) y rentabilidad (59.65%). Es crucial tener en cuenta el potencial de cada parcela y el comportamiento del híbrido a la hora de elegir la densidad de plantación correcta, ya que la densidad óptima, la densidad más baja que maximiza el rendimiento del grano, depende del entorno del cultivo. El espacio entre dos surcos se denomina distancia de siembra y el número de plantas por unidad de área se denomina densidad de siembra (p. 18)

1.4.2. Distancia de siembra

Martínez et al. (2015), afirman que la densidad de siembra es el número de plantas que llenan un área, y que la distancia de siembra es el espacio entre dos surcos de plantas. Ambas ideas se basan en la tecnología y rigen la población y el diseño de las plantas, lo que a su vez afecta la productividad. Dado que es un poderoso instrumento para absorber la luz, se cree que la densidad de población de las plantas de maíz es el componente controlable más significativo para lograr un mayor rendimiento de los cultivos. Para maximizar los rendimientos, es necesario utilizar los recursos naturales de la manera más eficiente posible. Esto incluye CO₂, radiación, agua y nutrientes. Encontrar la densidad adecuada para una variedad es clave. El contenido foliar de nitrógeno es una variable que puede verse afectada por la plantación densa. Una forma no destructiva de estimar este parámetro en el campo es con un clorofilómetro, que estima indirectamente el contenido de nitrógeno leyendo el contenido de clorofila. La capacidad restringida del cultivo para cubrir el suelo (ingesta de radiación incidente) y la restricción del tamaño máximo de las espigas, que no compensa la caída en su cantidad, pueden limitar el rendimiento a densidades extremadamente bajas. Cuando hay muchas plantas en un área pequeña, la

planta invertirá más energía en el crecimiento de sus órganos distales (la panícula) que en los axilares (la espiga), lo que podría reducir la producción. Esto explica por qué el desarrollo estresado del cultivo da como resultado un rendimiento mucho menor: la espiga obtiene una cantidad proporcionalmente menor de fotoasimilados. Factores como los recursos disponibles, el tipo de suelo (disponibilidad de nutrientes en el perfil del suelo) y el suministro ambiental (radiación solar incidente y disponibilidad de agua) deben tenerse en cuenta al determinar la densidad ideal. Conocer la densidad de población ideal para cada región productora de maíz es crucial para aprovechar al máximo los recursos disponibles, lo que a su vez aumenta la rentabilidad y la competitividad. En el Valle de San Juan, un genotipo popular para el maíz es el híbrido simple Impacto, producido por la corporación multinacional Syngenta. Este material es conocido por su ciclo medio a tardío, lo que significa que tarda de 160 a 165 días en cosecharse. También tiene las características deseables de tener de 16 a 18 hileras por campo y un rendimiento promedio de 10 toneladas por hectárea. Observamos poblaciones de plantas de 75,000, 50,000 y 107,000. Aquellos que se lograron con un espacio entre surcos de 1.0, 0.7 y 1.2, un espacio entre trazos de 0.4, 0.4 y 0.5 y un espacio entre semillas de 3 semillas por trazo, respectivamente (p. 25).

Tabla 1.1

Productividad, longitud de mazorcas, diámetro de las mazorcas y diámetro de la tusa (marlo) en materiales de maíz sometidos a diferentes arreglos poblaciones

Variación	Productividad (kg/ha ⁻¹)	Longitud de mazorca (cm)	Diámetro de mazorca (cm)	Diámetro de tusa (cm)
7,500 plantas/ha	7070 a	12.6 c	4.73 b	2.65 c
107,000 plantas/ha	7394 a	14.19 b	4.87 a	2.72 b
50,000 plantas/ha	6488 b	15.55 a	4.97 a	2.82 a

Fuente: Extraído de *Evaluación de la densidad de plantas, componentes fenológicos de producción y rendimiento de granos en diferentes materiales genéticos de maíz (Tabla 4)*, Martínez et al, 2015.

Se observó una menor productividad para todos los materiales al comparar poblaciones de 50.000 plantas ha⁻¹ con poblaciones más altas.

En plantas de 75.000 y 107.000 ha⁻¹, respectivamente, los híbridos simple y triple mostraron una mejora considerable en la producción; sin embargo, el híbrido doble y la variedad no mostraron el mismo beneficio.

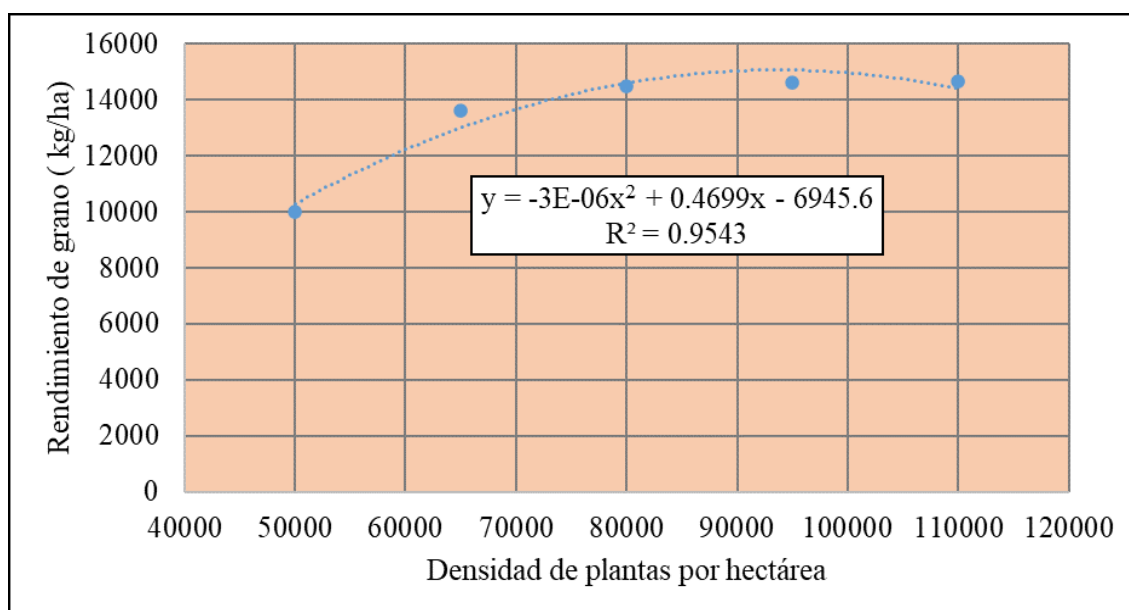
En comparación con los otros materiales, el material híbrido básico tuvo un mejor desempeño en todas las poblaciones y espaciamientos.

Los componentes que se mostraron más afectados por el aumento de la población de plantas por hectárea fueron el diámetro medio de EE. UU. (marlo), la longitud de la mazorca y el diámetro medio de la mazorca.

Vallone et al. (2013) indican que la densidad de 50000 plantas/ha se diferencia estadísticamente de las otras teniendo el menor rendimiento. La forma de la respuesta es de tipo cuadrática, las densidades mayores tuvieron los mayores rendimientos, no diferenciándose entre ellas. En el Gráfico 01 se muestran los rendimientos promedios por densidad. Con la densidad de 80000 plantas ha⁻¹ se lograría en rendimiento igual que con las densidades mayores de 95000 y 110000 plantas por hectárea (p. 2).

Figura 1.1

Regresión cuadrática del rendimiento de grano en función de la densidad de planta por hectárea



Fuente: Extraído de *Ensayos de densidad y distancia de siembra de maíz (Gráfico 1)*. INTA. Vallone et al, 2013

1.5. Fertilización

INIA (2020), destaca la necesidad de aplicar fertilizantes en los momentos óptimos para garantizar una cosecha abundante. Al elegir un fertilizante para su maíz, las cosas más importantes a tener en cuenta son:

- ✓ El rendimiento potencial de la variedad.
- ✓ El estado nutricional del suelo.
- ✓ Las etapas fenológicas del maíz.

Una buena fertilidad del suelo significara asegurar a las plantas condiciones físicas adecuadas (p. 82)

a) Rendimiento potencial de la variedad

Los cultivares recién hibridados y de alto rendimiento experimentarán una mayor necesidad nutricional. Por lo tanto, el cultivo requiere las siguientes cantidades de nutrientes, en kilogramos por hectárea, para producir alrededor de 10 t/ha de maíz (nuevo híbrido) (INIA, 2020, p. 89).

Tabla 1.2

Necesidades de fertilizantes para un híbrido de alto rendimiento (kg/ha)

N	P₂O₅	K₂O	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu
204	85	233	36	35	20	1.5	0.5	0.31	0.13

Fuente: Extraído de *Manual técnico del cultivo de maíz amarillo duro (Tabla 10)*. INIA, 2020.

b) La fertilidad del suelo

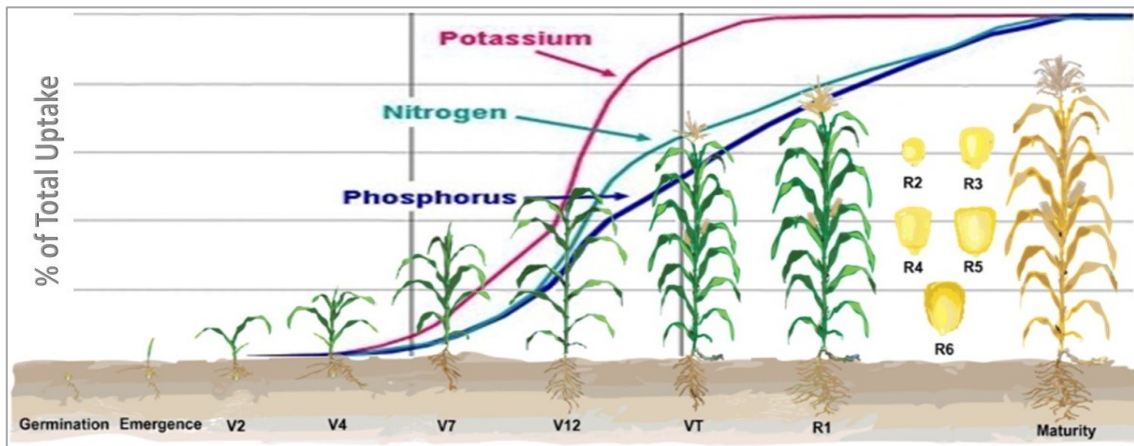
INIA (2020) Manifiesta que, el análisis químico del suelo es el estándar de oro para determinar qué tipo de fertilizante funcionará mejor con el maíz. Es posible saber cuánto fertilizante se necesita analizando la cantidad de nutrientes accesibles. De esta manera, puede obtener consejos sobre fertilizantes adaptados a las características únicas de su campo. Para elaborar una propuesta de fertilización, puede analizar los tejidos vegetales y el agua (p. 82)

c) Etapas fenológicas del maíz

En varios momentos de su desarrollo, el maíz tiene necesidades nutricionales variadas. Aplicar nutrientes al maíz en el momento adecuado es esencial. Mientras el maíz se encuentra en las etapas de brotación y recolección, lo más importante es esperar a que florezca la inflorescencia masculina y luego cosechar la cosecha (INIA, 2020, p. 40).

Figura 1.2

Estados fenológicos de crecimiento y desarrollo del maíz



CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación se realizó en una finca familiar ubicado en el Centro Poblado de Guayaquil, distrito de Sivia provincia de Huanta, departamento de Ayacucho situado a 1243 msnm, entre las coordenadas UTM: X, 618222 Y,8618350. Geográficamente se ubica a la margen izquierda del río Apurímac a 20 km del distrito de Sivia:

Ubicación política

Departamento : Ayacucho

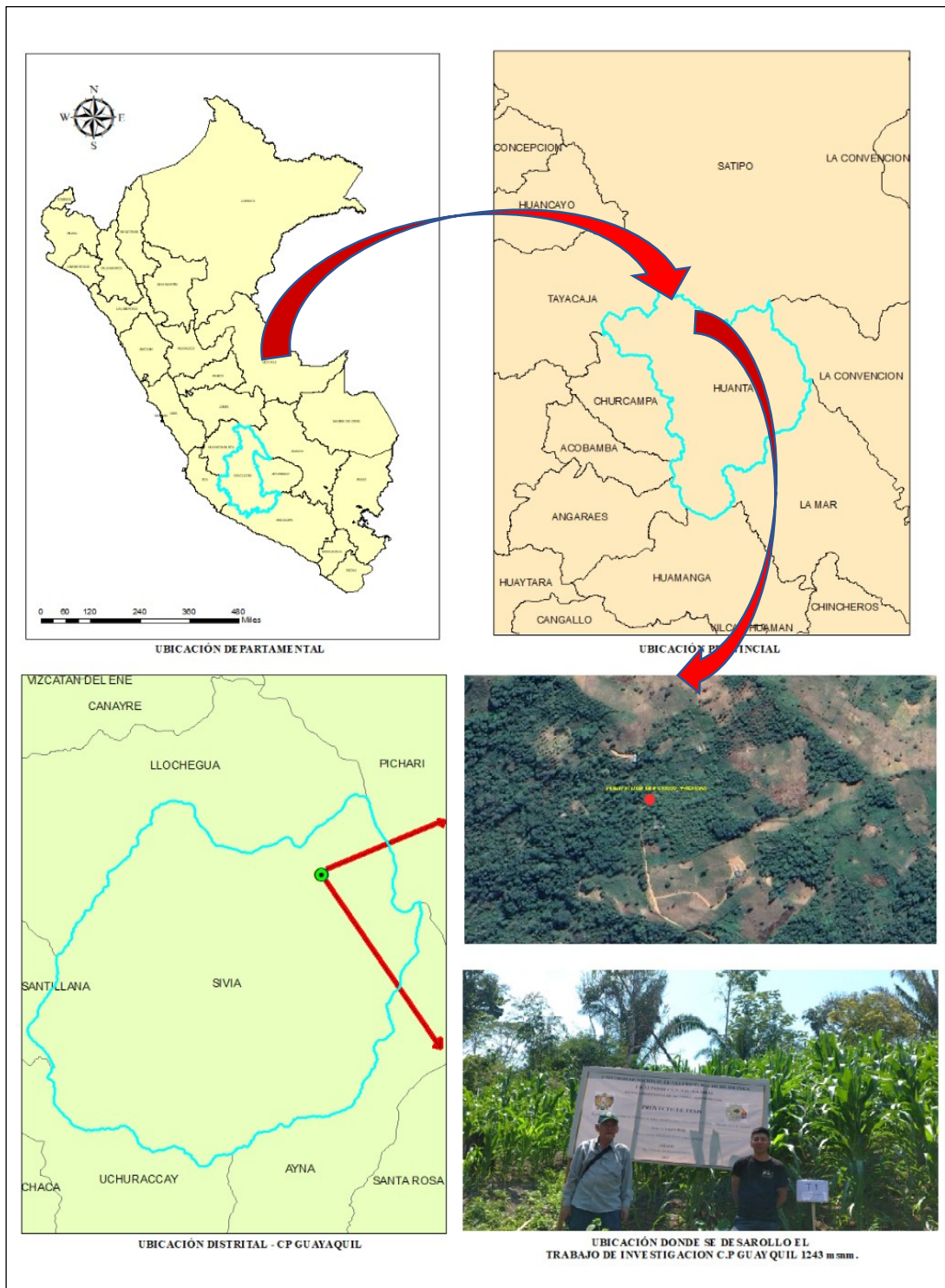
Provincia : Huanta

Distrito : Sivia

Localidad : Guayaquil

Figura 2.1

Ubicación geográfica de la parcela experimental (C.P. Guayaquil)



Fuente: Elaboración propia

2.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es experimental, en la cual se manipula de manera intencional la variable tratamiento para analizar su efecto. Con este propósito se aplicó el

diseño experimental bloque completo al azar con 4 bloques, para estudiar el efecto de tratamientos (híbridos de maíz duro) en los caracteres de productividad de las mazorcas en una población de maíz amarillo duro en ceja de selva.

2.2.1. Operacionalización de variables

Tabla 2.1

Operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicador	Unidad
V. independiente			
Variables	Pac 777	Hibrido simple	s/u
	Dekalb 399	Hibrido simple	s/u
	Espartano	Hibrido simple	s/u
	Cultivar local	Libre polinización	s/u
V. dependiente			
Precocidad	Madurez fisiológica	Grano pastoso	dds
Rendimiento	Componentes de rendimiento	Altura de planta	cm
		Altura a la mazorca	cm
		Longitud de mazorca	cm
		Diámetro de mazorca	cm
		Peso de mazorca	g
		Peso de 1000 semillas	g
		Rendimiento de grano	kg/ha

2.2.2. Criterios de medición de las variables

A. Variable independiente e indicadores

Variable independiente (maíces híbridos y maíz local)

Como material experimental se utilizó 03 variedades Híbridas de maíz amarillo duro, y una variedad Criolla de siembra local de libre polinización.

Indicadores

Tabla 2.2

Tratamientos e híbridos del experimento

Tratamientos	Híbridos
T1	DEKALB 399
T2	ESPARTANO
T3	PAC 777
T4	Cultivar local libre Polinización

B. Variables dependientes e indicadores

Para cada una de las variables dependientes se tomó en campo el registro de las siguientes características o variables de precocidad, rendimiento y calidad del Maíz.

B1. Variables precocidad

Indicadores

Para analizar esta variable se utilizó el número de días después de la siembra y el porcentaje de plantas en la fase fonológica designada. En la mayoría de las circunstancias, este período es cuando se desea examinar las plantas.

- **Días a la floración masculina**

Se evaluó en número de días, después de la siembra cuando el 50 % de las panojas estaban emergiendo

- **Días a la floración femenina**

Cuando el 50 % de las plantas mostraron la salida de los estigmas (pelos del choclo)

- **Madurez fisiológica**

Cuando el 50% se mostraron en estado pastoso y se observa el ácido abscísico en la base del grano.

- **Madurez de cosecha**

Cuando los granos de la mazorca tenían aproximadamente 16 a 20% de humedad.

B2. Componentes de rendimiento

Estas variables están asociados fuertemente al rendimiento de grano.

- **Altura de la planta**

Se evaluó cuando la planta se encontraba en madurez fisiológica, se evaluaron 10 plantas representativas del surco central, evaluándose desde el cuello de la raíz hasta la inserción de la panoja.

- **Altura de inserción a la primera mazorca**

Se tomaron 10 plantas representativas, evaluándose desde el cuello de la planta hasta la inserción de la primera mazorca.

- **Longitud, diámetro y peso de mazorca**

Se evaluaron la longitud, diámetro y el peso de la mazorca de 10 mazorcas representativas de la unidad experimental. La longitud se midió desde la base de la mazorca a la parte apical, el diámetro se midió en la parte media de la mazorca y el peso se evaluó de la unidad de mazorca.

- **Porcentaje de desgrane**

Proporcionado por la siguiente relación:

$$\% \text{ de desgrane} = \frac{\text{peso del grano}}{\text{peso de mazorca}} \times 100$$

- **Porcentaje de humedad del grano**

Se usaron para corregir la humedad del grano al 14 %:

$$Fc = \frac{100 - \% H}{100 - 14 \%}$$

Donde:

Fc = Factor de corrección

% H = Porcentaje de humedad al momento de la cosecha

14 % = Porcentaje establecido en la norma de comercialización INTINTEC N° 21:02-019,1977.

- **Rendimiento de grano en kg ha⁻¹**

Se procedió al pesado del grano por parcela, luego de la corrección por el contenido de humedad del grano.

B3. Calidad del maíz

- **Peso de 1000 semillas**

Con un separador de muestra se obtuvo un lote representativo de los granos para luego pesarlo los 1000 granos.

2.3. Población y muestra

La población del estudio estuvo conformada por plantas híbridas y nativas de maíz que se sembraron en un campo de una finca familiar en Guayaquil, distrito de Sivia, a una altitud de 1243 metros sobre el nivel del mar, de julio a diciembre de 2023. Se utilizaron plantas ubicadas en el medio del surco para crear la muestra.

2.4. Técnicas e instrumentos

Los datos del estudio se recopilaban observando cuidadosamente los muchos aspectos de las variables operacionalizadas y sus criterios de evaluación acompañantes, como se muestra en la Tabla 2.1.

Anotado en un diario de campo, el instrumento sirvió como guía de observación para medir y contar los componentes de rendimiento dentro de bloques y tratamientos. Los hallazgos se ingresaron en hojas de cálculo de Excel para que pudieran someterse a un análisis estadístico adicional.

2.5. Procedimientos

2.5.1. *Diseño de investigación*

El experimento se condujo en la localidad de Guayaquil a 1243 msnm. Para la distribución de las unidades experimentales en el campo se utilizó el diseño estadístico de Bloque Completo Randomizado con 4 variedades de maíz amarillo duro como los tratamientos y cuatro bloques. El análisis estadístico consistió en el ANVA y la prueba de Contraste de Tukey (0.05).

El modelo aditivo lineal para el análisis estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : Variable respuesta del i-ésima variedad y j-ésimo repetición

μ : Media general

β_j : Efecto del j-ésimo bloque

α_i : Efecto de i-ésima variedad

ε_{ij} : Error experimental

2.5.2. *Material genético*

Se utilizó en el experimento 4 variedades con las siguientes características:

T1 Híbrido DEKALB 399

Semilla híbrida de maíz amarillo (híbrido simple)

Dekalb 399, es un híbrido de maíz amarillo duro con buen potencial de rendimiento, buena estabilidad y buena adaptabilidad a siembras de verano e invierno. La semilla es muy cara 120 soles el kilo, esto por ser un híbrido simple.

Características técnicas

- ✓ Color del grano : Amarillo
- ✓ Textura y tipo de grano : Semi dentado
- ✓ Hileras por Mazorca : 16 a 18
- ✓ Relación grano/tusa : 85/15
- ✓ Días a floración : 68 a 90
- ✓ Días a cosecha : 120 a 160
- ✓ Altura de planta : 246 cm
- ✓ Altura a la inserción de mazorca : 130 cm
- ✓ Prolificidad : 1
- ✓ Adaptabilidad : muy buena
- ✓ Distancia entre surcos : 0.90 m
- ✓ Distancia entre plantas : 0.40 m
- ✓ Rendimiento de grano : Buena estabilidad de 8 a 10 t ha⁻¹

Beneficios

- ✓ Muy bueno para forraje y ensilado
- ✓ Buen sellado de mazorca
- ✓ Grano profundo y coronta delgada

T2 Espartano (Hibrido simple)

Híbrido simple, tiene experiencia en genética avanzada y herencia tropical. Su adaptabilidad a las regiones productoras de maíz de Perú es extensa. Una planta altamente prolífica que tiene rasgos comercializables. Las características notables incluyen un alto rendimiento y coloración del grano.

Descripción técnica

- ✓ Clase de híbrido : Híbrido simple
- ✓ Color grano : Naranja intenso
- ✓ Altura de planta : 224-235 cm
- ✓ Altura a mazorca : 101 a 110 cm
- ✓ Cobertura a mazorca : Muy buena
- ✓ Posición de las hojas : Semi - erecta
- ✓ Días a la cosecha verano : 145
- ✓ Días a la cosecha invierno : 155

- ✓ Número de hileras por mazorca : 18-20
- ✓ Granos por hilera : 35-40
- ✓ Resistencia a la tumbada : Muy buena
- ✓ Tolerancia a las enfermedades : Muy buena
- ✓ Peso promedio de 1000 semillas : 443-325
- ✓ Potencial de rendimiento : Muy bueno (9.0 t ha⁻¹)
- ✓ Estabilidad de producción : Muy bueno

T3 Híbrido PAC 777 (Híbrido simple)

Conocemos de primera mano las luchas que enfrentan los agricultores latinoamericanos gracias a nuestra empresa matriz, una firma colombiana que opera en la región desde hace más de 25 años y se especializa en insumos agrícolas (semillas y protección de cultivos).

Características morfológicas

- ✓ Altura de planta : 220 cm + 10
- ✓ Altura de mazorca : 105 cm + 5 cm
- ✓ Forma de mazorca : Cilindro cónica
- ✓ Número de hileras : 16 a 18 (promedio)
- ✓ Disposición de las hileras : Rectas
- ✓ Longitud de mazorca : 21 cm + 2 cm
- ✓ Diámetro de mazorca : 8 cm
- ✓ Peso de mazorca : 320 g + 2 g
- ✓ Número de mazorca /planta : 1,2
- ✓ Color del raquis (tuza) : Blanco
- ✓ Número de granos / hilera : 42
- ✓ Peso del grano / mazorca : 230 g
- ✓ Peso de 1 000 granos : 404 g
- ✓ Color del grano : Amarillo oscuro
- ✓ Textura del grano : Cristalino
- ✓ Longitud del grano : 15 mm
- ✓ Ancho del grano : 8 mm
- ✓ Espesor del grano : 5 mm

Adaptación agroecológica

El híbrido PAC 777 tiene buena adaptación en la costa, también, se adapta en la selva peruana.

- ✓ Días a la floración : 60 a 70 días en verano; 75 a 90 días en invierno.
- ✓ Período vegetativo : 140 a 150 días en verano; 160 a 170 días en invierno.

T4 Maíz local de libre polinización (Colección local)

Variedad local (Testigo) de libre polinización en equilibrio de Hardy - Weimberg, obtenida de una población de siembra continua cuyas características son:

Características descritas por el Autor del Proyecto de Tesis (Rodríguez, 2023)

Características agronómicas:

- ✓ Potencial de rendimiento : Regular
- ✓ Vigor : Excelente vigor
- ✓ Características de las hojas : Hojas perpendiculares al tallo
- ✓ Sanidad de mazorca y planta : Buena sanidad
- ✓ Calidad : Falta de uniformidad de grano en tusa
- ✓ Color del grano : Amarillo Intenso
- ✓ Enfermedades y virus : Tolerante a virus y a carbón
- ✓ Precocidad : Semi Precoz
- ✓ Floración (días) : 90 a 100 días
- ✓ Atura e planta (cm) : 210 a 220
- ✓ Altura a mazorca (cm) : 120 a 130
- ✓ Numero de hileras/mazorca : 16-18
- ✓ Rendimiento potencial : 2 a 3 t/ha

2.5.3. Condiciones climáticas del lugar de ensayo

De enero a diciembre de 2023, la Estación Climática San Francisco - Ayacucho proporcionó los datos meteorológicos (incluida la temperatura y la precipitación) para la ubicación de la prueba (Figura 2.2). Los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo tienen la mayor cantidad de precipitaciones. Hubo muy poca precipitación en los meses de mayo, junio, Julio y agosto. Un rango de temperatura de 33,6 a 28,5 °C es el más alto posible. (Tabla 2.3) En junio, julio y agosto, las temperaturas más frías se

registran entre 23,8 y 15,6 °C. El maíz amarillo duro prospera en muchos tipos de condiciones climáticas, incluidas temperaturas extremas y precipitaciones (Hidalgo, 2013). La falta de precipitaciones provocó un déficit de humedad de abril a agosto (tabla 2.3). En mayo, junio, Julio y agosto, puede esperar temperaturas tan bajas como de 20 a 15 grados Centígrados. El maíz amarillo duro prospera en climas con veranos suaves e inviernos fríos, así como lluvias constantes (Hidalgo, 2013). Además, vale la pena señalar que la selva tiene una alta humedad relativa y que el riego ayudó al crecimiento vegetativo del cultivo durante los meses de julio y agosto, cuando hubo lluvias ocasionales.

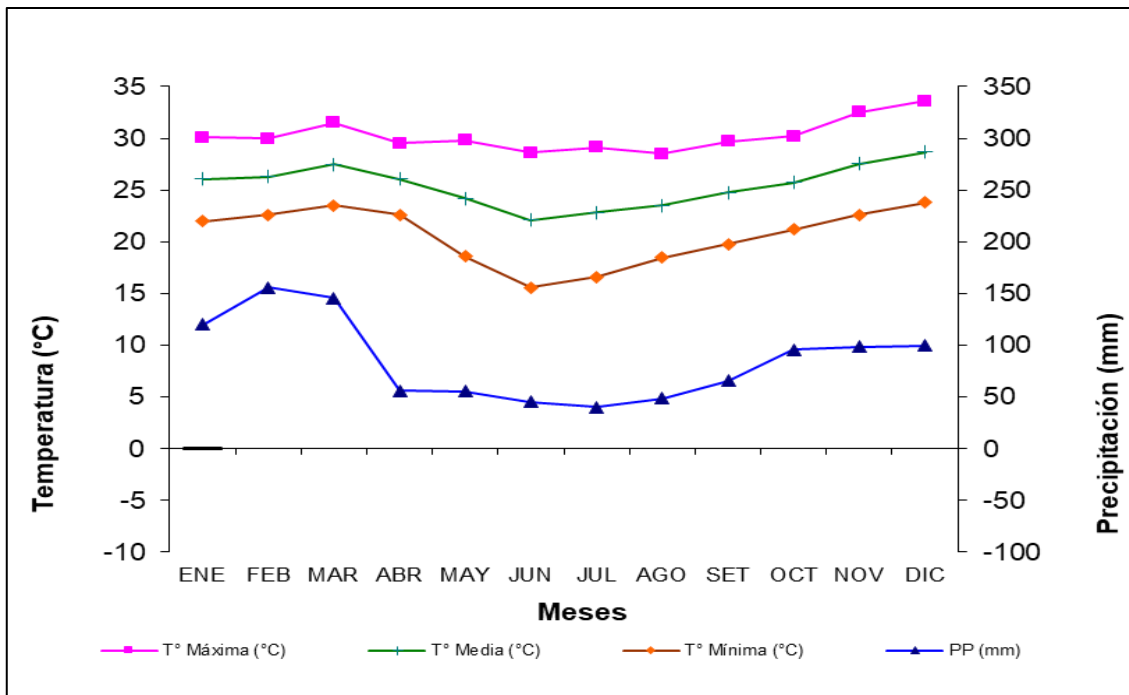
Tabla 2.3

Datos climáticos de temperatura, máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico, campaña 2023. Estación meteorológica San Francisco – Ayacucho

AÑO	2023												Total	Prom
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
T° Máx (°C)	30.1	30.0	31.5	29.5	29.8	28.6	29.1	28.5	29.7	30.2	32.5	33.6		30.3
T° Mín (°C)	22.0	22.5	23.5	22.6	18.5	15.6	16.6	18.5	19.8	21.2	22.6	23.8		20.6
T° Med (°C)	26.1	26.3	27.5	26.1	24.2	22.1	22.9	23.5	24.8	25.7	27.6	28.7		25.4
Factor	4.96	4.64	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.84	4.96	4.80	4.96		
ETP (mm)	129.2	121.8	136.4	125.0	119.8	106.1	113.3	116.6	119.8	127.5	132.2	142.4	1490.1	0.69
PP (mm)	120.0	156.0	145.6	56.0	55.6	45.6	40.5	48.6	65.5	95.8	98.6	99.5	1027.3	
ETP Ajust. (mm)	67.2	63.3	70.9	65.0	62.3	55.2	58.9	60.6	62.3	66.3	68.8	74.0		
H suelo (mm)	52.8	92.7	74.7	-9.0	-6.7	-9.6	-18.4	-12.0	3.2	29.5	29.8	25.5		
Déficit (mm)				-9.0	-6.7	-9.6	-18.4	-12.0						
Exceso (mm)	52.8	92.7	74.7						3.2	29.5	29.8	25.5		

Figura 2.2

Diagrama Ombrotérmico de la temperatura vs precipitación correspondiente a la campaña agrícola 2023, registrado en la Estación Meteorológica San Francisco-Ayacachucho



2.5.4. Análisis de suelos

La base del actual trabajo experimental estuvo en reposo durante toda la campaña 2021-2022. Se tomaron muestras de suelo del terreno, con un total de 10 muestras con un peso de 2 kg. Estas muestras fueron mezcladas y homogeneizadas antes de ser separadas, enviándose 1 kg de suelo al Laboratorio de Análisis de Suelos y Foliare de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga para su análisis. El objetivo de esta separación era facilitar la caracterización físico-química del suelo. Según los datos de la Tabla 2.4, el suelo tiene una textura franco arcillosa, un pH de 5,06 (bastante ácido), una conductividad eléctrica algo salada de 0,35 dS/m y bajos carbonatos. La cantidad de materia orgánica es media al 2,33%, y la cantidad de nitrógeno total también está restringida al 0,12%. La parcela de tierra seleccionada es ideal para el cultivo de maíz.

Tabla 2.4

Análisis del suelo del terreno experimental C.P Guayaquil, 1243 msnm

Componentes	Contenido
Nitrógeno total	0.12%
Materia orgánica	2.33%
P-disponible	5.3 ppm
K-disponible	87.6 ppm
pH	5.06
Arena	30.7%
Limo	40.6%
Arcilla	28.7%
Clase textural	Franco arcilloso

Fuente: Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería – UNSCH.

2.5.5. Fórmula de abonamiento y aportes de los niveles de nitrógeno durante el crecimiento del cultivo

La fórmula de abonamiento según extracción de nutrientes del cultivo y el análisis del suelo fue: 160 - 100 - 100 de NPK. A la siembra los 100 kg de fósforo y 100 kg de potasio. El abonamiento nitrogenado dotado en tres regímenes, tal como se muestra:

- El primer abonamiento a la siembra del cultivo: 40 kg N
- El segundo abonamiento en pleno macollamiento: 70 kg N
- El tercer abonamiento al inicio de la elongación de los tallos (segundo nudo: 50 kg N.

2.5.6. Tratamientos

Son 4 tratamientos que corresponde a los híbridos y cultivar local dentro del diseño Bloque Completo al Azar con cuatro bloques:

T1	DEKALB 399
T2	ESPARTANO
T3	PAC 777
T4	Cultivar local libre

2.5.7. Características del campo experimental

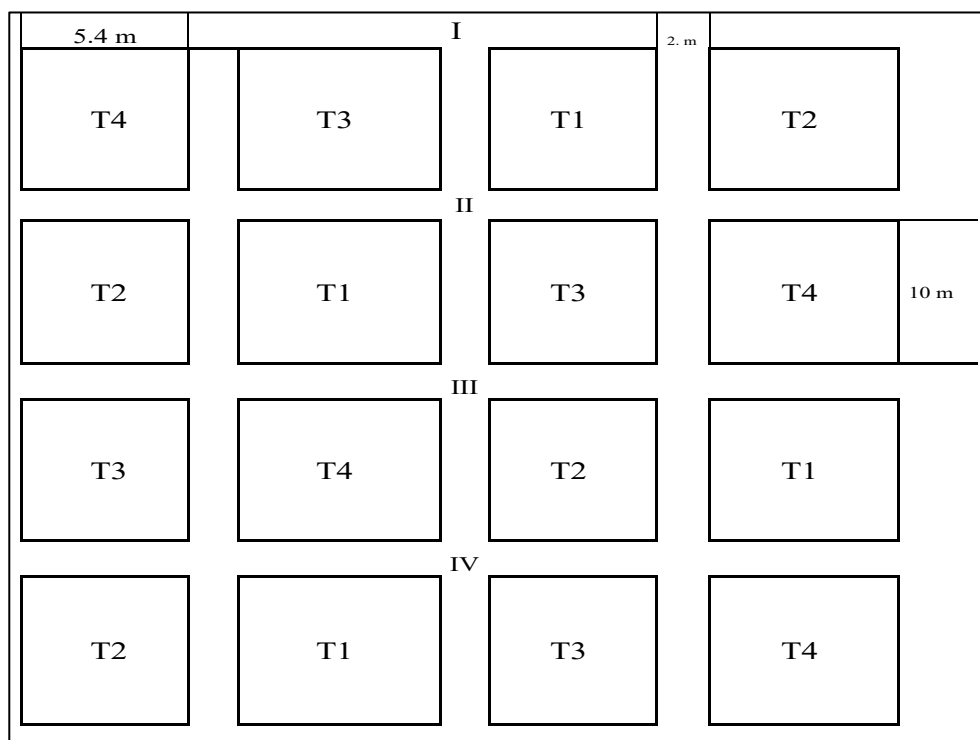
A. Bloques

Número de bloques	: 04
Largo de bloques	: 27.6 m
Ancho de bloques	: 10.0 m
Ancho de calle	: 2.0 m

B. Parcela o unidad experimental

Número de parcelas por bloque	: 04
Número total de parcelas	: 16
Ancho de parcela	: 5.4 m
Largo de parcela	: 10.0 m
Área de parcela	: 54.0 m ²
Distancia entre surcos	: 0.90 m
Número de surcos/parcela	: 6
Distancia por golpe	: 0.40 m
Número de golpes/surco	: 25
Número de semillas /golpe	: 3

C. Croquis del experimento

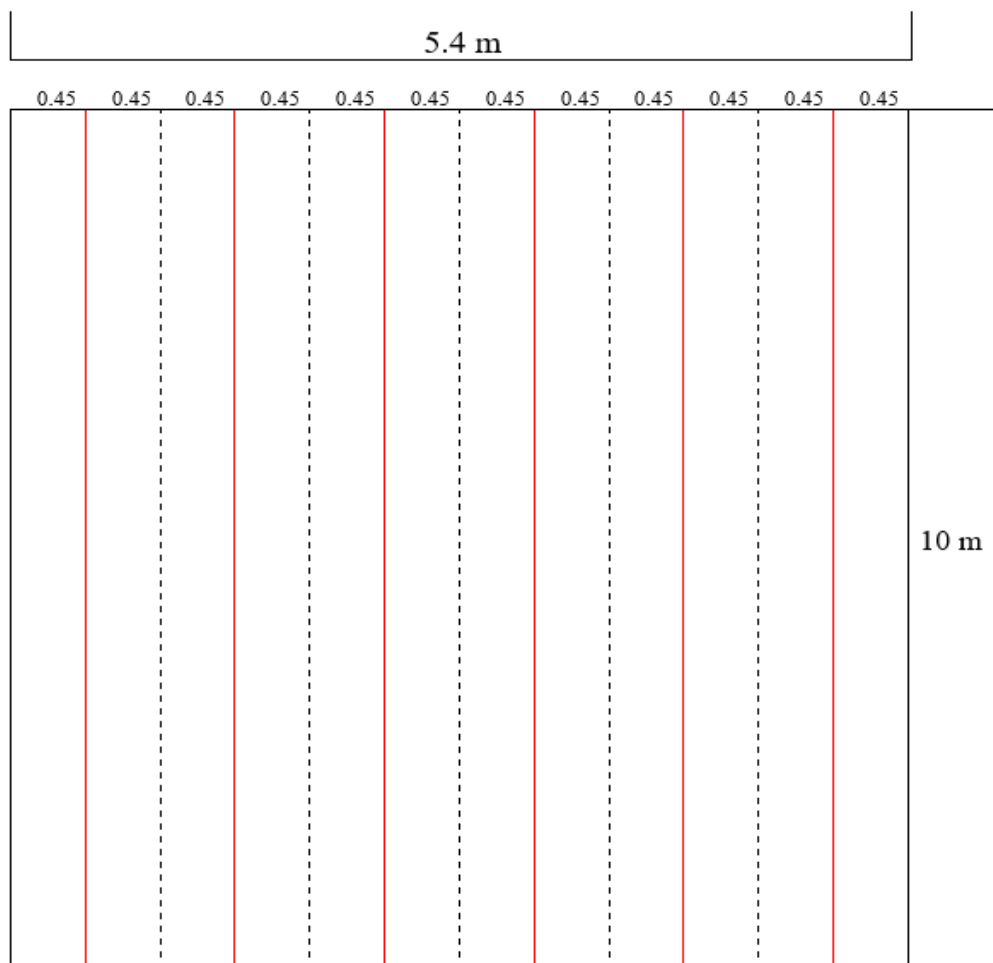


2.5.8. *Unidad experimental*

Consistió en una parcela de 6 surcos de 0.9 m y de 10 metros de largo con 25 golpes por surcos, los golpes se distanciaron a 0.4 m y los surcos a 0.90 m, en cada golpe se sembraron 3 semillas (83 333 plantas/ha). El área de parcela fue de 54.0 m² (Figura 2.3)

Figura 2.3

Unidad experimental y sus dimensiones



2.5.9. *Instalación y conducción del experimento*

a) Preparación del terreno

En primer lugar, se limpió el campo experimental. Luego, el terreno fue despejado y nivelado a mano. A continuación, se trazó el campo experimental de acuerdo con el boceto previamente establecido. Por último, se realizó un surco con una distancia de 0,90 m entre cada surco. El escritor de tesis y dos ayudantes fueron los responsables de todo este trabajo. La finalización de esta tarea se marcó el 10 de julio de 2023.

b) Siembra

Para plantar las semillas, utilizamos una llana para esparcir tres semillas por surco, dejando 0,9 m entre cada surco y 0,40 m entre cada trazo. Luego cubrimos las semillas con tierra. El 11 de julio de 2023 fue la fecha de la siembra.

c) Fertilización

El abonamiento según extracción de nutrientes del cultivo y el análisis del suelo fue: 160-100-100 de NPK. A la siembra los 100 kg de fosforo y 100 kg de potasio. El abonamiento nitrogenado dotado en tres regímenes,

- El primer abonamiento a la siembra del cultivo: 40 kg N.
- El segundo abonamiento en pleno macollamiento: 70 kg N.
- El tercer abonamiento al inicio de la elongación de los tallos (segundo nudo: 50 kg N)

d) Deshierbo

Para evitar que el cultivo tuviera que competir con las malezas por espacio, agua, luz y nutrientes, el deshierbo se realizó manualmente con una lámpara de azada. A los 30, 55 y 75 dds, este trabajo se completó.

e) Aporque

En la región de la selva estos híbridos no necesitan el aporque por el desarrollo profundo de las raíces de anclaje.

f) Riegos

Durante la conducción del experimento se realizó solamente dos riegos por aspersión en el mes de agosto por la falta de lluvia. Durante toda la campaña no hubo necesidad del riego, debido a que el suelo siempre se encontraba con la humedad adecuada debido a la presencia de lluvias y la constante humedad relativa de la zona.

g) Control fitosanitario

Se efectuó control contra el gusano perforador de plantas tiernas (*Elasmopalpus lignosellus*) a los 20 días después de la siembra y contra el cogollero (*Spodoptera frugiperda*) a los 35 días después de la siembra y finalmente se aplicó a los 80 dds. El producto utilizado fue el insecticida URKAN.

h) Cosecha

Las plantas se cosecharon a los 144 dds, cuando los granos estaban completamente desarrollados, parecían cerosos y el endospermo firme era visible, la humedad a la cosecha estaba en 25 %, en este estado se almacenó en un tinglado durante 6 días donde se alcanzó la humedad de equilibrio en el grano de 14 a 15 % de humedad. La cosecha se dio el 2/12/23.

i) Selección y desgrane

Siguiendo los procedimientos apropiados de descascarillado y evaluación, se utilizaron las mazorcas secas para evaluar los factores de rendimiento y calidad.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Variables de precocidad

En una determinada etapa fenológica del cultivo, esta variable se evaluó mediante el número de días después de la siembra(dds). Dado que los diversos estados fenológicos no tienen un límite claro, se utilizaron las estadísticas descriptivas del rango. Se pueden encontrar en diferentes etapas de floración masculina y femenina en la misma planta. Por lo tanto, es preferible examinar en los estados fenotípicos inicial y completo.

En el cuadro 3.1 se evidencia que las variedades híbridas exhiben un alto nivel de precocidad, mientras que el control por días es algo menos precoz, cuando se trata de las etapas fenológicas de ocurrencia en dds para los cuatro tipos de maíz amarillo duro. Las altas temperaturas, que promedian los 26,5 °C, son una muestra de esta inmadurez.

Tabla 3.1

Estados fenológicos de las variedades de maíz amarillo duro en dds. Sivia 1243 msnm

Variables	Floración masculina	Floración femenina	Grano lechoso	Madurez fisiológica	Madures de cosecha
PAC 777	64-70	68-73	89-93	120-130	144
DEKALB 399	60-72	65-70	89-93	120-130	144
ESPARTANO	64-72	69-72	89-93	120-130	144
Cultivar local	70-76	76-80	95-102	125-135	148

Guarda (2000), en promedio, las flores masculinas aparecen 67, 66 y 64 días después de la siembra en tipos como Marginal, Cargill y Pinte, según sus hallazgos. Estos resultados son bastante comparables a los que se lograron. Las flores femeninas se abren entre 75 y 79 días después de la siembra, con una amplia gama de genotipos que muestran variabilidad temprana. Para este rasgo, Salgado (2000) encontró que el promedio de días

antes de la floración femenina fue de 79, 76 y 76 días para las variedades 72x299, Marginal 28-T e INIA 62, respectivamente.

En nuestro experimento, los híbridos alcanzaron la madurez de cosecha a los 144 días después de la siembra (dds), mientras que el grupo control alcanzó la madurez a los 148 dds; el maíz amarillo duro es conocido por su alta precocidad. Sin embargo, el agricultor puede manejar esta situación. La madurez fisiológica es el verdadero marcador fenológico de precocidad, y revela que las variedades importadas son bastante precoces. A los 125-135 días después de la siembra, la variedad local alcanzó la madurez fisiológica, mientras que los otros genotipos la alcanzaron a los 120-130 días después de la siembra.

Cuando el contenido de humedad del grano está entre el 37% y el 38%, ha alcanzado la madurez fisiológica. Cuando el grano alcanza alrededor del 28% de humedad, puede comenzar la recolección mecánica; sin embargo, no es aconsejable dejarlo caer por debajo del 15%. Los granos se muelen, se rompen o se pulverizan si quedan fuera de estos parámetros. Cuando se cosecha a mano, estas limitaciones se vuelven menos significativas y, en cambio, están dictadas por factores como la mano de obra disponible, las prácticas tradicionales y el clima. El maíz amarillo tropical resistente alcanza la madurez fisiológica en 90-100 días, mucho antes que en las Américas (Gaspar, 1993).

La Dirección Regional de Agricultura de San Martín (2009), la recolección es la última operación de campo antes de que el cultivo esté completamente maduro. A pesar de que los granos de maíz están fisiológicamente maduros antes de la madurez de la cosecha, la presencia de una capa negra en la base del grano indica madurez fisiológica. Cuando la planta comienza a marchitarse severamente, las hojas comienzan a secarse de abajo hacia arriba, las mazorcas se caen y caen del pedúnculo, las brácteas y los granos también se secan y la capa negra de los granos se vuelve más oscura, es una indicación de que el cultivo está madurando. La cosecha comienza cuando la humedad del grano es de aproximadamente 18%; los productores en el área generalmente esperan de 110 a 120 días después de la siembra para cosechar sus tipos; hacerlo rápidamente evita que los granos se deterioren debido al ataque de insectos y la pudrición de la mazorca. El "deshojado" manual de las mazorcas de las plantas detenidas es el principal método

utilizado en la región de San Martín. Después de transferirlos a recipientes (bolsas), se secan en áreas protegidas para ayudar en el proceso de secado natural hasta que la humedad alcanza del 14 al 16%, momento en el que puede comenzar el descascarillado. Debido a la extrema relevancia de esta precocidad en el maíz duro amarillo, el VRAE permite al menos dos cosechas al año, proporcionando al agricultor de la selva una fuente de alimento sostenible. De acuerdo con los hallazgos en el área del VRAE, los resultados de precocidad.

3.2. Variables de rendimiento

3.2.1. *Altura de planta*

Tabla 3.2

Análisis de variancia de la altura de planta en las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm

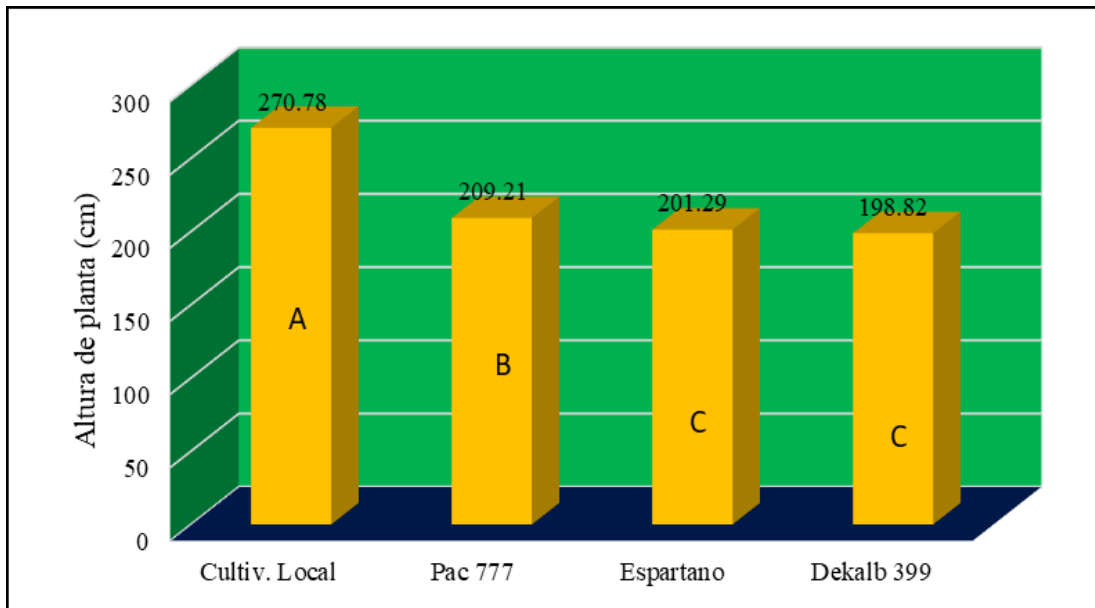
F. variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	628.83	209.61	1.69	0.1721 ns
Variedad	3	139746.88	46582.29	375.26	< 0.0001 **
Error experim	9	1039.49	115.50		
Error submuestra	144	17875.35	124.13		
Total	159	159290.54			

C.V. = 5.06 %

La tabla 3.2 del análisis de variancia de la altura de planta de las diferentes variedades, muestran alta significación estadística para la diferencia varietal. Existe una buena precisión en el coeficiente de variación nos indica buena homogeneidad en esta variable dentro de una variedad.

Figura 3.1

Prueba de Tukey de la altura de planta de las variedades de maíz amarillo duro Sivia 1243 msnm



El cultivar autóctono superó estadísticamente a los híbridos, con una altura de planta de 270,78 cm, como se muestra en la Figura 3.1 de la prueba de Tukey. Solo superada por la híbrida Pac 777 en términos de altura máxima de planta, con 209,21 cm. Una tasa de conversión más baja es característica de las variedades de bajo rendimiento, y el hecho de que la variedad local sea más alta que el promedio es una indicación de que se está produciendo más biomasa.

La Megahíbrido INIA -619 es un híbrido fácil de entender que se ha adaptado bien a los ambientes costeros y forestales del Perú, según el INIA (2012). La ficha técnica indica, entre otras cosas, que puede alcanzar una altura máxima de planta de 230 cm \pm 10 cm. Estos resultados son consistentes con lo que vimos en esta investigación. El cultivar local destaca por sus plantas muy altas, que alcanzan una altura de más de 3 metros. El índice de cosecha es otro diferenciador significativo entre los híbridos y las especies nativas.

3.2.2. *Altura a la mazorca*

Tabla 3.3

Análisis de variancia de la altura de planta a la mazorca en las variedades de maíz. Sivia 1243 msnm

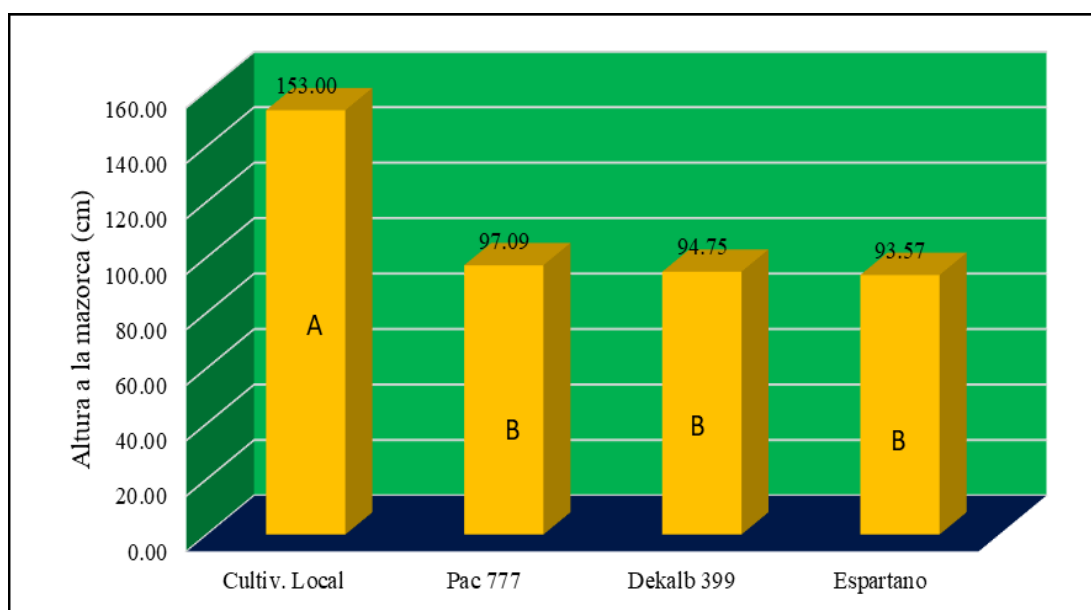
F. variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	541.33	180.44	1.08	0.3579 ns
Variedad	3	100713.15	33571.05	201.72	< 0.0001 **
Error experimental	9	1633.71	181.52		
Error submuestra	144	23965.51	166.43		
Total	159	126853.70			

C.V. = 11.77 %

La tabla 3.3 del análisis de variancia de la altura de planta a la mazorca en las diferentes variedades, muestran alta significación estadística para la diferencia varietal. Existe una buena precisión en el coeficiente de variación nos indica buena homogeneidad en esta variable dentro de una variedad.

Figura 3.2

Prueba de Tukey de la altura de planta a la mazorca de las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm



La figura 3.2 de la prueba Tukey, muestra al cultivar local como la de mayor altura a la mazorca con un valor de 153.0 cm. Esta variable es muy importante en la labor de la

cosecha por la facilidad de alcanzar las mazorcas. Además, poder manejar adecuadamente la densidad de plantas. Los híbridos evaluados muestran una altura media de fácil cosecha y sus valores se encuentran en el rango de 97.09 a 93.57 cm demostrando gran homogeneidad.

Como expresa Chura & Tejada (2014) en la evaluación de 16 híbridos de maíz amarillo duro en la UNA-la Molina a 550 msnm, encontró una gran variación en la altura a la mazorca con un rango de 0.85 a 0.65 m. En nuestro experimento conducido en Sivia 1243 msnm se alcanzó mayores valores que se puede justificar por la densidad de plantas utilizado.

3.2.3. Longitud de mazorca

Tabla 3.4

Análisis de variancia de la longitud de mazorca en las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm

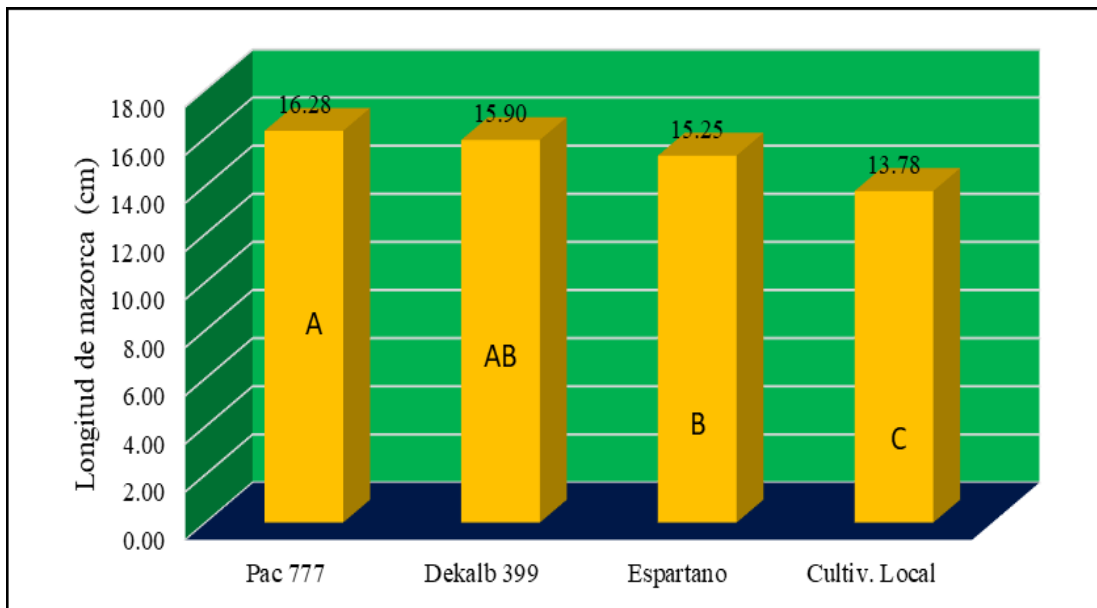
F. variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	8.90	2.97	1.40	0.2454 ns
Variedad	3	145.55	48.52	22.89	< 0.0001 **
Error experimental	9	15.95	1.77		
Error submuestra	144	305.20	2.12		
Total	159	475.60			

C.V. = 9.52 %

La tabla 3.4 del análisis de variancia de la longitud de mazorca en las diferentes variedades, muestran alta significación estadística para la diferencia varietal. Existe una buena precisión en el coeficiente de variación indicándonos buena homogeneidad en esta variable dentro de una variedad.

Figura 3.3

Prueba de Tukey de la longitud de mazorca de las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm



La figura 3.3 de la prueba de Tukey de la longitud de mazorca, se observa una mayor longitud en el híbrido Pac 777 con un valor de 16.28 cm sin diferencia estadística frente al híbrido Dekalb 399 que alcanza una longitud de 15.90 cm, el cultivar local es la de menor longitud. Esta variable conjuntamente con el diámetro de la mazorca forma el componente principal asociado al rendimiento de grano.

Poma (2020) en Pichari a 550 msnm, reporta sobre la longitud de mazorca en el híbrido Marginal 28 T un valor de 16.53 cm, beneficio de la labranza mínima individual, que incluía el uso de una pala recta para plantar semillas en el suelo que se había labrado lo menos posible antes del establecimiento del cultivo. Esta labor acompañada con la aplicación de mulch al 50 % al estado de cogollo del maíz. Valor encontrado similar a nuestro experimento, resultado que explica la diferencia en esta variable frente al cultivar local

3.2.4. Diámetro de la mazorca

Tabla 3.5

Análisis de variancia del diámetro de la mazorca en las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm

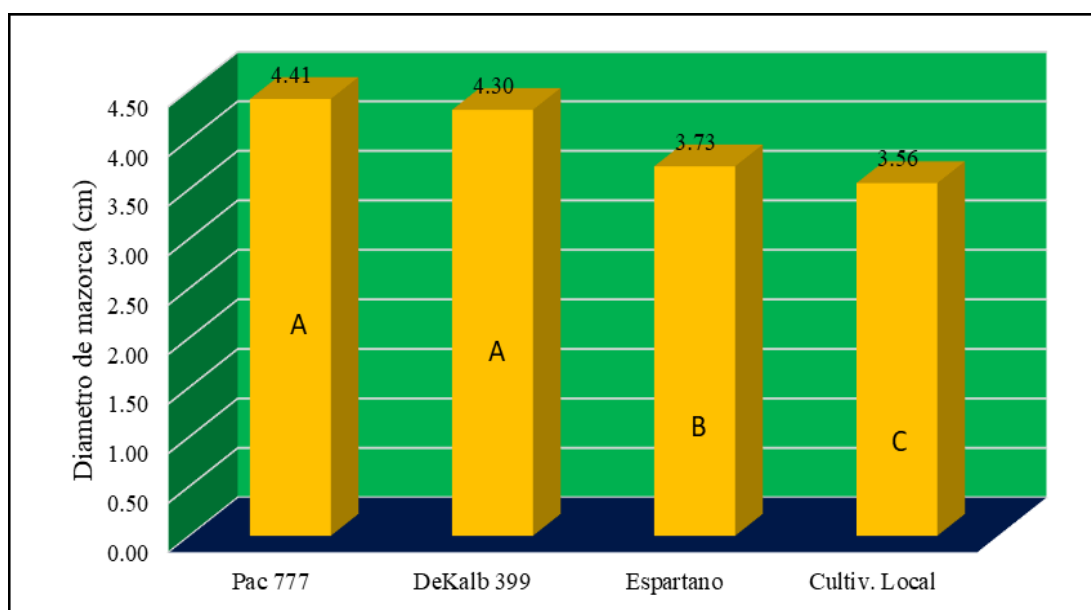
F. variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	0.10	0.03	0.76	0.5192 ns
Variedad	3	21.19	7.06	161.19	< 0.0001 **
Error experimental	9	0.73	0.08		
Error submuestra	144	6.31	0.04		
Total	159	28.33			

C.V. = 5.23 %

La Tabla 3.5 muestra los resultados del análisis de variancia para el diámetro de mazorca en cada variedad. La significancia estadística de la diferencia entre las variedades es considerable. El coeficiente de variación es bastante preciso, lo que sugiere que esta variable es muy homogénea dentro de su propia variedad.

Figura 3.4

Prueba de Tukey del diámetro de mazorca de las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm



La figura 3.4 de la prueba de Tukey muestra a los híbridos Pac 777 y Dekalb 399 como los de mayor diámetro de mazorca, pero sin diferencia estadística entre ellos con valores de 4.41 y 4.30 cm. Esta medida obtenida de la parte central de la mazorca.

Según el reporte de Chura & Tejada (2014) en la conducción de su trabajo experimental de evaluación de 16 híbridos de maíz amarillo de grano duro en la Molina-Lima, menciona a los híbridos en la variable diámetro de mazorca valores dentro de un rango de 4.6 cm hasta 5.7 cm, medidos en la parte media de la mazorca y estas tenían la forma cónica. Los híbridos D-8005, BF 9417, BF9719 y P30F35 son los de mayor diámetro, cuyos diámetros fueron de 4.9 para los tres primero y 5.1 cm para el último. Estos valores obtenidos sobre el diámetro son ligeramente superiores a los obtenidos en el presente experimento resultado explicado por la diferencia de altura sobre el nivel de mar, precipitación y la temperatura que incide en las variables como la longitud, diámetro y el número de granos por hilera (Yzarra et al 2010).

3.2.5. *Peso de mazorca*

Tabla 3.6

Análisis de variancia del peso de mazorca en las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm

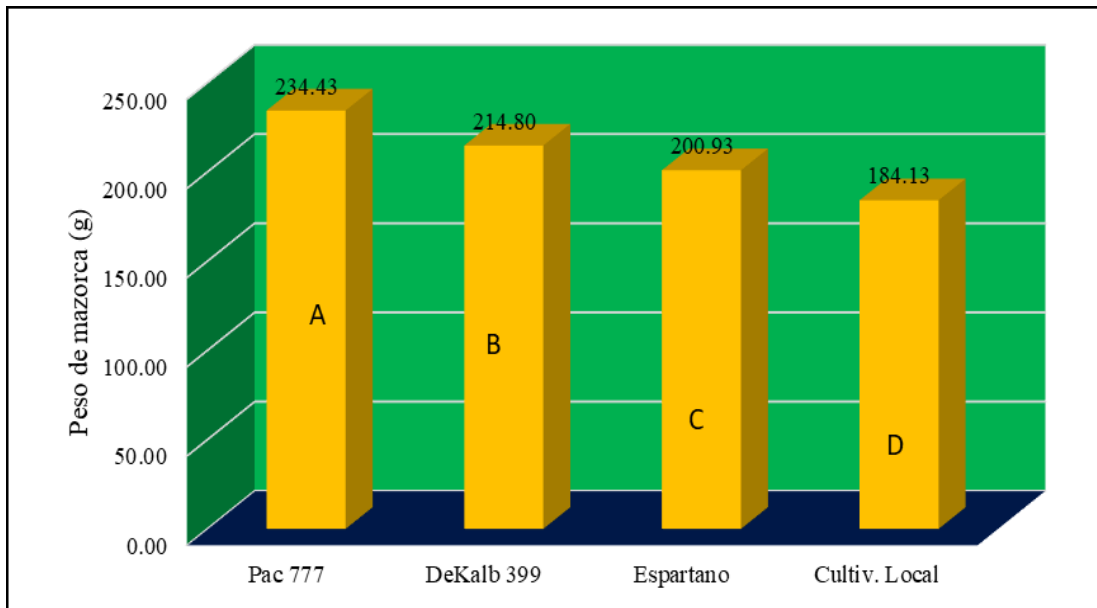
F. variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	8159.07	2719.69	30.08	< 0.0001 **
Variedad	3	54531.92	18177.31	201.03	< 0.0001 **
Error experimental	9	12261.36	1362.37		
Error submuestra	144	13030.90	90.42		
Total	159	87973.24			

C.V. = 4.56 %

El peso de mazorca es la variable de mayor importancia en el rendimiento de grano del maíz. La tabla 3.6 del análisis de variancia del peso de mazorca en las diferentes variedades, muestran alta significación estadística para la diferencia varietal. Existe una buena precisión en el coeficiente de variación indicándonos buena homogeneidad en esta variable dentro de una misma variedad.

Figura 3.5

Prueba de Tukey del peso de mazorca de las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm



En el maíz, el peso de la mazorca, junto con la prolificidad, es la característica más esencial para pronosticar el rendimiento. La Figura 3.5 muestra que, cuando el grano se expuso a niveles de humedad que oscilaban entre el 15 y el 16%, el cultivar local tuvo el peso de mazorca más ligero, mientras que el híbrido Pac 777 tuvo el más pesado, superando estadísticamente a todos los genotipos con un valor de 234,43 g.

Citando a Bueno y Tolentino (2022) al analizar las características de adaptabilidad de cinco híbridos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones edafoclimáticas de Los Anitos – Valle de Barranca, donde se seleccionaron cinco híbridos de maíz amarillo duro (MAD); INIA 619, Pionner 4285, Dekalb 7500, Dekalb 7508 y Dekalb 7088, obtuvieron un peso de mazorca de 208.78 g a 221.54 g sin diferencia estadística entre ellos. En nuestro experimento conducido en Sivia se alcanzó valores similares sobre todo en el híbrido Pacc 777 que alcanzó un valor de 234.43 g resultado debido al contenido de humedad de la mazorca.

3.2.6. *Peso de 1000 semillas*

Tabla 3.7

Análisis de variancia del peso de 1000 semillas de las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm

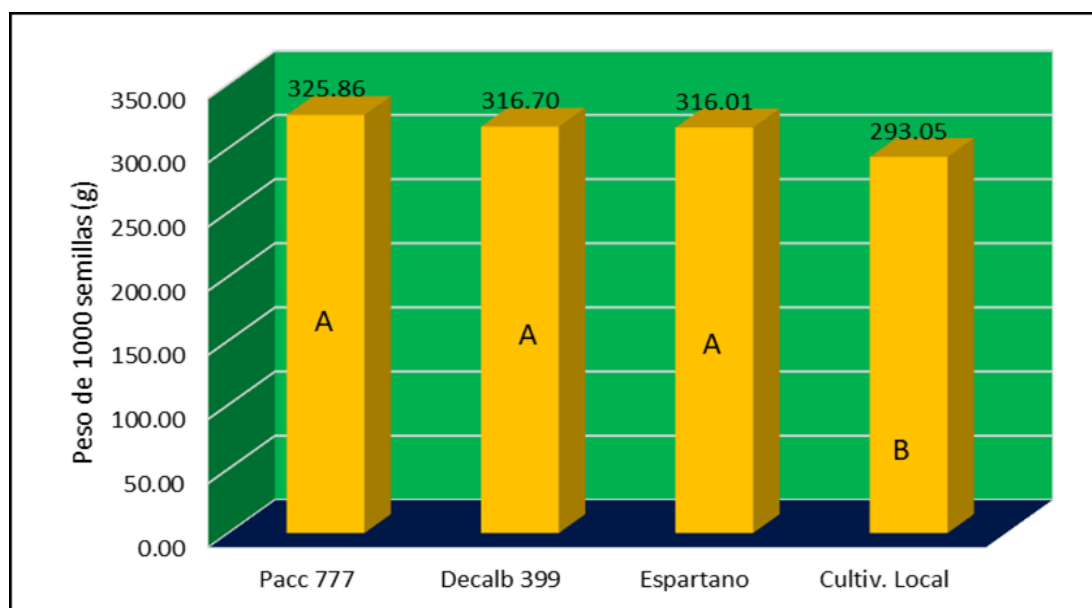
F. variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	317.45	105.82	1.56	0.2654 ns
Variedad	3	2344.51	781.50	11.53	0.0019 **
Error experimental	9	610.01	67.78		
Total	15	3271.97			

C.V. = 2.63 %

Consulte la Tabla 3.7 para obtener más detalles. Existe un fuerte respaldo estadístico para la fuente de variaciones basado en el análisis de variancia de 1000 pesos de semillas. Esta variación permite la ejecución de la prueba de contraste de Tukey, que a su vez identifica la variedad de semilla estándar más alta. Una cifra muy precisa del coeficiente de variación explica por qué hay un alto grado de consistencia entre muestras de la misma variedad.

Figura 3.6

Prueba de Tukey del peso de 1000 semillas de las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm



La Figura 3.6 muestra que, en comparación con las otras variedades, Pac 777 tiene una ventaja numérica en 1000 pesos de semilla (325,86 g), lo cual es estadísticamente significativo, pero no estadísticamente diferente de los otros híbridos. La variedad mencionada también tiene los granos más grandes, lo cual es una característica de comercialización muy importante porque conduce a mejores precios.

En su estudio comparando 22 híbridos dobles de maíz con 2 híbridos locales de la región Lambayeque, Cieza et al. (2020) afirmaron que el peso de 1000 semillas es la variable más importante en la calidad del maíz amarillo duro. Los híbridos INIA 619, CLRYN x CLNY240 y CML161 x CLNY240 tuvieron pesos de 360,9, 361,40 y 357,55 g de semillas, respectivamente. De esta manera, el híbrido mencionado anteriormente demuestra alta calidad y buen tamaño de grano, ya que estos pesos son comparables a los logrados en el presente estudio experimental, particularmente con el híbrido Pac 777.

3.2.7. Rendimiento de grano

Tabla 3.8

Análisis de variancia del rendimiento de grano al 14 % de humedad en las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm

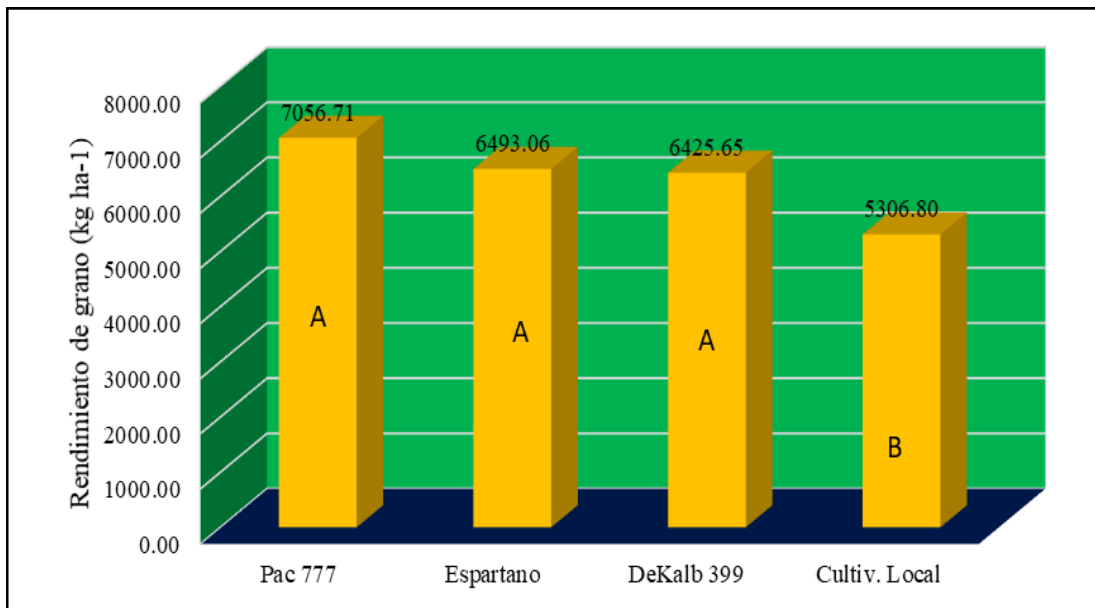
F. variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	4924.43	1641.48	0.02	0.9964 ns
Variedad	3	6441696.27	2147232.09	23.84	0.0001 **
Error experimental	9	810509.28	90056.59		
Total	15	7257129.98			

C.V. = 4.75 %

La Tabla 3.8 muestra que existe un alto nivel de significación estadística para las variedades de maíz amarillo duro con respecto al rendimiento de grano, que es la variable más relevante. Esto significa que podemos usar la prueba de contraste para determinar qué variedad tiene el mayor rendimiento. Puede tener fe en los hallazgos experimentales, ya que el coeficiente de variación es un número de precisión respetable.

Figura 3.7

Prueba de Tukey del rendimiento de grano al 14 % de humedad de las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm



El análisis estadístico muestra que los híbridos superan al cultivar local (Figura 3.7). Entre los híbridos, Pac 777 tiene la mejor producción de grano (7056,11 kg ha⁻¹), pero no hay diferencia estadística entre ellos. El alto valor de rendimiento lo convierte en una opción económica viable para los agricultores del bosque, que pueden usarlo tanto para consumo humano como para alimentación animal.

Varios híbridos comerciales, incluidos los introducidos por la INDIA en varias regiones con climas adecuados, están disponibles ahora, y hay muchos valores actuales en el rendimiento de grano.

En su informe sobre la evaluación de rendimientos de seis híbridos en el Centro Experimental de Selva, Briceño (2018) afirma que el híbrido simple ATL 50 tuvo el menor rendimiento con 5823,86 kg por hectárea, mientras que el híbrido doble ATLAS 105 tuvo el mayor rendimiento con 8096,59 kg por hectárea. Los resultados experimentales para los híbridos simple y doble corroboran estos valores.

En base a Chura & Tejada (2014) en un trabajo experimental de evaluación de 16 híbridos de maíz amarillo de grano duro en la Molina-Lima, menciona a los híbridos con similar comportamiento a los híbridos BF-9417, BF-9719, BG-9619, E-8008, C-8008 y

BE-9005, todos sus rendimientos experimentales fueron desde 9.5 a 6.5 t ha⁻¹ también. El híbrido C-8008 tuvo menor rendimiento de grano con 5.2 t ha⁻¹. Los híbridos son dependientes del medio ambiente y su carga genética, además la precocidad en el llenado del grano y, la duración de este período, está relacionada con el rendimiento de maíces híbridos (Bolaños, 1995). En nuestro experimento los rendimientos son de menor valor, esto explicado por la altura sobre el nivel de mar y temperatura que afecta el ciclo vegetativo y la adaptación en la plasticidad del rendimiento.

Tabla 3.9

Medidas descriptivas de las variables relacionadas al rendimiento, Índice de mazorca, hileras por mazorca, porcentaje de desgrane de los híbridos evaluados de maíz duro. Sivia 1243 msnm

Híbridos	Dekalb 399	Espartano	Pac 777	Cultivar local
Índice de mazorca				
Promedio	0.95	0.95	1.08	0.69
Desviación estándar	0.03	0.06	0.08	0.07
Rango	0.98-0.90	1.02-0.86	1.18-1.00	0.79-0.63
Nº hileras/mazorca				
Promedio	16.8	15.8	17.7	14.4
Desviación estándar	0.98	1.51	1.72	1.55
Rango	16-18	18-12	20-14	12-16
% de desgrane				
Promedio	0.81	0.82	0.86	0.69
Desviación estándar	0.02	0.01	0.04	0.06
Rango	0.83-0.80	0.83-0.81	0.91-0.80	0.79-0.63

En la tabla 3.9 se observa las medidas descriptivas, donde el híbrido Pac 777 muestra un buen índice de mazorca que significa una mazorca por planta proporcionándonos altos rendimientos potenciales. En lo referente al número de hileras por mazorcas los híbridos.

Dekalb 399 y Pac 777 son lo de mayor valor en promedio con 16.8 y 17.7 hileras respectivamente. El porcentaje de desgrane que nos explica la relación peso del grano sobre el peso de mazorca donde el híbrido Pac 777 es la que tiene un 86 % que indica que, de 100 g de peso de mazorca, 86 g es grano de maíz, finalmente se tiene a los híbridos con mayor contenido de proteína.

CONCLUSIONES

1. A diferencia del cultivar nativo, que alcanza la madurez fisiológica entre 125 y 135 días después de la siembra, los híbridos exhiben una precocidad y lo hacen entre 120 y 130 días después de la siembra. No hubo diferencia estadísticamente significativa entre los otros híbridos y el Pac 777, que tuvo la máxima producción de grano en $7056,11 \text{ kg/ha}^{-1}$. Debido a su alta producción, es una opción económica viable para los agricultores en las selvas tropicales.
2. Un índice de mazorca más bajo y una mayor producción de biomasa son el resultado de las plantas más altas de los cultivares locales y una mayor altura a la mazorca. En comparación con otras variedades, el híbrido Pac 777 tiene la longitud de mazorca más larga de 16,28 cm y el diámetro de mazorca más grande de 4,41 cm. También tiene el mayor peso de mazorca de 234,43 g, que supera estadísticamente a todos los demás. Cuando se trata del peso de 1000 semillas, la variedad Pac 777 es numéricamente superior con 325,86 g, lo que es una característica de marketing muy importante.

RECOMENDACIONES

1. Debido a su madurez temprana, excelente rendimiento y contenido de proteína de 1000 semillas de alta calidad, el híbrido Pac 777 es muy recomendable para su uso.
2. En segundo lugar, la variedad local tiene mayor biomasa, lo que la hace útil tanto como grano como forraje, y tiene fuertes rasgos de rusticidad.
3. Cuando se trata del manejo agronómico de híbridos, es importante tener mucho cuidado durante las etapas vegetativa y reproductiva cuando se trata de fertilización, control de insectos y deshierbe.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Acuña, K. (1998). *Evaluación de rendimiento en variedades híbridas experimentales y comerciales de maíz amarillo duro en el valle de Higuera*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional de la UNHV.
- Bolaños, J. (1995). *Physiological bases for yield differences in selected maize cultivars from Central America*. *Field Crops Research*, 42(2–3), 69–80. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0378-4290\(95\)00022-I](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0378-4290(95)00022-I).
- Bravo, F. C., Zorogastua Cruz, P., & Pinedo, R. (2019). Social sustainability of the agricultural system of hard yellow corn in the Pativilca Valley - Lima. *Idesia*, 37(3), 107–114. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292019000300107>
- Bueno, E. A., & Tolentino, L. Y. (2022). *Adaptabilidad de cinco híbridos de maíz amarillo duro (zea mays L.) bajo condiciones edafoclimáticas de los anitos – valle de Barranca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Barranca.] Repositorio Institucional de UNB. <https://hdl.handle.net/20.500.12935/115>
- Cavero, R. (1986). *Maíz, chicha y religiosidad andina* (Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (ed.)).
- Conmexperu (2021) Semanario 1095 – Actualidad. <https://www.comexperu.org.pe/en/articulo/la-produccion-nacional-de-maiz-amarillo-solo-cubre-el-23-de-la-demanda-nacional>
- Chura, J., & Tejada, J. (2014). *Comportamiento de híbridos de maíz amarillo duro en la localidad de la molina, Perú*. *Idesia*, 32(1), 113–118. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292014000100014>
- Cronquist, A. (1988). *The evolution and classification of flowering plants*. 2ª edición. New York Botanical Garden, Bronx.
- Gaspar, R. (1993). *Ensayo de rendimiento en híbridos y variedades Tropicales de Maíz Amarillo Duro en el Valle de Huánuco*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional UNHV.
- Guarda, (2000). *Evaluación de híbridos dobles y triples (Zea mays L.) bajo condiciones de Tingo María*. Trabajo de investigación, UNAS, Tingo María, Perú, 64p.
- Hidalgo, (2013). *Manejo técnico del cultivo de maíz amarillo duro en la región San Martín*. 25p. https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/149/1/Cultivo_maiz_amarillo_2013.pdf

- Huamachuco, C. (2013). *La cadena de valor del maíz en el Perú: diagnóstico del estado actual, tendencias y perspectivas*. IICA. 97 p.
- INIA (2006). *Maíz amarillo duro INIA 609 NAYLAMP Híbrido triple*. https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1960/1/Maiz_INIA609_Naylamp.pdf
- INIA (2012). *Híbrido simple de maíz amarillo duro INIA 619 Mega híbrido*. https://www.inia.gob.pe/wpcontent/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/maiz-amarillo-duro/INIA_619.pdf
- INIA (2020). *Manual técnico del cultivo de maíz amarillo duro*.
- Manrique, A. (1997). *El maíz en el Perú*. Segunda edición. CONCYTEC. Perú.
- Manrique, A (1999). *Maíz morado peruano (Zea mays L. Amilaceae st)*. Folleto R.I. Nro 2 – 99. Perú. 24 p.
- Martínez Uribe, R. A., Tiago Kolln, O., & de Castro Gava, G. J. (2017). *Evaluación de la densidad de plantas, componentes fenológicos de producción y rendimiento de granos en diferentes materiales genéticos de maíz. Idesia (Arica)*, 35(3), 23–30. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292017005000401>
- MINAGRI (2018). *Plan nacional de cultivos 2018-2019*. Ministerio de agricultura y riego. Lima, Peru. 293 p. <https://www.agroarequipa.gob.pe/images/AGRICOLA/PLAN%20NACIONAL%20DE%20CULTIVOS%202018-2019%20APROBACION.compressed.pdf>
- MINAGRI (2021). *Boletín cuatrimestral N° 1.2-2021 Observatorio de la siembra perspectivas de la producción. Maíz Amarillo Duro*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2173757/Observatorio-Maiz-AD-ago21.pdf.pdf>
- Llanos, M (1984). *El maíz, su cultivo y aprovechamiento*. Editorial Mundi Prensa – España. 318 p.
- Poma, J. G. (2020). *Labranza conservacionista y mulch en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad Marginal 28 T, Pichari 550 msnm, Cusco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga]. Repositorio Institucional de la UNSCH. <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4547>
- Rimachi, P. (2006). *Producción de maíz amarillo duro en el Perú*. <https://www.monografias.com/trabajos35/produccion-maiz-peru/produccion-maiz-peru.shtml>

- Salgado, L. (2000). *Evaluación del deterioro de la semilla de maíz (Zea mays L.) después de madurez fisiológica*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 59 p.
- SIRA - SISTEMA DE INFORMACIÓN RURAL AREQUIPA / *Convenio SADA – GTZ – II CA – 2005*.
- Sela, G. (2020). *Fertilización más adecuada para maíz*. Smart Fertilizer Software https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/corn_fertilizer/
- Quevedo, A.; Barragán, Y. Quijano, E.; Medina, J. (2015). Efecto de altas densidades de siembra sobre el híbrido de maíz (*Zea mays L.*) *Impacto Scientia Agroalimentaria* ISSN2339-4684 Vol. 2 (2015) 18-24
- Vallone, P.; Gudelf, V.; Galarza, C.; Masero, B.; Canare, A. (2013). *Ensayos de densidad y distancia de siembra de maíz*. INTA. Estación Experimental Agropecuaria, Marcos Juárez. México https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-ensayo_de_densidad_y_distancia_de_siembra_de_mai.pdf
- Yzarra, W.; Trebejo, I. y Noriega, V. (2010). *Evaluación del efecto del clima en la producción y productividad del maíz amarillo duro en la costa central del Perú*. SENAMHI-Programa de Maíz UNALM. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-10.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de caracterización del suelo del trabajo de investigación, Sivia 1 243 msnm



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN EN PASTOS Y GANADERÍA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANÁLISIS FOLIAR
 Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 966942996
 Ayacucho – Perú
 "Año de la unidad, la paz y el desarrollo"


Región : Ayacucho
 Provincia : Huanta
 Distrito : Sivia
 Localidad : CC. pp. Guayaquil 1243msnm
 Proyecto : "Tesis"
 Solicitante : Sr. Patrick Harry Rodríguez Ccarhuapeña

HR: 00281

ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN

Muestra	Análisis mecánico (%)		Clase Textural	pH (H ₂ O)	C. E. (dS/m)	CaCO ₃ (%)	M.O. (%)	Nt (%)	Elementos Disp (ppm)				Cationes cambiabiles (Cmol(+) / Kg)				C. I. C. (Cmol(+) / Kg)
	Arena	Limo							P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na	Al ³⁺	H ⁺	
01	30.7	40.6	Fr-Ar	5.06	0.35	0.0	2.33	0.12	87.6	2.96	1.28	0.45	0.16	2.8	0.4	19.4	

Ayacucho, 11 de Agosto del 2023.

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS
 PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
 RESPONSABLE

 Juan B. Girón Molina
 C.I.P. 77120

Ao: Arenoso, AoFr: Arena franca, FrAo: Franco arenosos, Fr: Franco, FrL: Franco limoso, L: Limoso, FrArAo: Franco arcillo arenoso, FrAr: Franco arcilloso,
 FrAr: Franco arcillosos, FrArL: Franco arcillo limoso, ArAo: Arcillo arenoso, ArL: Arcillo limoso, Ar: Arcilloso

Anexo 2. Medidas descriptivas de la longitud de mazorca, diámetro de mazorca, peso de mazorca y número de hileras por mazorca. Sivia 1243 msnm

I	Dekalb 399				Espartano			
	Longitud	Diámetro	P mazorca	N.º Hileras	Longitud	Diámetro	P mazorca	N.º Hileras
1	16	4.7	239	18	14	4.2	198	16
2	14	4.8	249	16	15	4.3	156	14
3	16	4.6	254	16	16	4.3	187	18
4	16	4.6	244	18	15	4.1	205	16
5	16	4.7	244	16	14	4.1	208	18
6	17	4.8	259	18	15	4.2	197	18
7	16	4.7	251	16	15	4.3	209	16
8	15	4.8	245	16	16	4.0	198	16
9	14	4.7	247	16	16	4.2	207	14
10	16	4.6	254	16	16	4.2	208	18
Prom	15.6	4.7	248.8	16.6	15.2	4.19	197.3	16.4

II	Dekalb 399				Espartano			
	Longitud	Diámetro	P mazorca	N.º Hileras	Longitud	Diámetro	P mazorca	N.º hileras
1	15	5.0	200	18	14	3.9	198	16
2	15	4.8	197	16	16	4.2	205	18
3	17	4.8	202	16	14	4.3	198	14
4	15	3.9	197	18	17	4.2	205	16
5	17	5.1	206	16	16	4.0	208	16
6	17	4.9	208	18	14	3.8	198	16
7	17	5.1	211	16	14	3.9	189	16
8	16	5.0	204	16	16	4.1	198	16
9	17	5.1	220	18	14	4.3	197	16
10	16	4.8	198	16	15	4.0	198	16
Prom	16.2	4.85	204.32	16.8	15.21	4.076	199.4	16

III	Dekalb 399				Espartano			
	Longitud	Diámetro	P mazorca	N.º Hileras	Longitud	Diámetro	P mazorca	N.º hileras
1	16	5.2	202	16	15	3.9	205	16
2	16	4.9	204	18	16	4.1	206	18
3	18	5.0	212	18	16	4.2	208	14
4	16	4.8	206	16	16	4.1	210	18
5	15	4.8	205	16	14	3.8	196	16
6	18	5.0	211	18	16	4.1	202	16
7	16	4.8	206	18	16	4.2	205	16
8	17	5.0	211	16	14	3.9	199	14
9	18	4.9	210	16	15	4.0	206	14
10	17	4.8	208	16	15	4.0	208	16
Prom	16.7	4.92	207.44	16.8	15.3	4.03	204.5	15.8

IV	Dekalb 399				Espartano			
	Longitud	Diámetro	P mazorca	N.º Hileras	Longitud	Diámetro	P mazorca	N.º hileras
1	14	4.8	196	16	16	4.2	208	16
2	15	4.5	200	18	16	4.1	209	16
3	17	4.9	208	18	15	4.3	197	16
4	16	4.8	204	18	15	4.2	199	12
5	14	4.6	197	16	14	4.1	185	16
6	15	4.8	198	18	15	4.2	196	14
7	15	4.6	192	16	16	4.3	207	16
8	17	4.8	204	16	16	4.3	206	14
9	13	4.8	193	16	16	4.3	210	12
10	15	4.6	196	16	16	4.2	208	16
Prom	15.1	4.72	198.8	16.8	15.5	4.22	202.5	14.8

I	PACC 777				T4 (Local)			
	Longitud	Diámetro	P mazorca	N.º hileras	Longitud	Diámetro	P mazorca	N.º H hileras
1	16	4.7	248	16	14	4.1	201	14
2	17	4.8	256	18	13	3.8	185	18
3	17	5.5	260	20	14	3.9	187	14
4	17	5.0	258	16	12	3.8	198	16
5	14	4.6	228	18	12	3.8	195	12
6	14	4.6	222	16	11	3.7	190	12
7	14	5.0	226	16	16	4.1	201	16
8	17	5.0	228	18	14	3.8	188	14
9	16	4.4	236	16	11	3.5	175	16
10	17	5.2	250	14	15	3.9	188	12
Prom	15.9	4.88	241.2	16.8	13.2	3.84	190.8	14.4

II	PACC 77				T4 (Local)			
	Longitud	Diámetro	P mazorca	N.º hileras	Longitud	Diámetro	P mazorca	N.º hileras
1	15	4.2	244	18	16	4.2	210	16
2	18	4.6	256	14	14	3.9	187	16
3	16	5.0	230	18	10	3.5	178	12
4	16	4.8	222	18	14	3.9	188	14
5	18	5.0	248	18	16	4.1	205	14
6	15	5.4	220	18	17	4.2	215	12
7	17	5.0	238	20	11	3.8	185	14
8	17	5.3	244	20	10	3.6	181	14
9	15	5.1	222	20	13	3.9	188	12
10	19	5.1	256	18	16	4.1	202	14
Prom	16.6	4.95	238.08	18.2	13.7	3.92	193.9	13.8

III	PACC 77				T4 (Local)			
	Longitud	Diámetro	P mazorca	N.º hileras	Longitud	Diámetro	P mazorca	N.º hileras
1	16	4.9	228	18	11	3.8	186	14
2	18	5.2	238	20	12	3.9	190	14
3	15	4.6	222	18	15	4.1	158	15
4	15	4.9	227	16	15	4.2	168	12
5	16	4.3	230	14	14	3.9	175	16
6	17	5.1	236	16	17	4.2	186	14
7	16	5.1	230	18	13	3.8	175	14
8	17	4.8	236	18	16	4.2	186	14
9	18	4.9	246	18	15	4.1	185	14
10	17	5.2	240	18	12	4.1	188	16
Prom	16.5	4.9	233.44	17.4	14	4.03	179.7	14.3

IV	PACC 77				T4 (Local)			
	Longitud	Diámetro	P mazorca	N.º hileras	Longitud	Diámetro	P mazorca	N.º hileras
1	16	5.0	220	20	16	4.1	158	14
2	17	4.5	228	16	17	4.2	174	14
3	16	5.1	227	20	12	3.8	165	18
4	18	5.1	246	18	17	4.6	178	12
5	16	5.0	222	18	13	3.9	166	16
6	16	5.1	224	18	17	4.2	187	14
7	16	5.0	226	20	16	4.2	183	14
8	15	4.7	222	18	11	3.5	167	14
9	16	4.6	222	16	11	3.8	168	14
10	15	4.6	215	20	12	3.9	175	16
Prom	16.1	4.87	225.36	18.4	14.2	4.02	172.1	14.6

Anexo 3. Datos de la altura de la planta (AT) y Altura a inserción de la mazorca (AIM).

Sivia 1243 msnm

I	Dekalb 399		Espartano		PACC 777		T4 (Local)	
	AT	AIM	AT	AIM	AT	AIM	AT	AIM
1	193.2	88.9	210.0	88.2	218.4	100.8	263.9	133.0
2	193.9	93.8	196.0	92.4	211.4	94.5	281.4	165.9
3	193.9	82.6	196.0	99.4	208.6	105.0	284.9	151.9
4	192.5	92.4	204.4	97.3	224.0	111.3	266.0	148.4
5	206.5	95.9	203.0	91.0	218.4	113.4	256.9	129.5
6	207.2	98.0	205.8	98.0	197.4	89.6	270.9	151.9
7	189.0	89.6	203.7	93.8	221.2	98.0	277.9	157.5
8	206.5	95.9	217.0	96.6	207.2	93.1	260.4	147.0
9	202.3	94.5	227.5	112.0	211.4	92.4	280.0	162.4
10	205.1	100.8	203.0	105.0	228.9	109.9	284.2	141.4
Prom	199.01	93.24	206.64	97.37	214.69	100.8	272.65	148.89

II	Dekalb 399		Espartano		PACC 777		T4 (Local)	
	AT	AIM	AT	AIM	AT	AIM	AT	AIM
1	183.4	93.8	197.4	86.1	205.1	86.1	263.2	131.6
2	190.4	89.6	196.0	81.9	226.1	98.0	268.8	179.2
3	185.5	88.9	203.0	82.6	199.5	105.0	289.8	171.5
4	196.0	84.7	191.1	94.5	218.4	95.9	267.4	154.0
5	187.6	85.4	203.0	77.0	219.8	97.3	254.8	147.0
6	196.0	98.0	199.5	199.5	229.6	108.5	289.8	161.0
7	197.4	100.8	203.0	94.5	205.8	98.0	289.1	163.1
8	210.0	106.4	203.7	95.2	212.8	94.5	271.6	135.8
9	186.2	92.4	205.1	93.1	190.4	80.5	256.2	156.8
10	203.0	96.6	212.1	88.9	156.1	105.0	282.1	161.0
Prom	193.55	93.66	201.39	99.33	206.36	96.88	273.28	156.1

III	Dekalb 399		Espartano		PACC 77		T4 (Local)	
	AT	AIM	AT	AIM	AT	AIM	AT	AIM
1	197.4	95.9	197.4	85.4	203.0	86.8	254.8	150.5
2	202.3	98.7	192.5	81.9	213.5	94.5	280.0	168.0
3	199.5	100.1	205.8	92.4	199.5	91.0	296.1	190.4
4	211.4	109.2	196.0	93.8	210.0	100.8	301.0	190.4
5	204.4	99.4	197.4	91.7	204.4	89.6	274.4	172.9
6	201.6	91.0	198.8	84.0	217.0	109.9	238.0	138.6
7	197.4	90.3	194.6	85.4	201.6	95.9	256.9	150.5
8	203.0	105.0	200.2	87.5	197.4	88.2	252.0	131.6
9	200.2	92.4	201.6	95.2	197.4	93.8	263.9	147.0
10	210.0	102.9	182.0	86.1	223.3	103.6	249.2	149.1
Prom	202.72	98.49	196.63	88.34	206.71	95.41	266.63	158.9

IV	Dekalb 399		Espartano		PACC 77		T4 (Local)	
	AT	AIM	AT	AIM	AT	AIM	AT	AIM
1	204.4	99.4	198.8	85.4	199.5	91.0	284.9	142.8
2	200.2	92.4	197.4	91.7	201.6	95.9	260.4	147.0
3	202.3	98.7	200.2	87.5	197.4	93.8	274.4	143.5
4	196.0	98.0	190.4	87.5	215.6	95.9	252.0	131.6
5	196.0	84.7	196.0	88.9	212.8	94.5	254.8	130.2
6	190.4	89.6	203.0	77.0	205.1	86.1	256.2	156.8
7	193.9	82.6	205.1	95.2	208.6	105.0	289.8	161.0
8	207.2	98.0	211.4	97.3	218.4	98.0	267.4	154.0
9	202.3	94.5	199.5	91.0	211.4	94.5	284.9	151.9
10	207.2	98.0	203.0	91.0	220.5	98.0	280.7	162.4
Prom	199.99	93.59	200.48	89.25	209.09	95.27	270.55	148.12

Anexo 4. Datos del rendimiento y el promedio del peso de 1000 semillas de las variedades de maíz amarillo duro, Sivia 1243 msnm

BLOQUE	TRATA	RDTO (Kg/Ha)	1000 semillas (gr)
I	DeKalb 399	6363.89	320.67
I	Pacc 777	7167.59	318.23
I	Espartano	6027.78	318.22
I	Cult. local	5657.41	280.56
II	DeKalb 399	6541.67	315.42
II	Pacc 777	7216.67	320.52
II	Espartano	6585.19	310.24
II	Cult. local	4878.20	285.78
III	DeKalb 399	6521.11	310.56
III	Pacc 777	6944.44	324.56
III	Espartano	6766.67	315.16
III	Cult. local	5156.60	310.22
IV	DeKalb 399	6275.93	320.14
IV	Pacc 777	6898.15	340.12
IV	Espartano	6592.59	320.43
IV	Cult. local	5535.00	295.63

Anexo 5. Panel fotográfico



Foto 01. Limpieza y acondicionamiento de terreno Sivia – C.P Guayaquil 1243 msnm.



Foto 02. Extracción de muestra para análisis de caracterización de suelo.



Foto 03. Medición de trazos y siembra de maíz.



Foto 04. Evaluación de crecimiento e incidencia de ataque de plagas en el maíz.



Foto 05. Control fitosanitario en las plantaciones de maíz amarillo duro.



Foto 06. Monitoreo del experimento junto al asesor de tesis Ing. Eduardo Robles García.



Foto 07. Evaluación de datos junto al asesor de tesis Ing. Eduardo Robles García.



Foto 08. Evaluación de datos junto al asesor de tesis Ing. Eduardo Robles García.



Foto 09. Evaluación de datos estadísticos de los tratamientos estudiados.



Foto 10. Monitoreo de los híbridos de maíz amarillo duro.



Foto 11. Evaluación de madurez, izquierdo (Hibrido Dekalb 399), derecho (Cultivar local)



Foto 12. Evaluación de madurez, izquierdo (Hibrido Pacc 777), derecho (Hibrido Espartano)



Foto 13. Muestras de maíz amarillo duro (híbridos y cultivar local)



Foto 14. Evaluación de datos estadísticos (Longitud de mazorca, diámetro de mazorca, peso de mazorca, peso de 1000 semillas y rendimiento de grano)

**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. PATRICK HARRY RODRIGUEZ CCARHUAPEÑA
R.D. N° 041-2025-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los once días del mes de abril del año dos mil veinticinco, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa, Ing. Eduardo Robles García como asesor, Mtro. Juan Aníbal Galindo Galindo y el Mg. Brian Adonai Medina Gómez; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Rendimiento y calidad de híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) Sivia - Huanta a 1243 msnm**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroforestal presentado por el Bachiller **PATRICK HARRY RODRIGUEZ CCARHUAPEÑA**.

El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa	14	13	15	14
Ing. Eduardo Robles García	16	16	16	16
Mtro. Juan Aníbal Galindo Galindo	16	15	14	15
Mg. Brian Adonai Medina Gómez	15	16	16	16
PROMEDIO GENERAL				15

Acto seguido se invita al sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.


.....
Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa
Presidente


.....
Ing. Eduardo Robles García
Asesor


.....
Mtro. Juan Aníbal Galindo Galindo
Jurado


.....
Mtro. Brian Adonai Medina Gómez
Jurado


.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Decente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe coordinador responsable de la valoración y verificación de originalidad de los trabajos de investigación y de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, designado mediante la RCF N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

Rendimiento y calidad de híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) Sivia – Huanta a 1243 msnm

Autor : Patrick Harry RODRIGUEZ CCARHUAPEÑA
Asesor : Eduardo ROBLES GARCÍA

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **diecinueve (19 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2670576418

Ayacucho, 08 de mayo de 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias
Dr. Yuri Gálvez Gastelú
Coordinador de Control de originalidad de

Rendimiento y calidad de híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) Sivia – Huanta a 1243 msnm

por Patrick Harry RODRIGUEZ CCARHUAPEÑA

Fecha de entrega: 08-may-2025 04:42p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2670576418

Nombre del archivo: TESIS_PATRICK_RODRIGUEZ_FCA_EPIAF.docx (9.79M)

Total de palabras: 14045

Total de caracteres: 69759

Rendimiento y calidad de híbridos de maíz amarillo duro (Zea mays L.) Sivia – Huanta a 1243 msnm

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	9%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	6%
3	vdocuments.es Fuente de Internet	1%
4	www.scielo.cl Fuente de Internet	1%
5	revistas.ut.edu.co Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unab.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	scielo.conicyt.cl Fuente de Internet	<1%
8	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%

9	Submitted to Universidad EAFIT	<1 %
	Trabajo del estudiante	
10	1library.co	<1 %
	Fuente de Internet	
11	www.farmex.com.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
12	tesis.unsm.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
13	repositorio.unamba.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Rendimiento y calidad de híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) Sivia – Huanta a 1243 msnm

Yield and quality of hard yellow corn hybrids (*Zea mays* L.) Sivia – Huanta at 1243 meters above sea level

Patrick Harry Rodriguez Ccarhuapeña¹,
patrick.rodriquez.28@unsch.edu.pe

Eduardo Robles García²
eduardo.robles@unsch.edu.pe

Áreas de investigación: Medio Ambiente
Línea de investigación: Sistemas de Producción Agrícola

RESUMEN

El trabajo experimental está basado en los resultados obtenidos en maíces amarillos de grano duro en el centro poblado de Guayaquil (VRAEM), distrito de Sivia, provincia Huanta, departamento Ayacucho a una altitud de 1243 msnm. Los objetivos del presente trabajo fueron: a) Identificar las características de los maíces híbridos que tengan la potencialidad de adaptarse y elevar los rendimientos promedios de la zona del VRAEM. b) Determinar la precocidad de los híbridos evaluados en comparación con una variedad local. Los híbridos evaluados fueron: Dekalb 399, Pac 777, Espartano y un maíz local de libre polinización. Los híbridos evaluados llegaron a la madurez fisiológica a los 120 a 130 días, la variedad Local muestra ser más tardía que llega a este estado entre 125 a 135 días. En lo referente a las variables de rendimiento los híbridos muestran un alto índice de mazorca, en la altura de planta y altura a la mazorca los híbridos tienen una menor altura comparado con el cultivar local llegando a valores de 209.21 cm hasta 198.82 cm para la altura de planta y altura a la mazorca de 97.09 cm a 93.57 cm. La variable de mayor importancia es el rendimiento de grano al 14 % de humedad, los híbridos tienen superioridad estadística frente al cultivar Local, siendo el híbrido Pac 777 como el mayor rendimiento en grano con un valor de 7056.11 kg ha⁻¹ sin diferencia estadística frente a los demás híbridos. Este valor del rendimiento hace que sea una alternativa económica para el agricultor de la zona de selva, también es una opción para su consumo y servirá también alimento para sus animales de crianza familiar.

Palabras clave: Híbridos, polinización, maíz duro, precocidad y rendimiento.

ABSTRACT

The experimental work is based on the results obtained in yellow hard grain corn in the population center of Guayaquil (VRAEM), Sivia district, Huanta province, Ayacucho department at an altitude of 1243 meters above sea level. The objectives of this work were: a) Identify the characteristics of hybrid corn that have the potential to adapt and increase the average yields of the VRAEM area. b) Determine the precocity of the hybrids evaluated in comparison with a local variety. The hybrids evaluated were: Dekalb 399, Pac 777, Espartano and a local free-pollinated corn. The hybrids evaluated reached physiological maturity at 120 to 130 days, the Local variety appears to be later, reaching this state between 125 to 135 days. Regarding the performance variables, the hybrids show a high ear index, in plant height and ear height the hybrids have a lower height compared to the local cultivar, reaching values of 209.21 cm to 198.82 cm for plant height and ear height of 97.09 cm to 93.57 cm. The most important variable is the grain yield at 14% humidity, the hybrids have statistical superiority compared to the Local cultivar, with the Pac 777 hybrid being the highest grain yield with a value of 7056.11 kg ha⁻¹ without statistical difference compared to the other hybrids. This performance value makes it an economic alternative for the farmer in the jungle area, it is also an option for consumption and will also serve as food for his family-raised animals.

Keywords: Hybrids, pollination, hard corn, earliness and yield.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), cultivado para sus muchos propósitos, incluidos la alimentación humana, el maíz y los granos, este grano tiene una enorme importancia socioeconómica y agrícola para nuestra nación. Tanto animales como humanos dependen de él como fuente de energía y proteínas, y juega un papel importante en la producción de piensos equilibrados en el sector de la nutrición animal.

El Perú, el año 2021 importó 3.7 millones de toneladas de maíz amarillo duro que representa un gasto de 1000 millones de dólares. La producción nacional solo abastece el 23 %, de la demanda nacional con una producción de 1.2 millones de toneladas. En cuanto a la producción nacional de este cultivo, esta se ha estancado en alrededor de 1.2 millones de toneladas en los últimos diez años. (ConmexPeru, 2021)

En Ayacucho, se reportó para el año 2021 una producción de 3054 toneladas que representa 0.28 % de la producción nacional (MINAGRI, 2021), esta obtención de este valor se da básicamente para el autoconsumo y la venta en los mercados regionales.

El maíz amarillo duro, que se puede cosechar durante todo el año, prospera en el valle agroecológicamente rico de los ríos Apurímac y Ene. Usar tipos híbridos tropicales que brinden altos rendimientos es una opción básica, pero los rendimientos promedio son bastante bajos, calidad y precocidad. Elevar la productividad mediante la adaptación de nuevas variedades híbridas, es el principal objetivo, esto será una expectativa y alternativa de siembra en el VRAEM. El siguiente trabajo tiene la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos:

Objetivo general

Adaptación de híbridos de altos rendimientos, precoces y de calidad de maíces en la localidad de Sivia -Huanta

Objetivos específicos

1. Identificar la variedad de maíz amarillo duro híbrido que mejor se adapte en su rendimiento y precocidad en el centro poblado Guayaquil, distrito de Sivia.
2. Determinar las variables asociados al rendimiento y calidad del grano de los híbridos de maíz amarillo duro frente al maíz de la zona.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación se realizó en una finca familiar ubicado en el Centro Poblado de Guayaquil, distrito de Sivia provincia de Huanta, departamento de Ayacucho situado a 1243 msnm, entre las coordenadas UTM: X, 618222 Y, 8618350. Geográficamente se ubica a la margen izquierda del río Apurímac a 20 km del distrito de Sivia:

Ubicación política

Departamento : Ayacucho

Provincia : Huanta

Distrito : Sivia

Localidad : Guayaquil

2.2. Tipo de investigación

La investigación es experimental, en la cual se manipula de manera intencional la variable tratamiento para analizar su efecto. Con este propósito se aplicó el diseño experimental bloque completo al azar con 4 bloques, para estudiar el efecto de tratamientos (híbridos de maíz duro) en los caracteres de productividad de las mazorcas en una población de maíz amarillo duro en ceja de selva.

Tabla 2.1*Operacionalización de variables*

Variables	Dimensión	Indicador	Unidad
V. independ.			
	Pac 777	Hibrido simple	s/u
Variables	Dekalb 399	Hibrido simple	s/u
	Espartano	Hibrido simple	s/u
	Cultivar local	Libre polinización	s/u
V. dependiente			
Precocidad	Madurez fisiológica	Grano pastoso	dds
	Rendimiento	Componentes de rendimiento	Altura de planta
Altura a la mazorca			cm
Longitud de mazorca			cm
Diámetro de mazorca			cm
Peso de mazorca			g
Peso de 1000 semillas			g
	Rendimiento de grano	kg/ha	

Críterios de medición de las variables**A. Variable independiente e indicadores****Variable independiente (maíces híbridos y maíz local)**

Como material experimental se utilizó 03 variedades Híbridas de maíz amarillo duro, y una variedad Criolla de siembra local de libre polinización.

Indicadores**Tabla 2.2***Tratamientos e híbridos del experimento*

Tratamientos	Híbridos
T1	DEKALB 399
T2	ESPARTANO
T3	PAC 777
T4	Cultivar local libre

B. Variables dependientes e indicadores

Para cada una de las variables dependientes se tomó en campo el registro de las siguientes características o variables de precocidad, rendimiento y calidad del Maíz.

B1. Variables precocidad**Indicadores**

Para analizar esta variable se utilizó el número de días después de la siembra y el porcentaje de plantas en la fase fonológica designada. En la mayoría de las circunstancias, este período es cuando se desea examinar las plantas.

- **Días a la floración masculina**

Se evaluó en número de días, después de la siembra cuando el 50 % de las panojas estaban emergiendo

- **Días a la floración femenina**

Cuando el 50 % de las plantas mostraron la salida de los estigmas (pelos del choclo)

- **Madurez fisiológica**

Cuando el 50% se mostraron en estado pastoso y se observa el ácido abscísico en la base del grano.

- **Madurez de cosecha**

Cuando los granos de la mazorca tenían aproximadamente 16 a 20% de humedad.

B2. Componentes de rendimiento

Estas variables están asociados fuertemente al rendimiento de grano.

- **Altura de la planta**

Se evaluó cuando la planta se encontraba en madurez fisiológica, se evaluaron 10 plantas representativas del surco central, evaluándose desde el cuello de la raíz hasta la inserción de la panoja.

- **Altura de inserción a la primera mazorca**

Se tomaron 10 plantas representativas, evaluándose desde el cuello de la planta hasta la inserción de la primera mazorca.

- **Longitud, diámetro y peso de mazorca**

Se evaluaron la longitud, diámetro y el peso de la mazorca de 10 mazorcas representativas de la unidad experimental. La longitud se midió desde la base de la mazorca a la parte apical, el diámetro se midió en la parte media de la mazorca y el peso se evaluó de la unidad de mazorca.

- **Porcentaje de desgrane**

Proporcionado por la siguiente relación:

$$\% \text{ de desgrane} = \frac{\text{peso del grano}}{\text{peso de mazorca}} \times 100$$

- **Porcentaje de humedad del grano**

Se usó 14% para corregir la humedad del grano.

$$F_c = \frac{100 - \% H}{100 - 14 \%}$$

Donde:

F_c = Factor de corrección

% H = Porcentaje de humedad al momento de la cosecha

14 % = Porcentaje establecido en la norma de comercialización INTINTEC N° 21:02-019,1977.

- **Rendimiento de grano en kg ha⁻¹**

Se procedió al pesado del grano por parcela, luego de la corrección por el contenido de humedad del grano.

B3. Calidad del maíz

- **Peso de 1000 semillas**

Con un separador de muestra se obtuvo un lote representativo de los granos para luego pesarlo los 1000 granos.

2.3. Población y muestra

La población del estudio estuvo conformada por plantas híbridas y nativas de maíz que se sembraron en un campo de una finca familiar en Guayaquil, distrito de Sivia, a una altitud de 1243 metros sobre el nivel del mar, de julio a diciembre de 2023. Se utilizaron plantas ubicadas en el medio del surco para crear la muestra.

2.4. Técnicas e instrumentos

Los datos del estudio se recopilaron observando cuidadosamente los muchos aspectos de las variables operacionalizadas y sus criterios de evaluación acompañantes.

Anotado en un diario de campo, el instrumento sirvió como guía de observación para medir y contar los componentes de rendimiento dentro de bloques y tratamientos. Los hallazgos se ingresaron en hojas de cálculo de Excel para que pudieran someterse a un análisis estadístico adicional.

2.5. Procedimientos

2.5.1. Diseño de investigación

El experimento se condujo en la localidad de Guayaquil a 1243 msnm. Para la distribución de las unidades experimentales en el campo se utilizó el diseño estadístico de Bloque Completo Randomizado con 4 variedades de maíz amarillo duro como los tratamientos y cuatro bloques. El análisis estadístico consistió en el ANVA y la prueba de Contraste de Tukey (0.05).

El modelo aditivo lineal para el análisis estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : Variable respuesta del i-ésima variedad y j-ésimo repetición

μ : Media general

β_j : Efecto del j-ésimo bloque

α_i : Efecto de i-ésima variedad

ε_{ij} : Error experimental

2.5.2. Material genético

Se utilizó en el experimento 4 variedades con las siguientes características:

T1 Híbrido DEKALB 399

Semilla híbrida de maíz amarillo (híbrido simple)

Dekalb 399, es un híbrido de maíz amarillo duro con buen potencial de rendimiento, buena estabilidad y buena adaptabilidad a siembras de verano e invierno. La semilla es muy cara 120 soles el kilo, esto por ser un híbrido simple.

Características técnicas

- ✓ Color del grano : Amarillo
- ✓ Textura y tipo de grano : Semidentado
- ✓ Hileras por Mazorca : 16 a 18
- ✓ Relación grano/tusa : 85/15
- ✓ Días a floración : 68 a 90
- ✓ Días a cosecha : 120 a 160
- ✓ Altura de planta : 246 cm
- ✓ Altura a la inserción de mazorca: 130 cm
- ✓ Prolificidad : 1

- ✓ Adaptabilidad : muy buena
- ✓ Distancia entre surcos : 0.90 m
- ✓ Distancia entre plantas : 0.40 m
- ✓ Rendimiento de grano : Buena
estabilidad de 8 a 10 t ha⁻¹

Beneficios

- ✓ Muy bueno para forraje y ensilado
- ✓ Buen sellado de mazorca
- ✓ Grano profundo y coronta delgada

T2 Espartano (Hibrido simple)

Híbrido simple, tiene experiencia en genética avanzada y herencia tropical. Su adaptabilidad a las regiones productoras de maíz de Perú es extensa. Una planta altamente prolífica que tiene rasgos comercializables. Las características notables incluyen un alto rendimiento y coloración del grano.

Descripción técnica

- ✓ Clase de híbrido : Híbrido simple
- ✓ Color grano : Naranja intenso
- ✓ Altura de planta : 224-235 cm
- ✓ Altura a mazorca : 101 a 110 cm
- ✓ Cobertura a mazorca: Muy buena
- ✓ Posición de las hojas: Semi - erecta
- ✓ Días a la cosecha verano : 145
- ✓ Días a la cosecha invierno : 155
- ✓ Número de hileras por mazorca: 18-20
- ✓ Granos por hilera : 35-40
- ✓ Resistencia a la tumbada : Muy buena
- ✓ Tolerancia a las enfermedades: Muy buena
- ✓ Peso promedio de 1000 semillas: 443-325
- ✓ Potencial de rend: Muy bueno (9 t ha⁻¹)
- ✓ Estabilidad de producción : Muy bueno

T3 Híbrido PAC 777 (Hibrido simple)

Conocemos de primera mano las luchas que enfrentan los agricultores latinoamericanos gracias a nuestra empresa matriz, una firma colombiana que opera en la región desde hace más de 25 años y se especializa en insumos agrícolas (semillas y protección de cultivos).

Características morfológicas

- ✓ Altura de planta : 220 cm + 10
- ✓ Altura de mazorca : 105 cm + 5 cm
- ✓ Forma de mazorca : Cilindro cónica
- ✓ Número de hileras : 16 a 18 (promedio)
- ✓ Disposición de las hileras : Rectas
- ✓ Longitud de mazorca : 21 cm + 2 cm
- ✓ Diámetro de mazorca : 8 cm
- ✓ Peso de mazorca : 320 g + 2 g
- ✓ Número de mazorca /planta : 1,2
- ✓ Color del raquis (tuza) : Blanco
- ✓ Número de granos / hilera : 42
- ✓ Peso del grano / mazorca : 230 g
- ✓ Peso de 1 000 granos: 404 g
- ✓ Color del grano: Amarillo oscuro
- ✓ Textura del grano : Cristalino
- ✓ Longitud del grano : 15 mm
- ✓ Ancho del grano : 8 mm
- ✓ Espesor del grano : 5 mm

Adaptación agroecológica

El híbrido PAC 777 tiene buena adaptación en la costa, también, se adapta en la selva peruana.

- ✓ Días a la floración : 60 a 70 días en verano; 75 a 90 días en invierno.
- ✓ Período vegetativo : 140 a 150 días en verano; 160 a 170 días en invierno.

T4 Maíz local de libre polinización (Colección local)

Variedad local (Testigo) de libre polinización en equilibrio de Hardy - Weimberg, obtenida de una población de siembra continua cuyas características son:

Características descritas por el Autor del Proyecto de Tesis (Rodríguez, 2023)

Características agronómicas:

- ✓ Potencial de rendimiento: Regular
- ✓ Vigor: Excelente vigor
- ✓ Características de hojas: Hojas perpendicular al tallo
- ✓ Sanidad de mazorca y planta: Buena sanidad

- ✓ Calidad: Falta de uniformidad de grano en tusa
- ✓ Color del grano: Amarillo Intenso
- ✓ Enfermedades y virus: Tolerante a virus y a carbón
- ✓ Precocidad : Semi Precoz
- ✓ Floración (días) : 90 a 100 días
- ✓ Atura e planta (cm) : 210 a 220
- ✓ Altura a mazorca (cm) : 120 a 130
- ✓ Numero de hileras/mazorca : 16-18
- ✓ Rendimiento potencial : 2 a 3 t/ha

2.5.3. Condiciones climáticas del lugar de ensayo

De enero a diciembre de 2023, la Estación Climática San Francisco - Ayacucho proporcionó los datos meteorológicos (incluida la temperatura y la precipitación) para la ubicación de la prueba (Figura 2.2). Los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo tienen la mayor cantidad de precipitaciones. Hubo muy poca precipitación en los meses de mayo, junio, Julio y agosto. Un rango de temperatura de 33,6 a 28,5 °C es el más alto posible. En junio, julio y agosto, las temperaturas más frías se registran entre 23,8 y 15,6 °C. El maíz amarillo duro prospera en muchos tipos de condiciones climáticas, incluidas temperaturas extremas y precipitaciones (Hidalgo, 2013). La falta de precipitaciones provocó un déficit de humedad de abril a agosto. En mayo, junio, Julio y agosto, puede esperar temperaturas tan bajas como de 20 a 15 grados Centígrados. El maíz amarillo duro prospera en climas con veranos suaves e inviernos fríos, así como lluvias constantes (Hidalgo, 2013). Además, vale la pena señalar que la selva tiene una alta humedad relativa y que el riego ayudó al crecimiento vegetativo del cultivo durante los meses de julio y agosto, cuando hubo lluvias ocasionales.

2.6. Análisis de suelos

La base del actual trabajo experimental estuvo en reposo durante toda la campaña 2021-2022. Se tomaron muestras de suelo del terreno, con un total de 10 muestras con un peso de 2 kg. Estas muestras fueron mezcladas y homogeneizadas antes de ser separadas, enviándose 1 kg de suelo al Laboratorio de Análisis de Suelos y Foliar de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga para su análisis. El objetivo de esta separación era facilitar la caracterización físico-química del suelo. El suelo tiene una textura franco arcillosa, un pH de 5,06 (bastante ácido), una conductividad eléctrica algo salada de 0,35 dS/m y bajos carbonatos. La cantidad de materia orgánica es media al 2,33%, y la cantidad de nitrógeno total también está restringida al 0,12%. La parcela de tierra seleccionada es ideal para el cultivo de maíz.

2.6.1. Fórmula de abonamiento y aportes de los niveles de nitrógeno durante el crecimiento del cultivo

La fórmula de abonamiento según extracción de nutrientes del cultivo y el análisis del suelo fue: 160 - 100 - 100 de NPK. A la siembra los 100 kg de fósforo y 100 kg de potasio. El abonamiento nitrogenado dotado en tres regímenes, tal como se muestra:

- El primer abonamiento a la siembra del cultivo: 40 kg N
- El segundo abonamiento en pleno macollamiento: 70 kg N
- El tercer abonamiento al inicio de la elongación de los tallos (segundo nudo: 50 kg N.

2.6.2. Tratamientos

Son 4 tratamientos que corresponde a los híbridos y cultivar local dentro del diseño Bloque Completo al Azar con cuatro bloques:

T1	DEKALB 399
T2	ESPARTANO
T3	PAC 777
T4	Cultivar local libre

2.6.3. Características del campo experimental

A. Bloques

Número de bloques	: 04
Largo de bloques	: 27.6 m
Ancho de bloques	: 10.0 m
Ancho de calle	: 2.0 m

B. Parcela o unidad experimental

Número de parcelas por bloque	: 04
Número total de parcelas	: 16
Ancho de parcela	: 5.4 m
Largo de parcela	: 10.0 m
Área de parcela	: 54.0 m ²
Distancia entre surcos	: 0.90 m
Número de surcos/parcela	: 6
Distancia por golpe	: 0.40 m
Número de golpes/surco	: 25
Número de semillas /golpe	: 3

2.6.4. Unidad experimental

Consistió en una parcela de 6 surcos de 0.9 m y de 10 metros de largo con 25 golpes por surcos, los golpes se distanciaron a 0.4 m y los surcos a 0.90 m, en cada golpe se sembraron 3 semillas (83 333 plantas/ha). El área de parcela fue de 54.0 m² (Figura 2.3)

2.7. Instalación y conducción del experimento

a) Preparación del terreno

En primer lugar, se limpió el campo experimental. Luego, el terreno fue despejado y nivelado a mano. A continuación, se trazó el campo experimental de acuerdo con el boceto previamente establecido. Por último, se realizó un surco con una distancia de 0,90 m entre cada surco. El escritor de tesis y dos ayudantes fueron los responsables de todo este trabajo. La finalización de esta tarea se marcó el 10 de julio de 2023.

b) Siembra

Para plantar las semillas, utilizamos una llana para esparcir tres semillas por surco, dejando 0,9 m entre cada surco y 0,40 m entre cada trazo. Luego cubrimos las semillas con tierra. El 11 de julio 2023 fue la fecha de la siembra.

c) Fertilización

El abonamiento según extracción de nutrientes del cultivo y el análisis del suelo fue: 160-100-100 de NPK. A la siembra los 100 kg de fosforo y 100 kg de potasio. El abonamiento nitrogenado dotado en tres regímenes,

- El primer abonamiento a la siembra del cultivo: 40 kg N.
- El segundo abonamiento en pleno macollamiento: 70 kg N.
- El tercer abonamiento al inicio de la elongación de los tallos (2do nudo: 50 kg N)

d) Deshierbo

Para evitar que el cultivo tuviera que competir con las malezas por espacio, agua, luz y nutrientes, el deshierbo se realizó manualmente con una lámpara de azada. A los 30, 55 y 75 dds, este trabajo se completó.

e) Aporque

En la región de la selva estos híbridos no necesitan el aporque por el desarrollo profundo de las raíces de anclaje.

f) Riegos

Durante la conducción del experimento se realizó solamente dos riegos por aspersión en el mes de agosto por la falta de lluvia. Durante toda la campaña no hubo necesidad del riego, debido a que el suelo siempre se encontraba con la humedad adecuada debido a la presencia de lluvias y constante humedad relativa de la zona.

g) Control fitosanitario

Se efectuó control contra el gusano perforador de plantas tiernas (*Elasmopalpus lignosellus*) a los 20 días después de la siembra y contra el cogollero (*Spodoptera frugiperda*) a los 35 días

después de la siembra y finalmente se aplicó a los 80 dds. El producto utilizado fue el insecticida URKAN.

h) Cosecha

Las plantas se cosecharon a los 144 dds, cuando los granos estaban completamente desarrollados, parecían cerosos y el endospermo firme era visible, la humedad a la cosecha estaba en 25 %, en este estado se almacenó en un tinglado durante 6 días donde se alcanzó la humedad de equilibrio en el grano de 14 a 15 % de humedad. La cosecha se dio el 2/12/23.

i) Selección y desgrane

Siguiendo los procedimientos apropiados de descascarillado y evaluación, se utilizaron las mazorcas secas para evaluar los factores de rendimiento y calidad.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Variables de precocidad

En una determinada etapa fenológica del cultivo, esta variable se evaluó mediante el número de días después de la siembra(dds). Dado que los diversos estados fenológicos no tienen un límite claro, se utilizaron las estadísticas descriptivas del rango. Se pueden encontrar en diferentes etapas de floración masculina y femenina en la misma planta. Por tanto, es preferible examinar en los estados fenotípicos inicial y completo.

En la tabla 3.1 se evidencia que las variedades híbridas exhiben un alto nivel de precocidad, mientras que el control por días es algo menos precoz, cuando se trata de las etapas fenológicas de ocurrencia en dds para los cuatro tipos de maíz amarillo duro. Las altas temperaturas, que promedian los 26,5 °C, son una muestra de esta inmadurez.

Tabla 3.1

Estados fenológicos de las variedades de maíz amarillo duro en dds. Sivia 1243 msnm

Variables	Floración masculina	Floración femenina	Grano lechoso	Madurez fisiológica	Madures de cosecha
PAC 777	64-70	68-73	89-93	120-130	144
DEKALB 399	60-72	65-70	89-93	120-130	144
ESPARTANO	64-72	69-72	89-93	120-130	144
Cultivar local	70-76	76-80	95-102	125-135	148

Guarda (2000), en promedio, las flores masculinas aparecen 67, 66 y 64 días después de la siembra en tipos como Marginal, Cargill y Pinte, según sus hallazgos. Estos resultados son bastante comparables a los que se lograron. Las flores femeninas se abren entre 75 y 79 días después de la siembra, con una amplia gama de genotipos que muestran variabilidad temprana. Para este rasgo, Salgado (2000) encontró que el promedio de días antes de la floración femenina fue de 79, 76 y 76 días para las variedades 72x299, Marginal 28-T e INIA 62, respectiv.

En nuestro experimento, los híbridos alcanzaron la madurez de cosecha a los 144 días después de la siembra (dds), mientras que el grupo control alcanzó la madurez a los 148 dds; el maíz amarillo duro es conocido por su alta precocidad. Sin embargo, el agricultor puede manejar esta situación. La madurez fisiológica es el verdadero marcador fenológico de precocidad, y revela que variedades importadas son bastante precoces. A los 125-135 días después de la siembra, la variedad local alcanzó la madurez fisiológica, mientras que otros genotipos a los 120-130 días después de siembra.

Cuando el contenido de humedad del grano está entre el 37% y el 38%, ha alcanzado la madurez fisiológica. Cuando el grano alcanza alrededor del 28% de humedad, puede comenzar la recolección mecánica; sin embargo, no es aconsejable dejarlo caer por debajo del 15%. Los granos se muelen, se rompen o se pulverizan si quedan fuera de estos parámetros. Cuando se cosecha a mano, estas limitaciones se vuelven

menos significativas y, en cambio, están dictadas por factores como la mano de obra disponible, las prácticas tradicionales y el clima. El maíz amarillo tropical resistente alcanza la madurez fisiológica en 90-100 días, mucho antes que en las Américas (Gaspar, 1993).

La Dirección Regional de Agricultura de San Martín (2009), la recolección es la última operación de campo antes de que el cultivo esté completamente maduro. A pesar de que los granos de maíz están fisiológicamente maduros antes de la madurez de la cosecha, la presencia de una capa negra en la base del grano indica madurez fisiológica. Cuando la planta comienza a marchitarse severamente, las hojas comienzan a secarse de abajo hacia arriba, las mazorcas se caen y caen del pedúnculo, las brácteas y los granos también se secan y la capa negra de los granos se vuelve más oscura, es una indicación de que el cultivo está madurando. La cosecha comienza cuando la humedad del grano es de aproximadamente 18%; los productores en el área generalmente esperan de 110 a 120 días después de la siembra para cosechar sus tipos; hacerlo rápidamente evita que los granos se deterioren debido al ataque de insectos y la pudrición de la mazorca. El "deshojado" manual de las mazorcas de las plantas detenidas es el principal método utilizado en la región de San Martín. Después de transferirlos a recipientes (bolsas), se secan en áreas protegidas para ayudar en el proceso de secado natural hasta que la humedad alcanza del 14 al 16%, momento en el que puede comenzar el descascarillado. Debido a la extrema relevancia de esta precocidad en el maíz duro amarillo, el VRAE permite al menos dos cosechas al año, proporcionando al agricultor de la selva una fuente de alimento sostenible. De acuerdo con los hallazgos en el área del VRAE, los resultados de precocidad.

3.2. Variables de rendimiento

3.2.1. Altura de planta

Tabla 3.2

Análisis de variancia de altura de planta en variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm

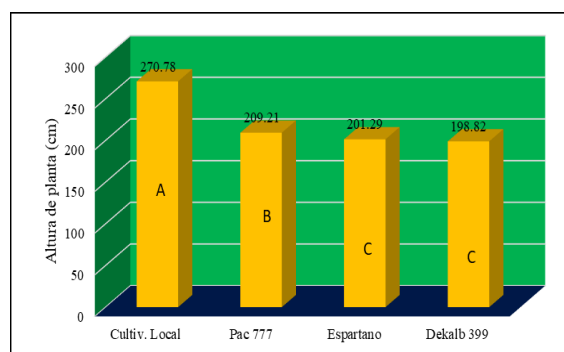
F. variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	628.83	209.61	1.69	0.1721
Variedad	3	139746.88	46582.29	375.26	ns
Error exper	9	1039.49	115.50		< 0.0001
Error submues	144	17875.35	124.13		**
Total	159	159290.54			

C.V. = 5.06 %

La tabla 3.2 del análisis de variancia de la altura de planta de las diferentes variedades, muestran alta significación estadística para la diferencia varietal. Existe una buena precisión en el coeficiente de variación nos indica buena homogeneidad en esta variable dentro de una variedad.

Figura 3.1

Prueba de Tukey de la altura de planta de las variedades de maíz amarillo duro Sivia 1243 msnm



El cultivar autóctono superó estadísticamente a los híbridos, con una altura de planta de 270,78 cm, como se muestra en la Figura 3.1 de la prueba de Tukey. Solo superada por la híbrida Pac 777 en términos de altura máxima de planta, con 209,21 cm. Una tasa de conversión más baja es característica de las variedades de bajo rendimiento, y el hecho de que la variedad local sea más alta que el promedio es una indicación de que se está produciendo más biomasa.

La Megahíbrido INIA -619 es un híbrido fácil de entender que se ha adaptado bien a los ambientes costeros y forestales del Perú, según el INIA (2012). La ficha técnica indica, entre otras cosas, que puede alcanzar una altura máxima de planta de 230 cm \pm 10 cm. Estos resultados son consistentes con lo que vimos en esta investigación. El cultivar local destaca por sus plantas muy altas, que alcanzan una altura de más de 3 metros. El índice de cosecha es otro diferenciador significativo entre los híbridos y las especies nativas.

3.2.2. Altura a la mazorca

Tabla 3.3

Análisis de variancia de la altura de planta a la mazorca en las variedades de maíz. Sivia 1243 msnm

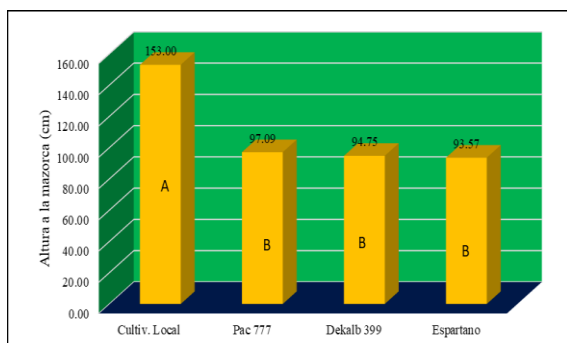
F. variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	541.33	180.44	1.08	0.3579
Variedad	3	100713.15	33571.05	201.72	ns
Error experim.	9	1633.71	181.52		< 0.0001
Error submues.	144	23965.51	166.43		**
Total	159	126853.70			

C.V. = 11.77 %

La tabla 3.3 del análisis de variancia de la altura de planta a la mazorca en las diferentes variedades, muestran alta significación estadística para la diferencia varietal. Existe una buena precisión en el coeficiente de variación nos indica buena homogeneidad en esta variable dentro de una variedad.

Figura 3.2

Prueba de Tukey de la altura de planta a la mazorca de las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm



La figura 3.2 de la prueba Tukey, muestra al cultivar local como la de mayor altura a la mazorca con un valor de 153.0 cm. Esta variable es muy importante en la labor de la cosecha por la facilidad de alcanzar las mazorcas. Además, poder manejar adecuadamente la densidad de plantas. Los híbridos evaluados muestran una altura media de fácil cosecha y sus valores se encuentran en el rango de 97.09 a 93.57 cm demostrando gran homogeneidad.

Como expresa Chura & Tejada (2014) en la evaluación de 16 híbridos de maíz amarillo duro en la UNA-la Molina a 550 msnm, encontró una gran variación en la altura a la mazorca con un rango de 0.85 a 0.65 m. En nuestro experimento conducido en Sivia 1243 msnm se alcanzó mayores valores que se puede justificar por la densidad de plantas utilizado.

3.2.3. Longitud de mazorca

Tabla 3.4

Análisis de variancia de la longitud de mazorca en las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm

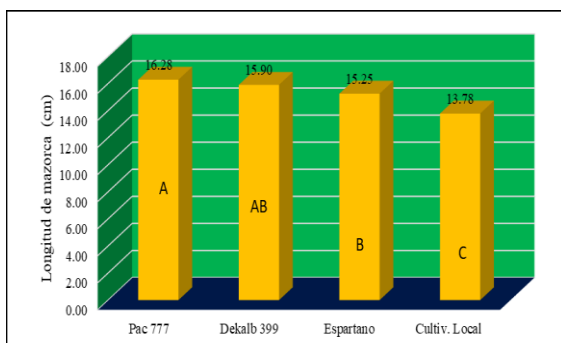
F. variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	8.90	2.97	1.40	0.2454 ns
Variedad	3	145.55	48.52	22.89	< 0.0001
Error experim.	9	15.95	1.77		**
Error submues.	144	305.20	2.12		
Total	159	475.60			

C.V. = 9.52 %

La tabla 3.4 del análisis de variancia de la longitud de mazorca en las diferentes variedades, muestran alta significación estadística para la diferencia varietal. Existe una buena precisión en el coeficiente de variación indicándonos buena homogeneidad en esta variable dentro de una variedad.

Figura 3.3

Prueba de Tukey de longitud de mazorca de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm



La figura 3.3 de la prueba de Tukey de la longitud de mazorca, se observa una mayor longitud en el híbrido Pac 777 con un valor de 16.28 cm sin diferencia estadística frente al híbrido Dekalb 399 que alcanza una longitud de 15.90 cm, el cultivar local es la de menor longitud. Esta variable conjuntamente con el diámetro de la mazorca forma el componente principal asociado al rendimiento de grano.

Poma (2020) en Pichari a 550 msnm, reporta sobre la longitud de mazorca en el híbrido Marginal 28 T un valor de 16.53 cm, beneficio de la labranza mínima individual, que incluía el uso de una pala recta para plantar semillas en el suelo que se había labrado lo menos posible antes del establecimiento del cultivo. Esta labor acompañada con la aplicación de mulch al 50 % al estado de cogollo del maíz. Valor encontrado similar a nuestro experimento, resultado que explica la diferencia en esta variable frente al cultivar local

3.2.4. Diámetro de la mazorca

Tabla 3.5

Análisis de variancia del diámetro de la mazorca de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm

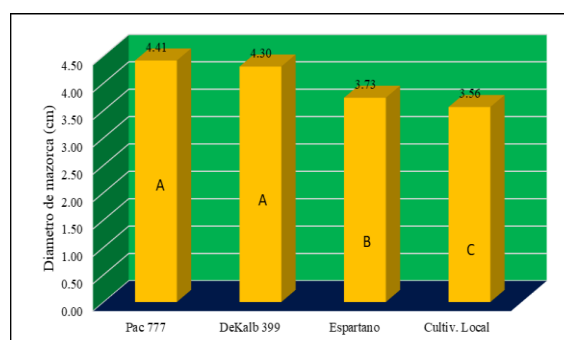
F. variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	0.10	0.03	0.76	0.5192 ns
Variación	3	21.19	7.06	161.19	< 0.0001
Error experimen	9	0.73	0.08		**
Error submuestra	144	6.31	0.04		
Total	159	28.33			

C.V. = 5.23 %

La Tabla 3.5 muestra los resultados del análisis de variancia para el diámetro de mazorca en cada variedad. La significancia estadística de la diferencia entre las variedades es considerable. El coeficiente de variación es bastante preciso, lo que sugiere que esta variable es muy homogénea dentro de su propia variedad.

Figura 3.4

Prueba de Tukey del diámetro de mazorca de las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm



La figura 3.4 de la prueba de Tukey muestra a los híbridos Pac 777 y Dekalb 399 como los de mayor diámetro de mazorca, pero sin diferencia estadística entre ellos con valores de 4.41 y 4.30 cm. Esta medida obtenida de la parte central de la mazorca.

Según el reporte de Chura & Tejada (2014) en la conducción de su trabajo experimental de evaluación de 16 híbridos de maíz amarillo de grano duro en la Molina-Lima, menciona a los híbridos en la variable diámetro de mazorca valores dentro de un rango de 4.6 cm hasta 5.7 cm, medidos en la parte media de la mazorca y estas tenían la forma cónica. Los híbridos D-8005, BF 9417, BF9719 y P30F35 son los de mayor diámetro, cuyos diámetros fueron de 4.9 para los tres primero y 5.1 cm para el último. Estos valores obtenidos sobre el diámetro son ligeramente superiores a los obtenidos en el presente experimento resultado explicado por la diferencia de altura sobre el nivel de mar, precipitación y la temperatura que incide en las

variables como la longitud, diámetro y el número de granos por hilera (Yzarra et al 2010).

3.2.5. Peso de mazorca

Tabla 3.6

Análisis de variancia del peso de mazorca en las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm

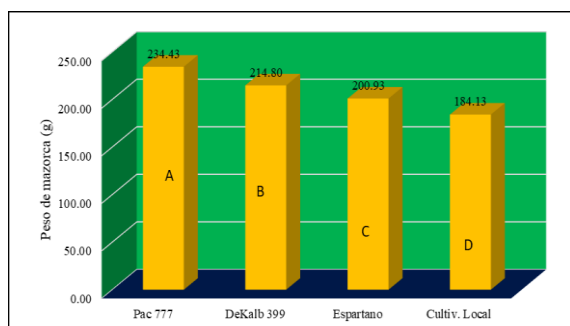
F. variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	8159.07	2719.69	30.08	< 0.0001
Variedad	3	54531.92	18177.31	201.03	**
Error experim.	9	12261.36	1362.37		< 0.0001
Error submue.	144	13030.90	90.42		**
Total	159	87973.24			

C.V. = 4.56 %

El peso de mazorca es la variable de mayor importancia en el rendimiento de grano del maíz. La tabla 3.6 del análisis de variancia del peso de mazorca en las diferentes variedades, muestran alta significación estadística para la diferencia varietal. Existe una buena precisión en el coeficiente de variación indicándonos buena homogeneidad en esta variable dentro de una misma variedad.

Figura 3.5

Prueba de Tukey del peso de mazorca de las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm



En el maíz, el peso de la mazorca, junto con la prolificidad, es la característica más esencial para pronosticar el rendimiento. La Figura 3.5 muestra que, cuando el grano se expuso a niveles de humedad que oscilaban entre el 15 y el 16%, el cultivar local tuvo el peso de mazorca más ligero, mientras que el híbrido Pac 777 tuvo el

más pesado, superando estadísticamente a todos los genotipos con un valor de 234,43 g.

Citando a Bueno y Tolentino (2022) al analizar las características de adaptabilidad de cinco híbridos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones edafoclimáticas de Los Anitos – Valle de Barranca, donde se seleccionaron cinco híbridos de maíz amarillo duro (MAD); INIA 619, Pionner 4285, Dekalb 7500, Dekalb 7508 y Dekalb 7088, obtuvieron un peso de mazorca de 208.78 g a 221.54 g sin diferencia estadística entre ellos. En nuestro experimento conducido en Sivia se alcanzó valores similares sobre todo en el híbrido Pacc 777 que alcanzó un valor de 234.43 g resultado debido al contenido de humedad de la mazorca.

3.2.6. Peso de 1000 semillas

Tabla 3.7

Análisis de variancia del peso de 1000 semillas de las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm

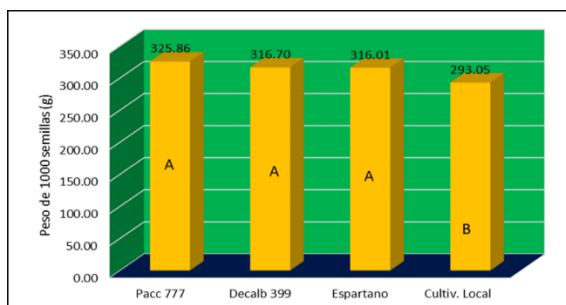
F. variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	317.45	105.82	1.56	0.2654 ns
Variedad	3	2344.51	781.50	11.53	0.0019 **
Error experime.	9	610.01	67.78		
Total	15	3271.97			

C.V. = 2.63 %

Consulte la Tabla 3.7 para obtener más detalles. Existe un fuerte respaldo estadístico para la fuente de variaciones basado en el análisis de variancia de 1000 pesos de semillas. Esta variación permite la ejecución de la prueba de contraste de Tukey, que a su vez identifica la variedad de semilla estándar más alta. Una cifra muy precisa del coeficiente de variación explica por qué hay un alto grado de consistencia entre muestras de la misma variedad.

Figura 3.6

Prueba de Tukey del peso de 1000 semillas de variedades maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm



La Figura 3.6 muestra que, en comparación con las otras variedades, Pac 777 tiene una ventaja numérica en 1000 pesos de semilla (325,86 g), lo cual es estadísticamente significativo, pero no estadísticamente diferente de los otros híbridos. La variedad mencionada también tiene los granos más grandes, lo cual es una característica de comercialización muy importante porque conduce a mejores precios.

En su estudio comparando 22 híbridos dobles de maíz con 2 híbridos locales de la región Lambayeque, Cieza et al. (2020) afirmaron que el peso de 1000 semillas es la variable más importante en la calidad del maíz amarillo duro. Los híbridos INIA 619, CLRYN x CLNY240 y CML161 x CLNY240 tuvieron pesos de 360,9, 361,40 y 357,55 g de semillas, respect. De esta manera, el híbrido mencionado anteriormente demuestra alta calidad y buen tamaño de grano, ya que estos pesos son comparables a los logrados en el presente estudio experimental, particularmente con el híbrido Pac 777.

3.2.7. Rendimiento de grano

Tabla 3.8

Análisis de variancia del rendimiento de grano al 14 % de humedad de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm

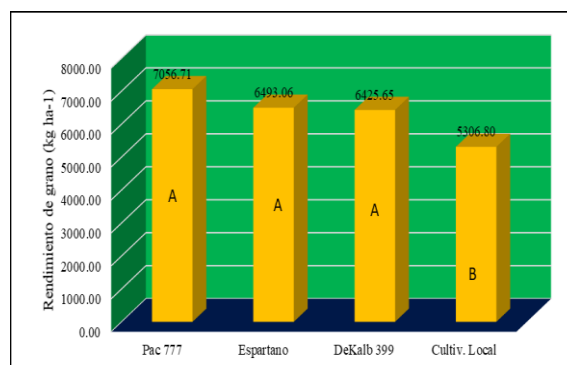
F. variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	4924.43	1641.48	0.02	0.9964 ns
Variedad	3	6441696.27	2147232.09	23.84	0.0001 **
Error experim.	9	810509.28	90056.59		
Total	15	7257129.98			

C.V. = 4.75 %

La Tabla 3.8 muestra que existe un alto nivel de significación estadística para las variedades de maíz amarillo duro con respecto al rendimiento de grano, que es la variable más relevante. Esto significa que podemos usar la prueba de contraste para determinar qué variedad tiene el mayor rendimiento. Puede tener fe en los hallazgos experimentales, ya que el coeficiente de variación es un número de precisión respetable.

Figura 3.7

Prueba de Tukey del rendimiento de grano al 14 % de humedad de las variedades de maíz amarillo duro. Sivia 1243 msnm



El análisis estadístico muestra que los híbridos superan al cultivar local (Figura 3.7). Entre los híbridos, Pac 777 tiene la mejor producción de grano (7056,11 kg ha⁻¹), pero no hay diferencia estadística entre ellos. El alto valor de rendimiento lo convierte en una opción económica viable para los agricultores del bosque, que pueden usarlo tanto para consumo humano como para alimentación animal.

Varios híbridos comerciales, incluidos los introducidos por la INDIA en varias regiones con climas adecuados, están disponibles ahora, y hay muchos valores actuales en el rendimiento de grano.

En su informe sobre la evaluación de rendimientos de seis híbridos en el Centro Experimental de Selva, Briceño (2018) afirma que el híbrido simple ATL 50 tuvo el menor rendimiento con 5823,86 kg por hectárea,

mientras que el híbrido doble ATLAS 105 tuvo el mayor rendimiento con 8096,59 kg por hectárea. Los resultados experimentales para los híbridos simple y doble corroboran estos valores. En base a Chura & Tejada (2014) en un trabajo experimental de evaluación de 16 híbridos de maíz amarillo de grano duro en la Molina-Lima, menciona a los híbridos con similar comportamiento a los híbridos BF-9417, BF-9719, BG-9619, E-8008, C-8008 y BE-9005, todos sus rendimientos experimentales fueron desde 9.5 a 6.5 t ha⁻¹ también. El híbrido C-8008 tuvo menor rendimiento de grano con 5.2 t ha⁻¹. Los híbridos son dependientes del medio ambiente y su carga genética, además la precocidad en el llenado del grano y, la duración de este período, está relacionada con el rendimiento de maíces híbridos (Bolaños, 1995). En nuestro experimento los rendimientos son de menor valor, esto explicado por la altura sobre el nivel de mar y temperatura que afecta el ciclo vegetativo y la adaptación en la plasticidad del rendimiento.

Tabla 3.9

Medidas descriptivas de variables relacionadas al rendimiento, Índice de mazorca, hileras por mazorca, porcentaje de desgrane de los híbridos evaluados de maíz duro. Sivia 1243 msnm

Híbridos	Dekalb 399	Espartano	Pac 777	Cultivar local
Índice de mazorca				
Promedio	0.95	0.95	1.08	0.69
Desviación estánd.	0.03	0.06	0.08	0.07
Rango	0.98-0.90	1.02-0.86	1.18-1.00	0.79-0.63
Nº				
hileras/mazorca				
Promedio	16.8	15.8	17.7	14.4
Desviación estánd.	0.98	1.51	1.72	1.55
Rango	16-18	18-12	20-14	12-16
% de desgrane				
Promedio	0.81	0.82	0.86	0.69
Desviación estánd.	0.02	0.01	0.04	0.06
Rango	0.83-0.80	0.83-0.81	0.91-0.80	0.79-0.63

En la tabla 3.9 se observa las medidas descriptivas, donde el híbrido Pac 777 muestra

un buen índice de mazorca que significa una mazorca por planta proporcionándonos altos rendimientos potenciales. En lo referente al número de hileras por mazorcas los híbridos.

Dekalb 399 y Pac 777 son lo de mayor valor en promedio con 16.8 y 17.7 hileras respectivamente. El porcentaje de desgrane que nos explica la relación peso del grano sobre el peso de mazorca donde el híbrido Pac 777 es la que tiene un 86 % que indica que, de 100 g de peso de mazorca, 86 g es grano de maíz, finalmente se tiene a los híbridos con mayor contenido de proteína.

CONCLUSIONES

1. A diferencia del cultivar nativo, que alcanza la madurez fisiológica entre 125 y 135 días después de la siembra, los híbridos exhiben una precocidad y lo hacen entre 120 y 130 días después de la siembra. No hubo diferencia estadísticamente significativa entre los otros híbridos y el Pac 777, que tuvo la máxima producción de grano en 7056,11 kg/ha⁻¹. Debido a su alta producción, es una opción económica viable para los agricultores en las selvas tropicales.
2. Un índice de mazorca más bajo y una mayor producción de biomasa son el resultado de las plantas más altas de los cultivares locales y una mayor altura a la mazorca. En comparación con otras variedades, el híbrido Pac 777 tiene la longitud de mazorca más larga de 16,28 cm y el diámetro de mazorca más grande de 4,41 cm. También tiene el mayor peso de mazorca de 234,43 g, que supera estadísticamente a todos los demás. Cuando se trata del peso de 1000 semillas, la variedad Pac 777 es numéricamente superior con 325,86 g, lo que es una característica de marketing muy importante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bolaños, J. (1995). *Physiological bases for yield differences in selected maize cultivars from Central America. Field Crops Research*, 42(2-3), 69-80. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0378-4290\(95\)00022-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0378-4290(95)00022-1).
- Bueno, E. A., & Tolentino, L. Y. (2022). *Adaptabilidad de cinco híbridos de maíz amarillo duro (zea mays L.) bajo condiciones edafoclimáticas de los anitos – valle de Barranca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Barranca.] Repositorio Institucional de UNB. <https://hdl.handle.net/20.500.12935/115>
- Connexperu (2021) Semanario 1095 – Actualidad. <https://www.comexperu.org.pe/en/articulo/la-produccion-nacional-de-maiz-amarillo-solo-cubre-el-23-de-la-demanda-nacional>
- Chura, J., & Tejada, J. (2014). *Comportamiento de híbridos de maíz amarillo duro en la localidad de la molina, Perú. Idesia*, 32(1), 113-118. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292014000100014>
- Gaspar, R. (1993). *Ensayo de rendimiento en híbridos y variedades Tropicales de Maíz Amarillo Duro en el Valle de Huánuco*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional UNHV.
- Guarda, (2000). *Evaluación de híbridos dobles y triples (Zea mays L.) bajo condiciones de Tingo María*. Trabajo de investigación, UNAS, Tingo María, Perú, 64p.
- Hidalgo, (2013). *Manejo técnico del cultivo de maíz amarillo duro en la región San Martín*. 25p. https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/149/1/Cultivo_maiz_amarillo_2013.pdf
- INIA (2006). *Maíz amarillo duro INIA 609 NAYLAMP Híbrido triple*. https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1960/1/Maiz_INIA609_Naylamp.pdf
- INIA (2012). *Híbrido simple de maíz amarillo duro INIA 619 Mega híbrido*. https://www.inia.gob.pe/wpcontent/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/maiz-amarillo-duro/INIA_619.pdf
- INIA (2020). *Manual técnico del cultivo de maíz amarillo duro*.
- MINAGRI (2021). *Boletín cuatrimestral N° 1.2-2021 Observatorio de la siembra perspectivas de la producción. Maíz Amarillo Duro*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2173757/Observatorio-Maiz-AD-ago21.pdf.pdf>
- Poma, J. G. (2020). *Labranza conservacionista y mulch en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad Marginal 28 T, Pichari 550 msnm, Cusco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga]. Repositorio Institucional de la UNSCH. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4547>
- Salgado, L. (2000). *Evaluación del deterioro de la semilla de maíz (Zea mays L.) después de madurez fisiológica*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 59 p.
- Yzarra, W.; Trebejo, I. y Noriega, V. (2010). *Evaluación del efecto del clima en la producción y productividad del maíz amarillo duro en la costa central del Perú*. SENAMHI-Programa de Maíz UNALM. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-10.pdf>