

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL



TESIS:

**Niveles de Nitrógeno en el rendimiento y calidad de maíz amarillo
duro (*Zea mays* L.), Anchiuay, La Mar - Ayacucho 980 msnm**

Para optar el título profesional de:
INGENIERO AGROFORESTAL

PRESENTADO POR:
Bach. Juan Carlos YARANGA ESCALANTE

ASESOR:
Ing. Eduardo ROBLES GARCÍA

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

A Dios, mi roca eterna, por guiarme en cada paso de este viaje académico y darme la fuerza para perseverar. Gracias por ser mi fuente de fortaleza y entendimiento en este logro académico.

A mis queridos padres; Hilario y Reyna: Este logro académico es un reflejo del incansable esfuerzo que han invertido para brindarme una educación sólida. Su dedicación y compromiso con mi educación son un regalo que valoro más allá de las palabras. Gracias por ser los faros en mi vida, por iluminar el camino hacia el conocimiento y por inculcarme la importancia del trabajo duro y la educación. Los amo profundamente.

A mis 2 hermanos, José Vladimir y Jhunior Hilario por ser parte de esta obra tan importante en mi vida, esto también es por ustedes.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, a la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, que hicieron posible la realización y culminación del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Eduardo Robles García, gestor y asesor del presente trabajo, por sus orientaciones y apoyo profesional durante la realización del trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO TEÓRICO	3
1.1. Centro de origen y distribución	3
1.2. Descripción morfológica del maíz amarillo	3
1.2.1. Raíz	4
1.2.2. Tallo	4
1.2.3. Hoja	4
1.2.4. Inflorescencia	5
1.2.5. Fruto	5
1.3. Clasificación taxonómica del maíz amarillo duro	6
1.4. Cosecha	6
1.5. Secado	7
1.6. El maíz amarillo duro	7
1.7. El maíz amarillo en el Perú	7
1.8. El maíz híbrido	8
1.9. Producción del maíz amarillo	9
1.10. Rendimientos	9
1.11. El nitrógeno en el maíz	10
1.12. Características de las variedades de maíces a utilizar	11
1.13. Fórmula de abonamiento y aportes de los niveles de nitrógeno durante el crecimiento del cultivo	12
CAPÍTULO II	14
METODOLOGÍA	14
2.1. Ubicación del experimento	14

2.2.	Características edáficas del terreno experimental	15
2.3.	Características climatológicas del lugar experimental	15
2.4.	Variables.....	17
2.4.1.	<i>Variables independientes</i>	17
2.4.2.	<i>Variable dependiente</i>	17
2.5.	Método procedimental.....	19
2.6.	Tratamientos	20
2.6.1.	<i>Características del campo experimental</i>	20
2.7.	Instalación y conducción del experimento	22
2.7.1.	<i>Material genético a utilizar</i>	22
2.7.2.	<i>Desmalezado</i>	22
2.7.3.	<i>Limpieza</i>	22
2.7.4.	<i>Demarcación y estacado del campo experimental</i>	22
2.7.5.	<i>Hoyado</i>	22
2.7.6.	<i>Abonamiento</i>	22
2.7.7.	<i>Tratamiento de semilla</i>	22
2.7.8.	<i>Siembra</i>	23
2.7.9.	<i>Deshierbo</i>	23
2.7.10.	<i>Control de plagas y enfermedades</i>	23
2.7.11.	<i>Riego</i>	23
2.7.12.	<i>Cosecha</i>	23
CAPÍTULO III.....		24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		24
3.1.	Variables de precocidad	24
3.2.	Variables de rendimiento.....	26
3.2.1.	<i>Altura de planta</i>	26
3.2.2.	<i>Altura de planta a la mazorca</i>	27
3.2.3.	<i>Longitud de mazorca</i>	29
3.2.4.	<i>Diámetro de mazorca</i>	30
3.2.5.	<i>Número de hileras por mazorca</i>	32
3.2.6.	<i>Peso de 1000 semillas</i>	33
3.2.7.	<i>Medidas descriptivas de la calidad del maíz amarillo duro</i>	35
3.2.8.	<i>Rendimiento de grano</i>	36
3.3.	Merito económico de los tratamientos	40

CONCLUSIONES	41
RECOMENDACIONES.....	42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 2.1	<i>Análisis físico químico la muestra de suelo del campo experimental del C. P. Miraflores</i>	15
Tabla 2.2	<i>Temperatura máxima, mínima, media, y precipitación correspondiente a la campaña 2024, DRAC – Pichari (Estación Meteorológica Pichari)</i>	16
Tabla 2.3	<i>De la combinación de los niveles y factores en estudio se llegó a tener 8 tratamientos los que se indican a continuación</i>	20
Tabla 3.1	<i>Estados fenológicos de las variedades de maíz amarillo con los niveles de nitrógeno en dds. Anchiuay La Mar 980 msnm.....</i>	24
Tabla 3.2	<i>Análisis de variancia de la altura de planta en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm.....</i>	26
Tabla 3.3	<i>Análisis de variancia de la altura a la mazorca en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm.....</i>	27
Tabla 3.4	<i>Análisis de variancia de la longitud de mazorca en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm.....</i>	29
Tabla 3.5	<i>Análisis de variancia del diámetro de mazorca en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm.....</i>	30
Tabla 3.6	<i>Análisis de variancia del número de hileras por mazorca en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm....</i>	32
Tabla 3.7	<i>Análisis de variancia del peso de 1000 semillas en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm.....</i>	33
Tabla 3.8	<i>Análisis de variancia y sus efectos simples del rendimiento de grano al 14 % de humedad en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm</i>	36
Tabla 3.9	<i>Costo de producción, rendimiento de grano al 14 % de humedad, valor de venta, utilidad bruta y rentabilidad de las dos variedades y los niveles de nitrógeno. C.P. Miraflores La Mar 980 msnm.....</i>	40

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 <i>Ubicación política de la localidad del experimento</i>	14
Figura 2.2 <i>Diagrama ombrotérmico de temperatura vs precipitación</i>	16
Figura 2.3 <i>Croquis del campo experimental</i>	21
Figura 2.4 <i>Unidad experimental.....</i>	21
Figura 3.1 <i>Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura de planta en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm.....</i>	26
Figura 3.2 <i>Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura a la mazorca en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msn..</i>	28
Figura 3.3 <i>Prueba de Tukey de los efectos principales de la longitud de mazorca en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msn..</i>	29
Figura 3.4 <i>Prueba de Tukey de los efectos principales del diámetro de mazorca en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msn..</i>	31
Figura 3.5 <i>Prueba de Tukey de los efectos principales del número de hileras por mazorca en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm</i>	32
Figura 3.6 <i>Prueba de Tukey de los efectos principales del peso de 1000 semillas en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm</i>	34
Figura 3.7 <i>Medidas descriptivas de las variables de calidad como: índice de prolificidad, índice de desgrane (%) y proteína (%) de maíz híbrido y semilla local. Anchiuay La Mar 980 msnm.....</i>	35
Figura 3.8 <i>Prueba de Tukey de los efectos simple del rendimiento de grano de las variedades en cada nivel de fertilización nitrogenada. Anchiuay La Mar 980 msnm</i>	37
Figura 3.9 <i>Regresión del rendimiento de grano de las variedades en función de los niveles crecientes de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm.....</i>	39

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. <i>Costo de producción maíz duro híbrido Atlas 777 con 80-100-100 NPK</i>	47
Anexo 2. <i>Costo de producción maíz duro variedad Local con 80-100-100 NPK...</i>	48
Anexo 3. <i>Costo de producción de los tratamientos en el híbrido Atlas 777 y la variedad Local en los demás niveles de nitrógeno se muestra a continuación.....</i>	49
Anexo 4. <i>Altura de planta en las dos variedades de maíz y diferentes niveles de nitrógeno. C.P. Miraflores La Mar 980 msnm</i>	49
Anexo 5. <i>Altura de planta a la mazorca en las dos variedades de maíz y diferentes niveles de nitrógeno. C.P. Miraflores La Mar 980 msnm.....</i>	49
Anexo 6. <i>Longitud de mazorca en las dos variedades de maíz y diferentes niveles de nitrógeno. C.P. Miraflores La Mar 980 msnm.....</i>	50
Anexo 7. <i>Diámetro de mazorca en las dos variedades de maíz y diferentes niveles de nitrógeno. C.P. Miraflores La Mar 980 msnm.....</i>	50
Anexo 8. <i>Número de hileras por mazorca en las dos variedades de maíz y diferentes niveles de nitrógeno. C.P. Miraflores La Mar 980 msnm.....</i>	50
Anexo 9. <i>Peso de 1000 semillas en las dos variedades de maíz y diferentes niveles de nitrógeno. C.P. Miraflores La Mar 980 msnm.....</i>	51
Anexo 10. <i>Rendimiento de grano al 14 % de humedad en las dos variedades de maíz y diferentes niveles de nitrógeno. C.P. Miraflores La Mar 980 msnm</i>	51
Anexo 11. <i>Panel fotográfico.....</i>	52

RESUMEN

Uno de los métodos de mejoramiento genético de plantas es la introducción de nuevas variedades, llevando a cabo el estudio de su adaptación, análisis biométrico y comparación productiva frente a un testigo local de conocidas características agronómicas. El presente estudio de la adaptación en el rendimiento de la variedad híbrida ATLAS 777 de maíz amarillo duro se realizó bajo las condiciones de C.P. Miraflores-La Mar. El experimento tuvo como objetivos: a) Identificar la variedad que mejor se adapte a la aplicación creciente de nitrógeno en el rendimiento b) determinar la precocidad y la calidad del grano c) conocer el mérito económico de los tratamientos utilizados. El experimento se condujo en el Diseño de Parcelas Divididas con 4 Bloques. Los genotipos evaluados se dispusieron en parcelas y los niveles crecientes de nitrógeno (80, 120, 160 y 200 kg ha⁻¹) van en sub parcelas, los resultados se pueden resumir en lo siguiente: los genotipos mostraron precocidad, la variedad híbrida ATLAS 777 se muestra ligeramente más precoz que la variedad local con 116 a 120 días a la madurez fisiológica y la cosecha se efectuó a los 130 dds. El rendimiento de grano al 14 % de humedad tuvo una mayor respuesta con el híbrido ATLAS 777 superando a la variedad Local en cualquier nivel de nitrógeno. Se puede observar que al nivel de 200 kg ha⁻¹ de nitrógeno el híbrido alcanza un rendimiento de grano de 6702.23 kg ha⁻¹ superando a la variedad Local que llega a un rendimiento de 5100.45 kg ha⁻¹. Al efectuar la primera derivada del rendimiento del híbrido se obtiene un óptimo de 179.37 kg ha⁻¹ de N el que maximiza un rendimiento de 6765.98. El mayor mérito económico se alcanza con el Híbrido ATLAS 777 al proporcionarle 160 kg ha⁻¹ de nitrógeno, obteniéndose una rentabilidad de 218 %

Palabras clave: Maíz duro, rendimiento, híbrido, rentabilidad, sub parcelas, adaptación

INTRODUCCIÓN

El maíz amarillo duro (*Zea mays* L Indurata St) en nuestra nación, este grano se cultiva para sus muchos propósitos, incluidos la alimentación humana, el maíz y el grano, y tiene un valor social, económico y agrícola significativo. Debido a su importancia como fuente dietética de energía, calorías y proteínas tanto para humanos como para otros animales, juega un papel importante en la nutrición animal como ingrediente fundamental en la creación de alimentos balanceados. El maíz amarillo duro prospera en las condiciones agroecológicas ideales del valle de los ríos Apurímac y Ene, lo que permite una cosecha durante todo el año. Sin embargo, los rendimientos promedios son muy bajos, una de las alternativas fundamentales es la utilización de niveles crecientes de nitrógeno en una variedad local y un híbrido de gran potencial productivo.

Este grano, cultivado para sus muchos propósitos, incluidos la alimentación humana, el maíz y los granos, tiene una enorme importancia socioeconómica y agrícola para nuestra nación. Debido a su papel único como fuente dietética de energía, calorías y proteínas tanto para humanos como para otros animales, juega un papel importante en la nutrición animal y la producción de alimentos balanceados.

Para el año 2022 los productores nacionales de este insumo, solo cubrieron alrededor del 25 % de la demanda nacional. Por ello, Agraria.pe (2023) reporta el Perú la importación de 3.565.840 toneladas por US\$ 1.246.357.000, generando un gasto importante de divisas en su adquisición.

El sector agrícola, a nivel individual y poblacional, ha sido el beneficiario previsto de una gran cantidad de investigación fisiológica (Bidwell, 1993; Cubero, 2003). Traer nuevos tipos a un área es una forma de mejorar su composición genética. En estos se llevará a cabo la adaptación a sus nuevos hábitats.

Por las condiciones expuestas, se plantea el siguiente trabajo con la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar los niveles crecientes de la fertilización nitrogenada en dos variedades de maíz amarillo duro, un híbrido y una variedad local de libre polinización en el rendimiento, calidad y el mérito económico de los tratamientos obtenidos.

Objetivos específicos

1. Identificar la variedad que mejor se adapte a la aplicación de niveles crecientes de fertilización nitrogenada en el rendimiento de grano.
2. Determinar la calidad del grano de dos variedades de maíz con niveles crecientes de nitrógeno.
3. Conocer el mérito económico de los tratamientos utilizado.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Centro de origen y distribución

Llanos (1984) entre las muchas teorías en competencia presentadas por muchas organizaciones de investigación, identifica las tres más plausibles:

- El *Tripsacum*, el *Teosintle*, y el maíz son los descendientes de una especie actualmente extinguido.
- El maíz descendiente del *Teosintle*, posiblemente como resultado de la selección natural, hibridación con especies extintas o una mutación anterior.
- El *Teosyntle* es un híbrido de maíz y *Tripsaco*; el maíz tunicado reventón, el progenitor silvestre del maíz domesticado moderno, desapareció hace mucho tiempo.

Cavero (1986) afirma que, dos grandes antepasados estadounidenses del maíz, domesticados independientemente: México y Perú, ocurrieron prácticamente simultáneamente. En este último, en el complejo Pikimachay de la región de Ayacucho, las mazorcas de maíz más antiguas y antiguas descubiertas en América del Sur datan de hace 5.000 a 3.800 años. 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.

1.2. Descripción morfológica del maíz amarillo

Manrique (1997) menciona que, en aproximadamente tres o cuatro meses, el pasto monoico anual conocido como maíz puede convertir muchos componentes en los complejos compuestos de reserva que se encuentran en el grano, como azúcar, almidón, proteínas, aceite, vitaminas y más. El pericarpio puede ser blanco o de color con patrones abigarrados, y los granos pueden ser rígidos, cristalinos y transparentes. El endospermo es principalmente almidón corneal y el endospermo es translúcido. Son resistentes a

plagas y enfermedades, y son maíz de velocidad media. En Perú se cultivan variedades de maíz conocidas como perla o pollo. Cultivado en las tierras bajas tropicales y a lo largo de las costas de las selvas tropicales, es un cultivo básico para el ganado costero y un componente de la alimentación de cerdos y aves.

1.2.1. Raíz

Manrique (1999) indica que, en el embrión, el sistema radicular comienza en la radícula, donde crece el hipocótilo. Después de ocho días, el mesocotilo se alarga y el coleótilo sale. Aunque se elimina el primer sistema radicular seminal, los primordios radiculares adventicios que finalmente se convertirán en el sistema radicular fibroso comienzan a emerger cerca de la base del tallo, entre las coronas y los nudos.

Llanos (1984) determina que, el maíz posee un sistema radicular fasciculado bastante extenso formado por tres tipos de raíces:

- El sistema radicular principal de la semilla consiste en la radícula y las raíces seminales.
- La gran mayoría del sistema radicular de una planta consiste en las raíces principales o secundarias que brotan de la corona y se extienden más allá de las raíces principales.
- Las raíces adventicias y aéreas que emergen en último lugar, en los nudos base del tallo, por encima de la corona.

1.2.2. Tallo

Llanos (1984) menciona que, el tallo grande y nudoso está formado por entrenudos que están conectados por nudos que pueden verse o apenas verse. A medida que la planta se acerca a la tierra, sus raíces aéreas tendrán entrenudos más cortos y se originarán en los nodos inferiores. A medida que se eleva desde la tierra, una depresión más profunda se extiende desde su base hasta el punto donde se inserta la mazorca. Hasta que la panícula o inflorescencia masculina se desarrolle en la corona de la planta, la porción del tallo mantiene su forma circular.

1.2.3. Hoja

Llanos (1984) afirma que el maíz generalmente tiene de 15 a 30 hojas alargadas y envueltas que se alternan a lo largo del tallo; estas hojas tienen bordes ásperos, están

finamente ciliadas y son ligeramente onduladas, miden de 4 a 5 cm de ancho y de 30 a 50 cm de largo.

Reyes (1990) reporta los maíces nativos de climas más cálidos tienen hojas anchas, largas y perpendiculares, mientras que los de regiones más frías tienen hojas más estrechas, cortas, caídas y adaptables.

1.2.4. Inflorescencia

Llanos (1984) considera que, como planta monoica, el maíz produce flores masculinas y femeninas en tallos separados. La panícula terminal, que consta de mechones o colgantes, está adornada con flores masculinas. Estas flores, que se producen en pares a lo largo de muchas ramas delgadas y plumosas en la parte superior del tallo, se recogen en espigas llamadas panículas o mazorcas. Su tamaño varía de 6 a 8 mm. Largas hileras mentoladas de tres estambres caracterizan cada floración masculina. Cubiertas por brácteas sedosas o barbudas, las espículas femeninas (espiguillas) forman una ramificación lateral gruesa y cilíndrica.

1.2.5. Fruto

Manrique (1997) afirma que una envoltura delgada y seca de origen materno crece alrededor de las espinillas, que quedan ocultas por la cutícula y el pericarpio. El endospermo es un suministro de reserva de carbohidratos, proteínas y vitaminas ubicado dentro del pericarpio. Allí también se encuentran embriones.

Llanos (1984) según sus hallazgos, 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 perfecto, cada flor femenina producirá una fruta en forma de grano que será suave o algo firme, con un exterior brillante y una variedad de colores que incluyen amarillo, morado y blanco. Los frutos están dispuestos en hileras alrededor de un eje grueso.

Los granos de maíz están constituidos principalmente de 3 partes:

- a. **La cascarilla** (pericarpio) $2n$
- b. **Aleurona** (Capa delgada que cubre el endospermo) $(3n)$
- c. **El endospermo** $(3n)$
- d. **El germen** $(2n)$

La cáscara, también conocida como PERICARPIO, es la cubierta protectora que cubre el exterior del grano. Una delicada cubierta que envuelve el endospermo se conoce como aleurona. El endospermo constituye hasta el 80% del peso de un grano y sirve como almacén de energía. Hay trazas de proteínas y lípidos, así como minerales y oligoelementos en su contenido de almidón de alrededor del 90% y proteína del 9%. 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 elementos esenciales para la germinación y el posterior desarrollo de la planta.

1.3. Clasificación taxonómica del maíz amarillo duro

Manrique (1997) afirma que el maíz (*Zea Mays* L. Indurata St), es una gramínea, siendo su taxonomía la siguiente:

Reino	: Vegetal
División	: Fanerógamas
Sub. División	: Angiospermas
Clase	: Monocotiledóneas
Orden	: Graminales
Familia	: Gramineae
Tribu	: Maydeas
Género	: Zea
Especie	: <i>Zea mays</i> L Indurata St (<i>Flint corn</i>)
Nombre común	: Maíz
2n	: 20

1.4. Cosecha

INIA (2006) según su declaración, el maíz amarillo debe cosecharse en el pico de madurez fisiológica, cuando los granos son más susceptibles a la infestación de enfermedades, la germinación y la pudrición de la mazorca; además, la lluvia en este período hace que los granos pierdan calidad.

Sira (2005) el texto menciona que los granos están listos para la cosecha cuando el nivel de humedad es de alrededor del 30% y el rendimiento oscila entre 5.000 y 3.000 kg/ha (grano seco + tusa), según el nivel de tecnología.

Manrique (1999) la transformación de azúcares en almidones ocurre en la madurez fisiológica, que ocurre aproximadamente 40 días después de la floración. Como resultado, los granos experimentan una transformación de lechosos a pastosos y eventualmente duros. Cuando la mazorca y el grano comienzan a secarse, significa que el grano está completamente constituido morfológica y fisiológicamente.

1.5. Secado

INIA (2006) enfatiza la necesidad de separar las orejas podridas para prevenir más infecciones por hongos antes de colocarlas en la rejilla o rejillas de secado. No es aconsejable dejarlo expuesto a la luz solar directa durante un período prolongado de tiempo, ya que el secado provocará pérdidas.

Sira (2005) La pureza del pigmento debe preservarse cuidadosamente durante todo el proceso de secado, que debe acelerarse utilizando aire forzado o radiación solar (aunque las mazorcas no deben exponerse directamente al sol).

1.6. El maíz amarillo duro

El maíz (*Zea mays* L.) es una de las contribuciones más significativas a la seguridad alimentaria mundial, y se origina en América. Las tres hierbas más cultivadas en la Tierra son estas tres: arroz, trigo y cebada. Igualmente, 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.

Uno de los cultivos de mayor importancia comercial y social en el país es el maíz amarillo duro; en 2005, la producción nacional cubrió el 52% de la necesidad de 200.000 toneladas métricas de grano, mientras que las importaciones cubrieron el 48% restante.

1.7. El maíz amarillo en el Perú

Agraria.pe (2021) en el Perú, según Iván Mendoza de Agro Lima Sur, la producción nacional apenas supera los 1,5 millones de toneladas de maíz amarillo duro, a pesar de un consumo anual de más de 5 millones de toneladas (MAD). Al respecto, dijo que la producción local solo satisface el 30% de la necesidad nacional, lo que

significa que el otro 70%, o 3,5 millones de toneladas, debe importarse. El maíz amarillo duro, dijo, se recolecta en más de 300.000 hectáreas de tierra anualmente, con 135 mil hectáreas cultivadas a lo largo de la costa y 165 mil en el bosque. Más de 82.000 hogares también hacen de este tipo de jardinería su enfoque principal. Explicó diciendo que el maíz y la alimentación de cerdos representan el 90% del uso de la tierra de MAD, mientras que el forraje y la alimentación de vacas lecheras ocupan el 10% restante.

La Cadena Agroalimentaria comienza con el Maíz Amarillo Duro (MAD) y llega hasta la carne de aves. El trabajo destaca las fallas del sistema nacional de comercialización, como su dependencia de prácticas anticuadas y la inadecuación de la relación entre productores y empresas exigentes. Como resultado, el agricultor es el más afectado por los efectos negativos del sistema; les da a los comercializadores un tercio de las ganancias de su granja, lo que conduce a una falta de competencia y una producción nacional que no satisface la demanda. Debido a este déficit, los criadores de pollos domésticos deben depender de las importaciones para satisfacer su demanda. Ha habido un desembolso significativo de divisas para la compra de esta área, con asignaciones anuales de más de 100 millones a partir de 1994 (Acuña, 1998)

1.8. El maíz híbrido

Una serie de líneas endogámicas derivadas de semillas híbridas permitieron un aumento significativo en la producción de maíz. La llegada de las semillas híbridas fue un factor clave en este crecimiento. Las plantas híbridas que surgen al cruzar estas líneas son muy resistentes. Si desea cultivar semillas híbridas a partir de plantas de dos tipos diferentes, debe sembrarlas en hileras opuestas y luego eliminar manualmente las inflorescencias masculinas de una de las plantas.

Los híbridos de maíz más robustos y específicos de la región se pueden desarrollar seleccionando meticulosamente las mejores líneas cruzadas. Debido a que sus rasgos son más consistentes, las plantas híbridas producen más frutos y son más fáciles de cosechar que sus contrapartes no híbridas. Si bien el maíz híbrido representaba menos del 1% de la cosecha estadounidense en 1935, ahora representa más del 100% del maíz estadounidense. Producir mayores rendimientos por acre ahora requiere mucho menos esfuerzo que en el pasado (Gaspar, 1993).

1.9. Producción del maíz amarillo

El INEI (2022), la producción de maíz amarillo duro del país alcanzó las 1.450.000 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%. Ocho estados representan el 84% de la producción de maíz amarillo duro del país, y los expertos predicen que esta tendencia continuará.

1.10. Rendimientos

Los cambios técnicos más significativos, medidos en kg ha^{-1} , en los rendimientos promedio de maíz amarillo duro en cada región comienzan alrededor de 1970. Si bien los rendimientos en este país son relativamente bajos en comparación con los de otros países, han aumentado constantemente desde 1985, cuando la cooperación internacional comenzó a proporcionar materiales de siembra. Al observar los rendimientos por hectárea en todas las regiones, está claro que la costa ha experimentado los mayores avances tecnológicos, gracias a los híbridos con períodos vegetativos más cortos introducidos a través de programas de mejoramiento. En la selva, sin embargo, se necesitan soluciones creativas para aprovechar al máximo estos nuevos paquetes tecnológicos, ya que podrían producir mejor maíz amarillo duro para los mercados de exportación.

Cabe mencionar que esto es resultado tanto de la intervención gubernamental con la ayuda de los "Marginales" como de la introducción de híbridos adquiridos por empresas manufactureras latinoamericanas, sudamericanas y brasileñas.

Además, notamos que Lima y La Libertad en la costa, así como San Martín, Loreto y Ucayali, tenían el área sembrada de maíz amarillo más duro.

Los departamentos de Amazonas, Loreto, Ucayali y Madre de Dios tienen los rendimientos más bajos de la región selvática. Lima, La Libertad e Ica son las regiones costeras con los mayores rendimientos promedio.

Existe una alta concentración de aves de corral en las zonas costeras de los Departamentos de La Libertad, Lima e Ica, y estos departamentos también tienen los

mercados más desarrollados de insumos y subproductos, el uso más generalizado de fertilizantes y semillas mejoradas y el trabajo agrícola más mecanizado. El crecimiento del cultivo es el resultado de mayores rendimientos como resultado de competir con cultivos más lucrativos o se planta junto al algodón o las hortalizas para abastecer los mercados urbanos. **(Yara, 2019).**

La introducción de la variedad marginal T28 y la mayor concentración de pollos en el negocio avícola (tanto productores de carne como gallinas ponedoras) impulsan el crecimiento de tierras de secano en la región selvática. **(Yara, 2019).**

1.11. El nitrógeno en el maíz

Como el elemento más importante para las plantas de maíz, el nitrógeno controla la productividad y, por lo tanto, se considera el nutriente limitante. La fertilización adecuada de las plantas conduce a una mayor cosecha. El nitrógeno que absorben las plantas de maíz se almacena en sus tallos y hojas, donde promueve la fotosíntesis. Durante la floración, cuando el potencial del cultivo es exactamente proporcional al número de semillas por mazorca, esto aumenta enormemente la producción **(Muñoz et al., 2022).**

El llenado de granos también mejora cuando el nitrógeno está más fácilmente disponible. Los tallos y hojas ricos en nitrógeno eventualmente llegan a las semillas. El crecimiento de los granos depende del nitrógeno que almacenan. Este rasgo sería el factor determinante en el potencial de producción del cultivo en circunstancias de baja fertilidad. Por lo tanto, el tiempo de llenado, el volumen y la masa de los granos de maíz se ven afectados por la dosis de nitrógeno.

Antes de entrar en su etapa generativa, el maíz absorbe el 80% de su potasio, magnesio, fósforo y más de la mitad de su nitrógeno. Durante el alongamiento del tallo (desde V6 hasta la floración), la absorción de nitrógeno es particularmente crítica en el maíz. **(GRUPO, 2022).**

El impacto que tiene la falta de nitrógeno en el momento adecuado es el equivalente al daño causado por una sequía, plaga o enfermedad. A la siembra la necesidad es baja, en la

etapa vegetativa es alta la demanda de nitrógeno, así como en el inicio de formación del grano. Por ello, es importante dotar de Nitrógeno al maíz en las etapas mencionadas.

Maximizar el crecimiento de la materia seca y la cosecha requiere niveles sustanciales de nitrógeno. Para obtener un rendimiento de 7 t ka⁻¹, se necesitan más de 200 kg ha⁻¹. Las tasas de eliminación de granos son las más altas de cualquier nutriente, alrededor de 16 kg t ha⁻¹ (Yara, 2019).

1.12. Características de las variedades de maíces a utilizar

T1 Híbrido PAC 777 (Atlas 777)

Origen

Con experiencia en productos agrícolas que incluyen protección de cultivos y semillas, así como un híbrido de una firma colombiana con más de 25 años de experiencia en América Latina, tenemos una comprensión de primera mano de los desafíos que enfrentan los agricultores latinoamericanos.

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 ATLAS 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

T2 Maíz local de libre polinización

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

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 del 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 Promedio
Altura a mazorca (cm)	: 120 a 130
Numero de hileras/mazorca	: 16-18
Rendimiento potencial	: 2 a 3 t/ha

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

Una buena cosecha depende del uso de fertilizantes en los momentos correctos. Para elegir el fertilizante óptimo para su maíz, debe tener en cuenta lo siguiente:

- a) El rendimiento potencial de la variedad.
- b) El estado nutricional del suelo.
- c) Las etapas fenológicas del maíz.

Los cultivares recién hibridados y de alto rendimiento experimentarán una mayor necesidad nutricional. Tome el maíz en grano como ejemplo. Para cosechar 230 bushels por acre (10,5 t ha⁻¹), un nuevo cultivo híbrido requiere los siguientes niveles de nutrientes, medidos en kilogramos por hectárea: 250-150-150 de porcentaje de NPK. **(Altamirano & Barrera, 2019)**

El método de extracción de nutrientes dictó la fórmula del fertilizante: 200-150-150 NPK.

Fósforo y potasio, en la cantidad de 150 t ha⁻¹, a la semilla. Aquí podemos ver las cuatro cantidades de fertilizante nitrogenado que se entregaron:

- El primer abonamiento: 80 kg ha⁻¹ N (40% a la siembra y 60 % a los 60 dds)
- El segundo abonamiento: 120 kg ha⁻¹ N (40 % a la siembra y el 60 % a los 60 dds)
- El tercer abonamiento: 160 kg ha⁻¹ N (40 % a la siembra y el 60 % a los 60 dds)
- El cuarto abonamiento: 200 kg ha⁻¹ N (40 % a la siembra y el 60 % a los 60 dds)

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del experimento

El experimento se condujo en el Centro Poblado de Miraflores, Distrito Anchiuay, Provincia de La Mar, ubicada en el Departamento de Ayacucho. El Centro Poblado de Miraflores se ubica en las coordenadas:

Latitud : 12° 51' 44''

Longitud : 73° 37' 12''

Altitud : 980 msnm

Figura 2.1

Ubicación política de la localidad del experimento



El terreno designado para el experimento estuvo ocupado en la campaña anterior con cultivo de yuca.

2.2. Características edáficas del terreno experimental

Se utilizaron una pala recta y un balde para recolectar muestras de suelo del campo experimental a una profundidad de 0,25 m con el fin de determinar las propiedades del suelo.

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos del Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Las submuestras se mezclaron y se obtuvo una muestra representativa de un kilogramo utilizando la técnica de cuarteado.

Tabla 2.1

Análisis físico químico la muestra de suelo del campo experimental del C. P. Miraflores

Componentes	Valor	Interpretación
pH (H ₂ O)	6.85	Moderadamente ácido
M.O. (%)	3.49	Medio
N total (%)	0.17	Medio
P disponible (ppm)	21.4	Medio
K disponible (ppm)	215.7	Medio
Arena (%)	49	Clase textural (franco arcillo arenoso)
Limo (%)	25	
Arcilla (%)	26	

Nota: Analizado en el Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar "Nicolás Roulet" UNSCH-2024

Considerando que el trabajo de Ibáñez y Aguirre (1983) fue esencial para la interpretación; el valor de pH, medido en H₂O, indica un suelo de reacción algo ácido. El suelo con un porcentaje total de nitrógeno del 0,17%, fósforo disponible de 21,4 ppm y potasio accesible de 215,7 ppm se considera de calidad media, al igual que la proporción de materia orgánica del 3,49%. Este tipo de suelo se describe por su textura franco arcillosa arenosa.

2.3. Características climatológicas del lugar experimental

Los datos meteorológicos de 2024 se recopilaban en la Estación Meteorológica de Pichari (DRAC), un observatorio climatológico que recopila información relacionada con

el clima. En esta ubicación en particular, la prueba se realizó en un clima subtropical a tropical. Las características climáticas únicas de la zona están determinadas, en gran parte, por la cordillera oriental de los Andes y la llanura amazónica. El área también tiene el potencial de albergar un bosque biodiverso y alberga cultivos agroindustriales perennes. Se registraron temperaturas que oscilaban entre 21,4 °C y 31,90 °C durante el experimento. Se observó alta humedad relativa (90 a 95%) y un total de 251,3 mm de precipitación pluvial a lo largo de la actividad experimental. Debido a la inconsistencia y baja precipitación en septiembre y octubre, las condiciones experimentales se mantuvieron mediante tres riegos inundables (tabla 2.2)

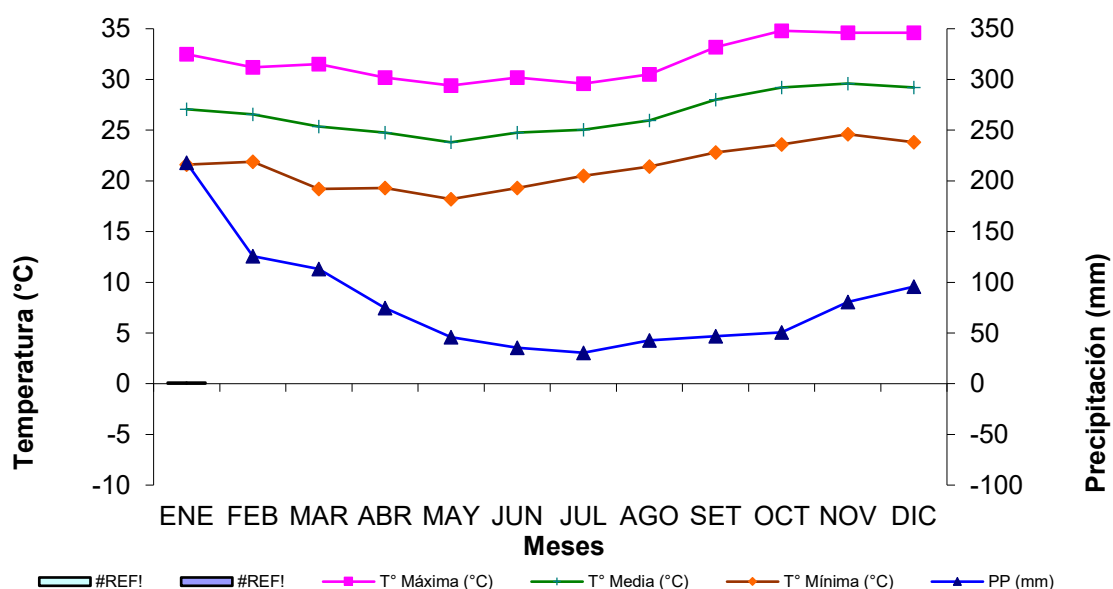
Tabla 2.2

Temperatura máxima, mínima, media, y precipitación correspondiente a la campaña 2024, DRAC – Pichari (Estación Meteorológica Pichari)

AÑO	2024												Total	Prom
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
T° Máxima (°C)	32.5	31.2	31.5	30.2	29.4	30.2	29.6	30.5	33.2	34.8	34.6	34.6		31.9
T° Mínima (°C)	21.6	21.9	19.2	19.3	18.2	19.3	20.5	21.4	22.8	23.6	24.6	23.8		21.4
T° Media (°C)	27.1	26.6	25.4	24.8	23.8	24.8	25.1	26.0	28.0	29.2	29.6	29.2		26.6
PP (mm)	217.8	125.8	113.2	74.6	45.8	35.4	30.5	42.8	46.8	50.6	80.6	95.8		959.7

Figura 2.2

Diagrama ombrotérmico de temperatura vs precipitación



La Figura 2.2 muestra los datos meteorológicos recopilados del sitio del experimento a lo largo del crecimiento del maíz, incluidas las variaciones de temperatura y precipitación; la temperatura alta promedio fue de 31.90 °C, la temperatura baja promedio fue de 26.6 °C y la precipitación anual total fue de 957.9 mm, con los aguaceros más intensos en enero, febrero y diciembre. Lluve menos en mayo, junio, julio y agosto, aunque la región del VRAE tiene niveles de humedad relativa del 95-98%. Durante estos rasgos ombrotermicos, el cultivo de maíz no experimentó falta de humedad, y el clima fue el adecuado para el cultivo en cada etapa, desde la germinación hasta el crecimiento vegetativo, la floración y la maduración del grano. Las condiciones ideales para su crecimiento son temperaturas entre 21 y 29 grados Centígrados, y 550 milímetros de precipitación durante la vida del cultivo.

2.4. Variables

2.4.1. Variables independientes

Se consideró niveles crecientes de nitrógeno y como material experimental se utilizó una variedad Híbrida de maíz amarillo duro, y una variedad Criolla de siembra local.

Indicadores

Factor 1: Niveles de fertilización nitrogenada

n₁ 80 kg ha⁻¹ N

n₂ 120 kg ha⁻¹ N

n₃ 160 kg ha⁻¹ N

n₄ 200 kg ha⁻¹ N

Factor 2: Variedades (V)

v₁ Variedad híbrida ATLAS 777

v₂ Variedad local

2.4.2. Variable dependiente

Son las variables de precocidad, rendimiento y calidad del maíz.

Indicadores

A Variables Precocidad

Más del 50% de las plantas se encontraban en la fase fonológica, que suele ser el período de interés por razones de evaluación, cuando se probó esta variable después de la siembra.

- **Días a la floración masculina y femenina**

Días después de la siembra, cuando el 50% o más de las panículas liberaron polen y estigma, el cultivo se consideró un éxito.

- **Madurez fisiológica**

La presencia de ácido abscísico en la base del grano y una condición pastosa en más de la mitad de las muestras.

- **Madurez de cosecha**

Cuando la planta tenía aproximadamente 18 a 20% de humedad.

B Variables de rendimiento

Estas variables están asociados fuertemente al rendimiento de grano.

- **Altura de la planta**

La evaluación se llevó a cabo después de que la planta hubiera alcanzado su pleno desarrollo fisiológico. Para probar la competitividad y representatividad de la unidad experimental, se seleccionaron al azar diez plantas del surco central.

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

Desde el cuello de la planta hasta la inserción de su primera mazorca, se seleccionaron y evaluaron diez plantas competitivas y representativas.

- **Índice de mazorca**

Al contar las plantas en cada parcela neta experimental antes de la cosecha, pudimos estandarizar las evaluaciones de rendimiento y establecer la cantidad de mazorcas por planta. El índice nos da una idea de cuán productivo representa.

$$\text{Índice de mazorca} = \frac{\text{Número de mazorcas/parcela}}{\text{Número de plantas/parcela}}$$

- **Longitud, Diámetro y numero de hileras /mazorca**

La evaluación se realizó utilizando la información descriptiva del maíz en diez mazorcas seleccionadas al azar de la unidad experimental.

- **Porcentaje de humedad del grano**

Se usó para corregir la humedad del grano al 14 %.

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

Donde:

F = Factor de conversión.

% 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**

Después de corregir el contenido de humedad del grano en toda la parcela experimental, excepto los márgenes, se realizó el pesaje del grano.

- **Mérito económico de los tratamientos**

En base a los costos de producción, rendimiento, utilidad bruta.

C Calidad del maíz

- **Peso de 1000 semillas.** Se extrajeron mil granos de un lote típico usando un separador de muestras, y luego se midió su peso.

- **Porcentaje de desgrane**

Proporcionado por la siguiente relación.

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

2.5. Método procedimental

Este estudio utilizó un Diseño de Bloques Completos Aleatorizados para sus procedimientos experimentales. En el diseño de parcelas divididas, hay cuatro bloques. Las ubicaciones de las variedades se marcarán en las parcelas, mientras que las cantidades de fertilización con nitrógeno se marcarán en las subparcelas.

Modelo aditivo lineal del diseño

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \delta_j + (\alpha\delta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

μ : Efecto de la media

β_k : Efecto del k-ésimo bloque

α_i : Efecto del i-ésimo nivel de variedades de maíz va en parcela

ϵ_{ik} : Efecto del error experimental de parcela

δ_j : Efecto del j-ésimo nivel de los niveles de nitrógeno va en sub parcela

$(\alpha\delta)_{ij}$: Efecto de interacción i-ésimo nivel de variedades, del j-ésimo nivel de fertilización nitrogenada

ε_{ijk} : Error experimental de sub parcela

2.6. Tratamientos

Tabla 2.3

De la combinación de los niveles y factores en estudio se llegó a tener 8 tratamientos los que se indican a continuación

Tratamiento	Variedades	Niveles de nitrógeno	Combinación
T1	H. Atlas 777	80 kg ha ⁻¹	H. Atlas 777 con 80 kg ha ⁻¹ N
T2	H. Atlas 777	120 kg ha ⁻¹	H. Atlas 777 con 120 kg ha ⁻¹ N
T3	H. Atlas 777	160 kg ha ⁻¹	H. Atlas 777 con 160 kg ha ⁻¹ N
T4	H. Atlas 777	200 kg ha ⁻¹	H. Atlas 777 con 200 kg ha ⁻¹ N
T5	Cultivar Local	80 kg ha ⁻¹	Cultivar Localcon 80 kg ha ⁻¹ N
T6	Cultivar Local	120 kg ha ⁻¹	Cultivar Local con 120 kg ha ⁻¹ N
T7	Cultivar Local	160 kg ha ⁻¹	Cultivar Local con 160 kg ha ⁻¹ N
T8	Cultivar Local	200 kg ha ⁻¹	Cultivar Local con 200 kg ha ⁻¹ N

2.6.1. Características del campo experimental

A Bloques

Número de bloques	= 04
Largo de bloques	= 38.0 m
Ancho de bloques	= 4.0 m
Ancho de calle	= 2.0 m

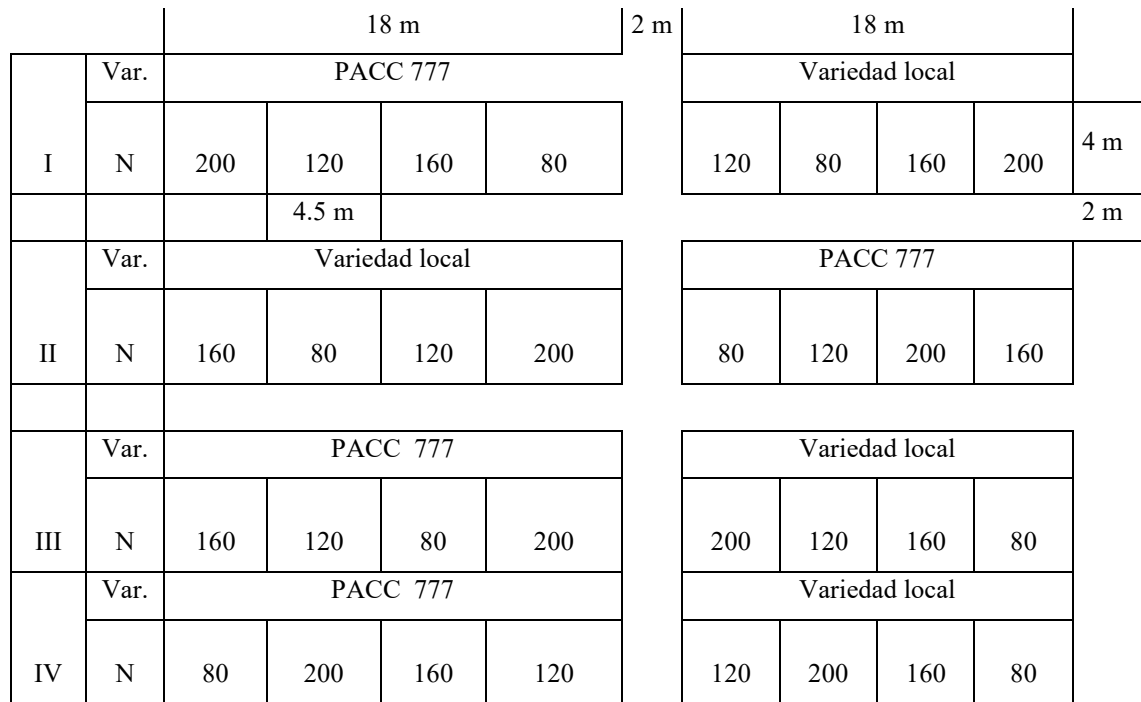
B Parcela o unidad experimental

Número de parcelas por bloque	= 02
Número total de parcelas	= 08
Número total de sub parcelas	= 32
Largo de parcela	= 18.0 m
Ancho de parcela	= 4.0 m
Área de parcela	= 72.0 m ²
Distancia entre surcos	= 0.90 m
Distancia por golpe	= 0.40 m
Número de semillas /golpe	= 3

C Croquis del campo experimental

Figura 2.3

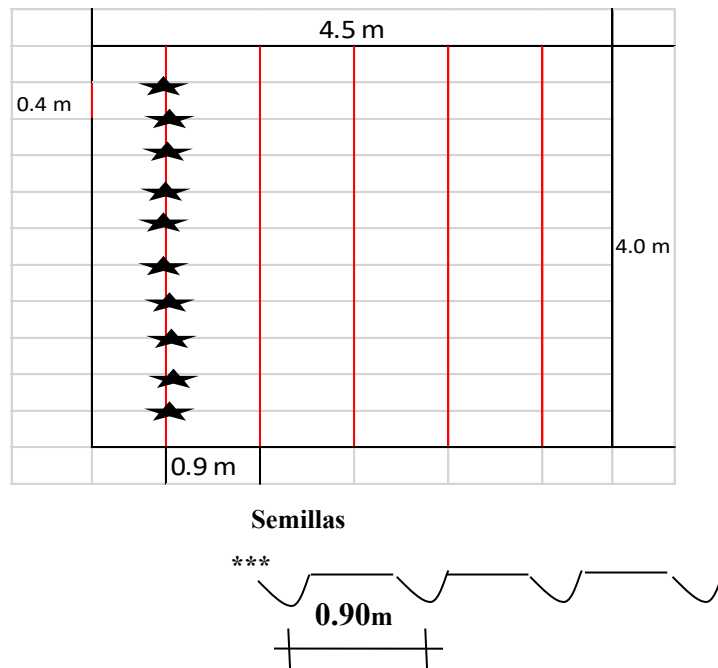
Croquis del campo experimental



D Unidad experimental (Sub parcela)

Figura 2.4

Unidad experimental



2.7. Instalación y conducción del experimento

2.7.1. *Material genético a utilizar*

El material genético utilizado incluyó PAC 777, también conocido como ATLAS 777, una variedad híbrida de semilla de maíz amarillo duro conocida por su adaptabilidad y excelente rendimiento de grano en el VRAEM, así como una variedad de semilla criolla local conocida como maíz local de polinización libre.

2.7.2. *Desmalezado*

El deshierbe era la actividad principal, y se usaban herramientas como machetes, lámparas y picos para la tarea. En 2024, las fechas de este evento fueron el 25 y 26 de junio.

2.7.3. *Limpieza*

Arrancar manualmente las malas hierbas secas era lo que implicaba.

2.7.4. *Demarcación y estacado del campo experimental*

El replanteo se realizó después de delinear el área usando bloque y tratamiento. La operación que sucedió el 1 de julio de 2024.

2.7.5. *Hoyado*

Para crearlo, se aflojó la tierra con un pico. Cada unidad experimental tenía cinco surcos de 0,9 metros dispuestos, con tres semillas colocadas en cada surco por cada carrera entre diez y cuarenta milímetros.

2.7.6. *Abonamiento*

El abonamiento se realizó cerca a los golpes fraccionando el abono nitrogenado la primera parte a la siembra el 40 % y antes del panojado el 60 % restantes; el fosforo y potasio a la siembra este procedimiento se efectuó el 5 de julio del 2024.

2.7.7. *Tratamiento de semilla*

Antes de que pudiera comenzar la germinación, las semillas se trataron con Vitavax-300, un fungicida que protege a las plántulas de enfermedades.

2.7.8. Siembra

La siembra se efectuó el 5 de julio del 2024, esta se realizó de manera manual dejando 3 semillas por hoyo y la densidad de planta por cada unidad experimental.

2.7.9. Deshierbo

Los procedimientos para la erradicación manual de malezas se realizaron a los 15, 40 y 55 dds.

2.7.10. Control de plagas y enfermedades

Se realizó de manera preventiva, para esta medida se ha utilizado productos químicos como: Vitavax-300 protector de semilla, Insecticidas Rumba para cogollero y Tifón 4E para el mazorquero.

2.7.11. Riego

Se aplico riego por inundación en los primeros días del cultivo a los 20 dds (4 hojas) y a 40 dds (8 hojas). El resto de los días el riego fue proporcionado por la lluvia.

2.7.12. Cosecha

Se realizó a los 130 dds para el híbrido ATLAS 777 y a los 135 dds para la variedad Local. La primera cosecha se efectuó el 12 de noviembre del 2024, la segunda cosecha el 17 de noviembre 2024. Días antes de la cosecha en madurez fisiológica se procedió a deshojar las hojas de la parte inferior para una rápida maduración del grano. Después de la cosecha (18 a 20 % de humedad del grano) la cosecha se depositó en un tinglado hasta su secado al 14 % de humedad del grano.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Variables de precocidad

Esta variable se evaluó en número de días después de la siembra (dds). Se utilizó el rango para determinar el estado fenológico la evaluación consistió en determinar un inicio y fin.

Los dos tipos de maíz amarillo duro exhiben una precocidad significativa, aunque el control por días es sustancialmente más temprano, como se muestra en la Tabla 3.1, que muestra las etapas fenológicas de aparición en dds. En promedio, las temperaturas alcanzan los 26,5 ° C, que es bastante caluroso y favorece a las variedades tempranas.

Tabla 3.1

Estados fenológicos de las variedades de maíz amarillo con los niveles de nitrógeno en dds. Anchiway La Mar 980 msnm

Tratamientos Variedad-N	Floración masculina	Floración femenina	Grano Lechoso	Madurez Fisiológica	Madurez Cosecha
ATLAS 777-80 N	68-74	72-76	95-105	116-120	130
ATLAS 777-120 N	68-74	72-76	95-105	116-120	130
ATLAS 777-160 N	68-74	72-76	95-105	116-120	130
ATLAS 777-200 N	70-76	74-77	98-107	118-122	130
LOCAL-80 N	76-82	80-86	102-108	119-125	135
LOCAL-120 N	76-82	80-86	102-108	119-125	135
LOCAL-160 N	76-82	80-86	102-108	119-125	135
LOCAL-200 N	78-84	84-88	104-111	122-128	135

Guarda (2000) señala que algunos tipos, como Marginal, Cargill y Pinte, alcanzan la floración masculina un promedio de 64, 66 y 67 días después de la siembra, respectivamente. Los resultados aquí son bastante similares a los encontrados por. Dependiendo del genotipo, las flores femeninas pueden abrirse entre 75 y 79 días después

de la siembra. Una variedad que se abre antes que otras es la variedad testigo. 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.

Los híbridos alcanzan la madurez de cosecha a los 130 días después de la siembra (dds), mientras que el grupo control alcanzó los 125 dds, lo que demuestra la notable precocidad del maíz amarillo duro. 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 119-122 días después de la siembra, la variedad local alcanzó la madurez fisiológica, mientras que el híbrido ATLAS 777 la alcanzó a los 116-120 días después de la siembra. El maíz amarillo resistente alcanza la madurez fisiológica en los trópicos 100-110 días antes de su fecha de madurez esperada (Gaspar, 1993)

Hidalgo (2013), 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 el cultivo está maduro, se nota porque la planta comienza a amarillear severamente, luego las hojas comienzan a secarse de abajo hacia arriba, las mazorcas se caen y doblan el pedúnculo, las brácteas y los granos también se secan y la capa negra de los granos se vuelve más oscura. Los productores de la zona suelen cosechar sus cultivos entre 110 y 120 días después de la siembra. Comienzan a cosechar cuando la humedad del grano alcanza alrededor del 18%, y deben actuar rápidamente para evitar daños por insectos y podredumbre de la mazorca. El "deshojando" manual de las mazorcas de las plantas detenidas es el principal método utilizado en la región de San Martín. Una vez que la humedad alcanza del 14 al 16%, el siguiente paso es comenzar a desgranar, luego de lo cual los artículos se transfieren a secadoras ubicadas en áreas protegidas para ayudar en el proceso de secado de forma natural. Debido a la extrema relevancia de esta precocidad en el maíz duro amarillo, el VRAEM permite al menos dos cosechas al año, proporcionando al agricultor de la selva una fuente sostenible de alimentos. Los hallazgos del área del VRAEM concuerdan con los hallazgos 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 y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm

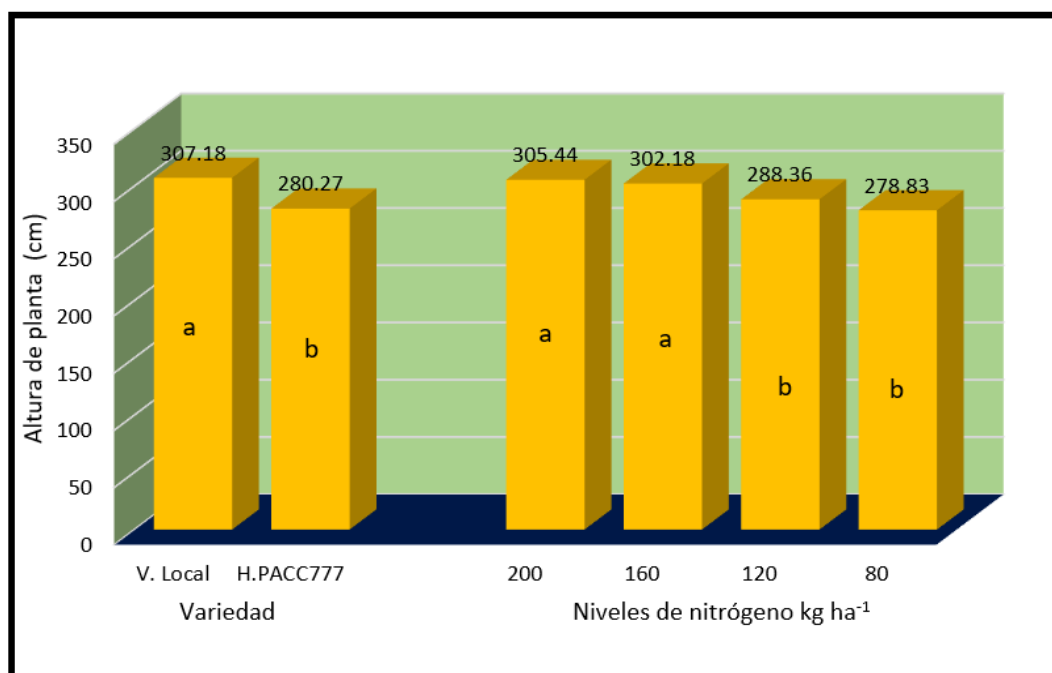
F. Variación	G. L	SC	CM	Fc	Pr > Fc
Bloques	3	63.21	21.07	0.59	0.6640 ns
Variedades (V)	1	5794.26	5794.26	161.30	0.0011 **
Error (a)	3	107.76	35.92		
Nitrógeno (N)	3	3651.05	1217.02	23.76	<0.0001 **
Inter (V x N)	3	68.03	22.68	0.44	0.7253 ns
Error (b)	18	921.87	51.21		
Total	31	10606.19			

C.V. = 2.44 %

Para realizar la prueba de contraste de Tukey, debemos consultar la Tabla 3.2 del ANVA, que demuestra que los principales impactos de los niveles de fertilización varietal y nitrogenada por separado son estadísticamente muy significativos. Podemos confiar en los hallazgos ya que el coeficiente de variación es del 2,44%, que es un número muy preciso.

Figura 3.1

Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura de planta en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm



La figura 3.1 de la prueba de Tukey muestra superioridad estadística en la altura de planta a la variedad Local con un valor de 307.18 cm superando a al híbrido PAC777 que alcanza una altura de 280.27 cm, en los niveles de nitrógeno con 200 y 160 kg ha⁻¹ se obtienen alturas de 305.44 y 302.18 cm sin diferencia estadística entre ellos.

Chacma et al. (2022) en un estudio que buscó evaluar el impacto de las habilidades combinatorias generales y particulares en nueve líneas de maíz endocriadas del CIMMYT, se consideraron la altura de la planta, la altura de la mazorca, la producción de grano y los días de floración masculina. Se obtiene un rango de 284,46 a 144,07 cm para esta variable en relación a la altura de la planta. Los resultados muestran que el híbrido PAC777 logró una altitud menor que la variedad local, ya que son similares a los valores obtenidos en el experimento actual. Existe mucha variación en esta variable entre los cultivares de polinización libre, y tienden a ser plantas más altas que almacenan más biomasa.

3.2.2. *Altura de planta a la mazorca*

Tabla 3.3

Análisis de variancia de la altura a la mazorca en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiway La Mar 980 msnm

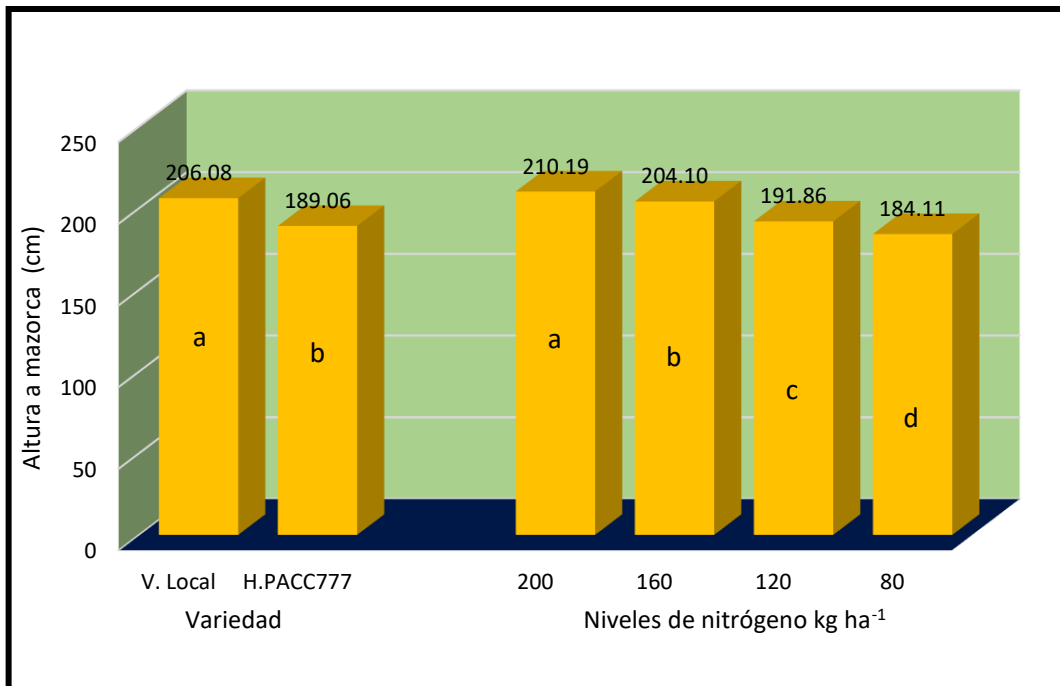
F. Variación	G. L	SC	CM	Fc	Pr > Fc
Bloques	3	129.76	43.25	6.57	0.0782 ns
Variedades (V)	1	2317.10	2317.10	351.81	0.0003 **
Error (a)	3	19.76	6.59		
Nitrógeno (N)	3	3324.18	1108.06	72.83	<0.0001 **
Inter (V x N)	3	116.22	38.74	2.55	0.0883 ns
Error (b)	18	273.86	15.21		
Total	31	6180.87			

C.V. = 1.97 %

La tabla 3.3 del ANVA de la altura de planta a la mazorca, indica alta significación estadística en los efectos principales de variedades y niveles de fertilización nitrogenada. Los valores de la diferencia se observarán en la prueba de contraste de Tukey. El coeficiente de variación (1.97 %) mostrada es una medida de buena precisión.

Figura 3.2

Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura a la mazorca en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm



La figura 3.2 de la prueba de Tukey muestra diferencia estadística para la altura a la mazorca, donde la variedad Local tiene una mayor altura a la mazorca con un valor de 206.08 cm superando estadísticamente al híbrido PAC777 que tiene un promedio de 189.06 cm en lo referente a los niveles de fertilización nitrogenada 200 kg ha⁻¹ es el que tiene el mayor valor con un promedio de 210.19 cm superando estadísticamente a los demás niveles.

Chacma et al. (2022), buscó evaluar el impacto de las habilidades combinatorias generales y particulares en nueve líneas de maíz endocriadas del CIMMYT, se consideraron la altura de la planta, la altura a la mazorca, la producción de grano y los días de floración masculina. Los resultados muestran que el híbrido PAC777 alcanza una altitud menor que la variedad local en cuanto a altura a la mazorca, variable importante para la cosecha, con valores cercanos a los obtenidos en el experimento actual (178,7 a 65,7 cm). Adicionalmente, podemos decir que la variedad híbrida tiene una altura más consistente que la variedad local. Las temperaturas locales más altas, que oscilan entre 25 y 24 grados Centígrados, son responsables del aumento de altura del PACC777 híbrido.

3.2.3. Longitud de mazorca

Tabla 3.4

Análisis de variancia de la longitud de mazorca en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm

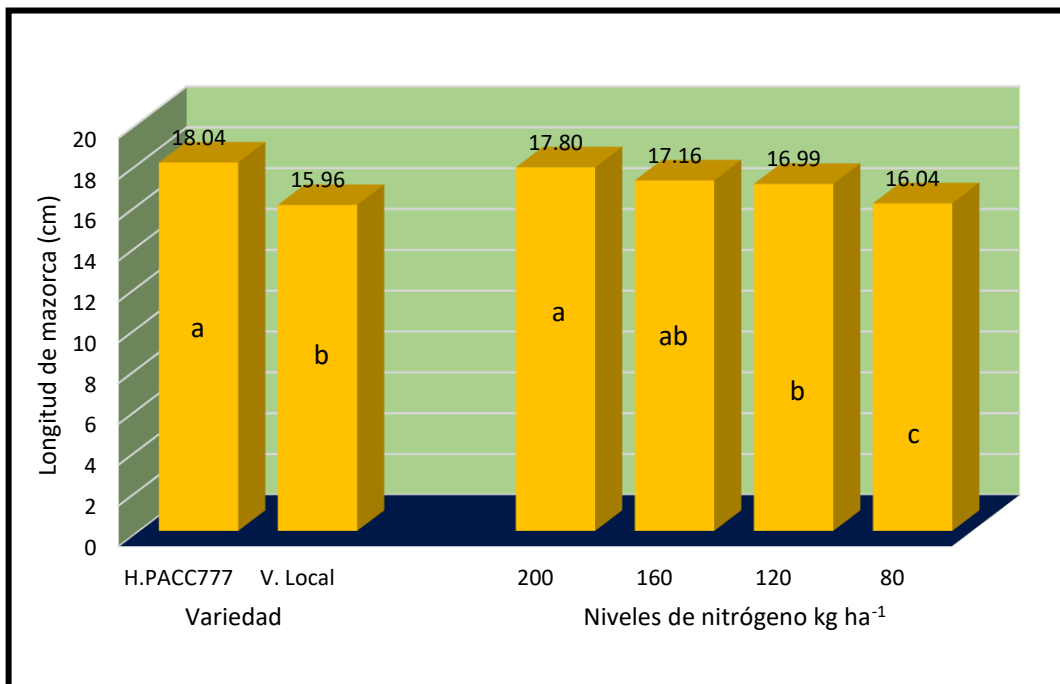
F. Variación	G. L	SC	CM	Fc	Pr > Fc
Bloques	3	0.27	0.09	0.44	0.7408 ns
Variedades (V)	1	34.65	34.65	172.28	0.0010 **
Error (a)	3	0.60	0.20		
Nitrógeno (N)	3	12.74	4.25	13.76	0.0001 **
Inter (V x N)	3	0.89	0.30	0.96	0.4346 ns
Error (b)	18	5.56	0.31		
Total	31	54.71			

C.V. = 3.27 %

Los principales impactos de los tipos y niveles de fertilización nitrogenada son bastante significativos, según la tabla 3.4 de ANVA de la longitud de la mazorca. En la prueba de contraste de Tukey, se mostrarán los valores que varían. El coeficiente de variación (3,27%) muestra un alto nivel de precisión.

Figura 3.3

Prueba de Tukey de los efectos principales de la longitud de mazorca en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm



La figura 3.3 de la prueba de Tukey se observa diferencia estadística para la longitud de mazorca a favor del híbrido PACC777 que tiene un promedio de 18.04 cm en lo referente a los niveles de fertilización nitrogenada 200 y 160 de kg ha⁻¹ son los que tienen los mayores valores con 17.80 y 17.16 cm sin diferencia estadística entre ellos.

Lucho (2023) la mayor longitud de mazorca, midiendo 15,92 cm en promedio, se logró mediante el tratamiento F1 en la localidad de Trujillo durante la evaluación de híbridos de maíz amarillo duro fertilizados con la fórmula NPK 270-120-190 y fertilización con nitrógeno fraccionado. El segundo fraccionamiento, F2, tuvo una longitud promedio de mazorca más corta de 17,6 cm, y su siembra fue del 50% seguida del 50% en V7 y del 30% en V12. Este hallazgo es consistente con hallazgos previos utilizando el PAC777 híbrido. El proceso de selección del criador da como resultados híbridos con orejas más grandes en comparación con la genética criolla.

3.2.4. *Diámetro de mazorca*

Tabla 3.5

Análisis de variancia del diámetro de mazorca en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiway La Mar 980 msnm

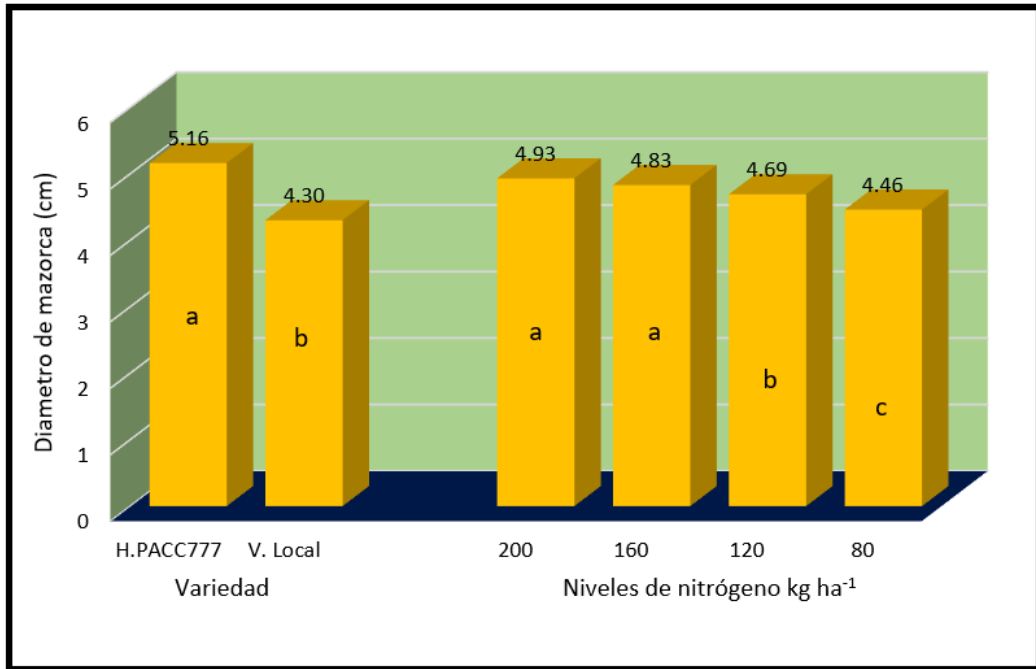
F. Variación	G. L	SC	CM	Fc	Pr > Fc
Bloques	3	0.02	0.01	0.82	0.5613 ns
Variedades (V)	1	5.87	5.87	6.18.76	0.0001 **
Error (a)	3	0.03	0.01		
Nitrógeno (N)	3	0.91	0.30	14.75	<0.0001 **
Inter (V x N)	3	0.15	0.05	2.36	0.1053 ns
Error (b)	18	0.37	0.02		
Total	31	7.34			

C.V. = 3.03 %

La variable central de rendimiento, diámetro de mazorca, se muestra en la Tabla 3.5 de la ANVA; las variables primarias, variedad y niveles de fertilización nitrogenada, muestran toda una fuerte significación estadística. Con un valor del 3,03%, el coeficiente de variación es bastante preciso.

Figura 3.4

Prueba de Tukey de los efectos principales del diámetro de mazorca en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm



La figura 3.4 de la prueba de contraste de Tukey del diámetro de mazorca se observa diferencia estadística entre variedades, donde el híbrido ATLAS 777 muestra un mayor valor con 5.16 cm superando a la variedad Local. En lo referente a los niveles de fertilización nitrogenada con 200 y 160 kg ha⁻¹ de nitrógeno se alcanza el mayor diámetro con valores promedios de 4.93 y 4.83 cm sin diferencia estadística entre ellos.

El INIA (2020) menciona las características morfológicas del híbrido simple, INIA-605 Perú: tiene un grano de color anaranjado, semi dentado, de 10.42 mm de longitud, 11.91 mm de ancho, 4.16 mm de espesor, con una longitud de mazorca de 17.36 cm y un diámetro de mazorca en la parte media de 4.77 cm. No plantea problemas con la colocación de las plantas. El crecimiento de los cultivos abarca un amplio espectro de adaptaciones, incluidos los entornos costeros, de sierra media y selváticos. El PACC777 híbrido no solo exhibe una sorprendente homogeneidad a este respecto, sino que los resultados de la investigación actual también lo diferencian de la variación local.

3.2.5. Número de hileras por mazorca

Tabla 3.6

Análisis de variancia del número de hileras por mazorca en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm

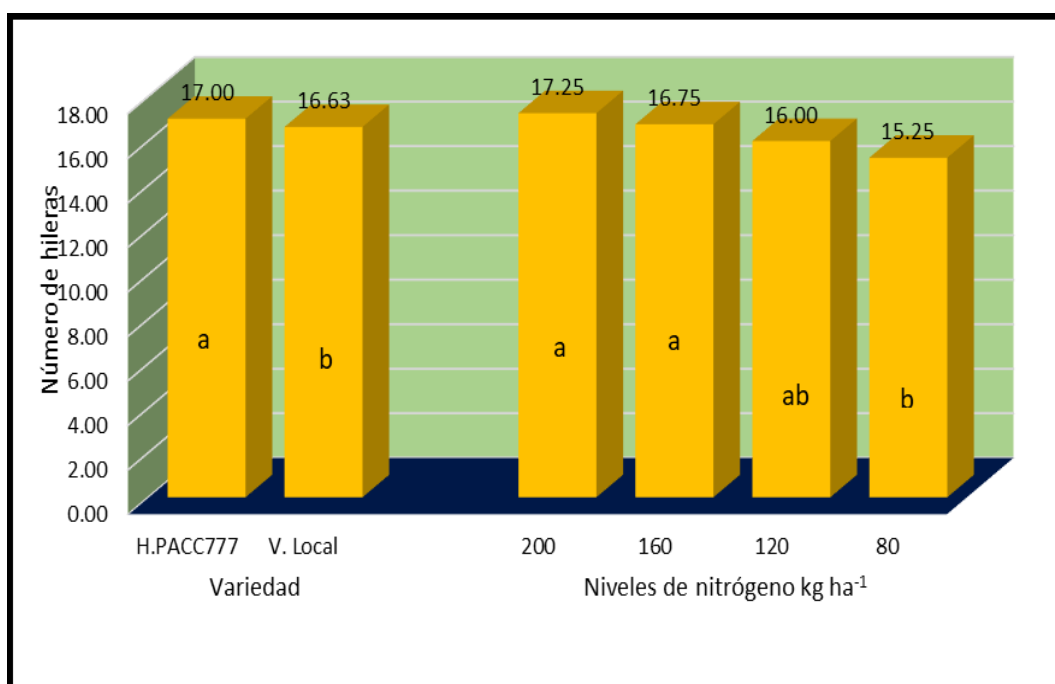
F. Variación	G. L	SC	CM	Fc	Pr > Fc
Bloques	3	4.38	1.46	11.67	0.0368 *
Variedades (V)	1	15.13	15.13	121.00	0.0016 **
Error (a)	3	0.38	0.13		
Nitrógeno (N)	3	18.38	6.13	6.78	0.0030 **
Inter (V x N)	3	2.38	0.79	0.88	0.4715 ns
Error (b)	18	16.25	0.90		
Total	31	56.88			

C.V. = 5.82 %

Una variable relacionada con el rendimiento es el número de filas cob. La Tabla 3.6 muestra que los determinantes primarios de la variedad y los niveles de fertilizantes nitrogenados son estadísticamente muy significativos. Un valor exacto es el coeficiente de variación.

Figura 3.5

Prueba de Tukey de los efectos principales del número de hileras por mazorca en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm



La figura 3.5 muestra la prueba Tukey del número de hileras por mazorca en los efectos principales. El híbrido PAC777 muestra un valor promedio de 17 hileras, superando estadísticamente a la variedad Local que alcanza un valor promedio de 16.63. En lo referente a los niveles de fertilización nitrogenada con 200 y 160 kg ha⁻¹ de nitrógeno se alcanza el mayor número de hileras con valores promedios de 17.25 y 16.75 sin diferencia estadística entre ellos.

Lucho (2023) un estudio realizado en el área de Trujillo examinó híbridos de maíz amarillo duro fertilizados con 270-120-190 NPK y nitrógeno fraccionado. Los resultados mostraron que el tratamiento F1, que involucró 50% de siembra y 50% en V12, tuvo un promedio de 17.97 hileras por mazorca, mientras que el tratamiento F2, que involucró 20% de siembra y 50% en V7 y 30% en V12, produjo 17.63 hileras por mazorca. Con un promedio de 18,15 hileras por mazorca, DK 7088 fue el híbrido que logró el máximo número de hileras, seguido de DK 399 con 17,55 hileras y DK 7508 con 17,7 hileras.

3.2.6. *Peso de 1000 semillas*

Tabla 3.7

Análisis de variancia del peso de 1000 semillas en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiway La Mar 980 msnm

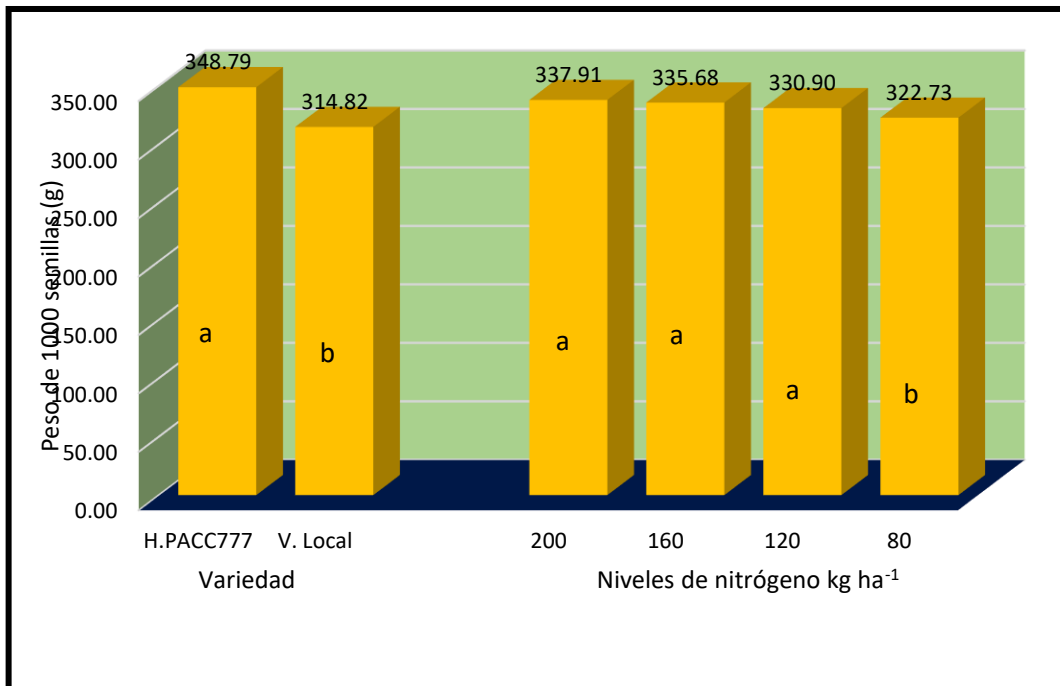
F. Variación	G. L	SC	CM	Fc	Pr > Fc
Bloques	3	17.27	5.76	0.15	0.9247 ns
Variedades (V)	1	9231.01	9231.01	236.84	0.0006 **
Error (a)	3	116.93	38.98		
Nitrógeno (N)	3	1084.35	361.45	17.85	<0.0001 **
Inter (V x N)	3	61.47	20.49	1.01	0.4105 ns
Error (b)	18	364.50	20.25		
Total	31	10875.53			

C.V. = 1.36 %

La tabla 3.7 muestra el ANVA del peso de 1000 semillas del grano de maíz, donde existe alta significación estadística en los factores principales en las variedades y los niveles de fertilización nitrogenada. El coeficiente de variación tiene una buena precisión de la variable en estudio proporcionándonos buena confianza en la variable en estudio.

Figura 3.6

Prueba de Tukey de los efectos principales del peso de 1000 semillas en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm



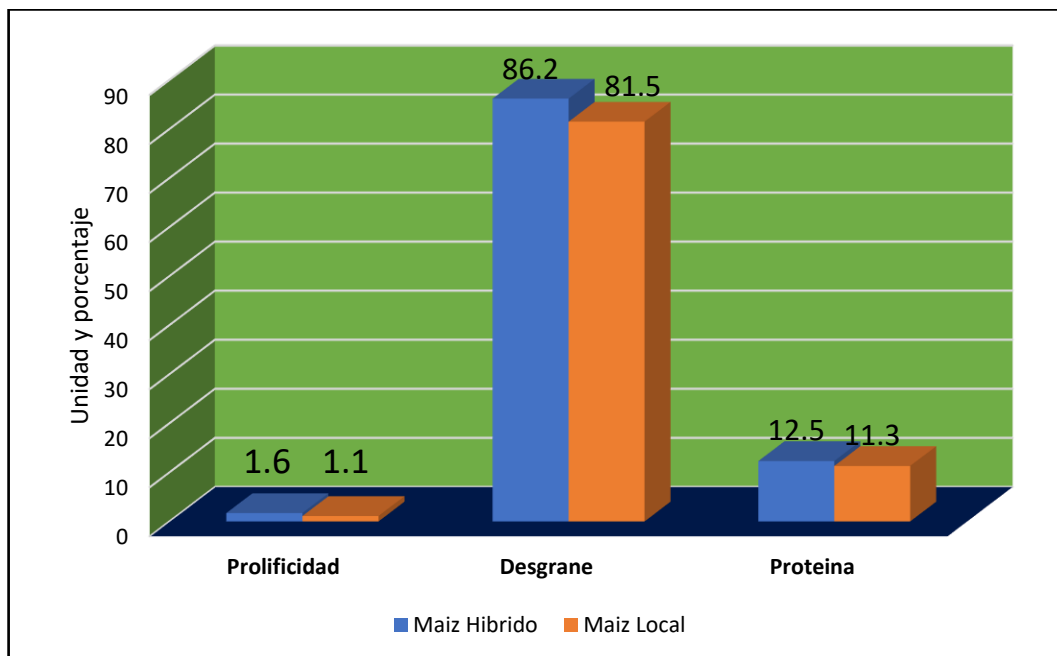
La figura 3.6 de la prueba de Tukey de los efectos principales del peso de 1000 semillas, se observa a la variedad ATLAS 777 como la de mayor peso con un valor 348.79 g, en lo referido a los niveles de nitrógeno es 200 y 160 kg ha⁻¹ sin diferencia estadística en promedio son los de mayor peso con valores de 337.91 y 335.68 g respectivamente. Resultado que indica respuesta al incremento de los niveles de nitrógeno en la variable en estudio. El peso de 1000 semillas indica también el llenado del grano, estos al no presentar una estructura completa son las semillas llamadas “chupados” y muestran un menor peso.

Herrera & Peña (2020) al evaluar el peso de 1000 semillas en 20 híbridos comerciales en la localidad de Chancay – Lambayeque utilizando el método manual muestran, un rango, desde 358.68 a 276.96 g con un promedio 321.78 g mostrando al híbrido XB-8030 con el de mayor peso. Estos valores mostrados son parecidos al presente experimento sobre todo con el promedio obtenido de los híbridos. En consecuencia, el híbrido y la variedad local son maíces de grano comercial.

3.2.7. Medidas descriptivas de la calidad del maíz amarillo duro

Figura 3.7

Medidas descriptivas de las variables de calidad como: índice de prolificidad, índice de desgrane (%) y proteína (%) de maíz híbrido y semilla local. Anchiuay La Mar 980 msnm



La figura 3.7 muestra las medidas descriptivas de las observaciones de calidad donde se observa diferencia en la prolificidad, el porcentaje de desgrane y contenido de proteína en porcentaje. En estas variables la variedad híbrida muestra superioridad frente al cultivar local, estos resultados son producto de los resultados del avance en el mejoramiento genético.

Bjarnason y Vasal (1992), citado por **(Janick, 1992)** reporta un 9.0 % de proteína promedio en poblaciones de maíz de libre polinización, en comparación del 38.0 % de proteína de la soya. Por otra parte. **Obando et al (2022)** el híbrido con mayor contenido proteico en el Valle de Santa Catalina, Perú, fue ADVANTA ADV 9313, que tenía un 13,27% de proteína, y SOMMA, que tenía un 15,51% de proteína. Ambos híbridos son de procedencia ecuatoriana. No solo eso, sino que el híbrido SOMMA ocupó el segundo lugar tanto por la altura de la planta como por la cantidad de híbridos que florecieron antes de lo esperado. De los siete híbridos probados en Perú, un promedio del 12,5% mostró signos de proteína. Entonces, los números en la Figura 3.7 son los que los autores usaron como ejemplos.

MINAGRI (2021) menciona a los híbridos como cultivos que tienen mayor contenido de lisina y triptófano de esta manera poseen alto contenido de proteína superando al de los maíces de endosperma normal. Además, tienen un mayor índice de prolificidad llegando a 1.7 y porcentaje de desgrane al 86 %.

La alta productividad del híbrido y su mayor calidad nutricional contribuirá a aumentar la producción en la localidad del VRAE del maíz amarillo duro, se incrementará el uso del maíz en la alimentación de personas y animales de recría de este modo, mejorará la calidad nutricional del poblador y el mayor incremento de peso de los animales.

3.2.8 Rendimiento de grano

Tabla 3.8

Análisis de variancia y sus efectos simples del rendimiento de grano al 14 % de humedad en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm

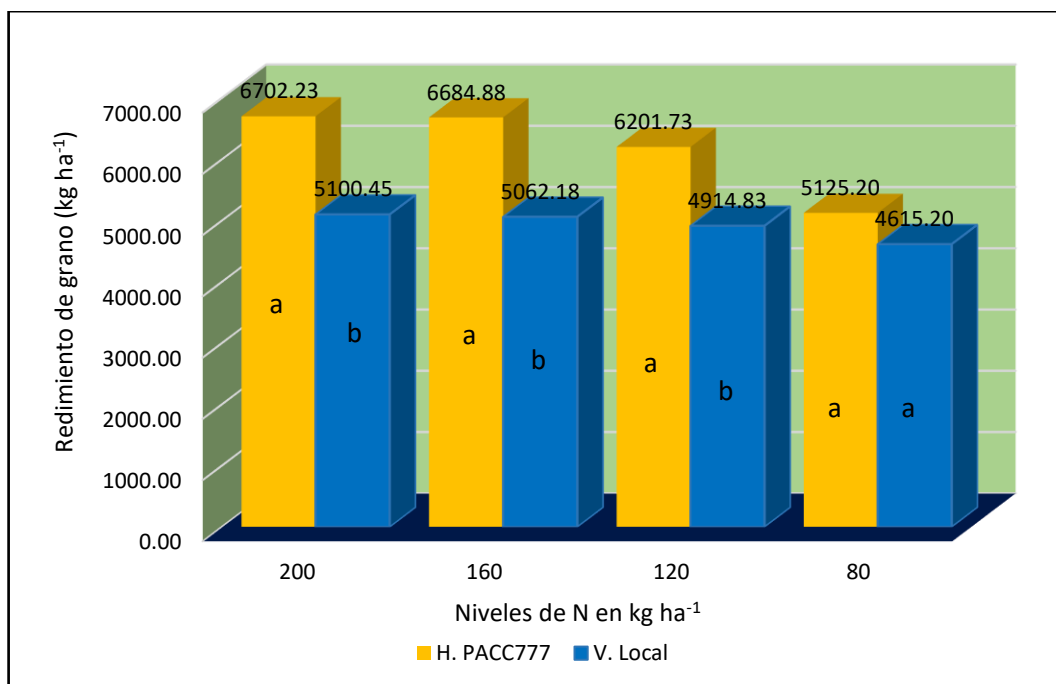
F. Variación	G. L	SC	CM	Fc	Pr > Fc
Bloques	3	451255.91	150418.64	0.85	0.5502 ns
Variedades (V)	1	12607105.45	126071015.5	715.52	<0.0001 **
Error (a)	3	528585.71	176195.24		
Nitrógeno (N)	3	5522401.56	1840800.52	1.64085908	<0.0001**
Variedad en 80 N	1	520200.00	520200.00	7.11048466	0.0157 *
Variedad en 120 N	1	3312223.22	3312223.22	45.2739569	<0.0001 **
Variedad en 160 N	1	5266310.58	5266310.58	71.9838919	<0.0001 **
Variedad en 200 N	1	5131366.30	5131366.30	70.1393721	<0.0001 **
N en Local	3	582668.22	194222.74	1.32739112	0.2965 ns
Lineal	1	513985.92	513985.92	7.02554594	0.0162 *
Cuadrática	1	68309.05	68309.05	0.93369945	0.3467 ns
CUBICA	1	373.25	373.25	0.00255093	0.9603 ns
N en Atlas 777	3	6562735.23	2187578.41	29.9014662	<0.0001 **
Lineal	1	5437628.47	5437628.47	74.3255936	<0.0001 **
Cuadrática	1	1121851.68	1121851.68	15.3343121	0.0010 **
Cubica	1	3255.08	3255.08	0.04449283	0.8353 ns
Inter (V x N)	3	1622996.66	540998.8867	7.39477914	0.0019 **
Error (b)	18	1316872.32	73159.57333		
Total	31	22049215.61			

C.V. = 4.87 %

El rendimiento de grano es uno de los factores que muestra una fuerte significación estadística en la Tabla 3.8 del ANVA. Otro resultado que permite analizar efectos simples es la interacción de variedades por niveles de fertilización nitrogenada; esto demuestra que existen diferencias estadísticas en las variedades en cada nivel de fertilización nitrogenada. Existe una fuerte significación estadística en las funciones lineal y cuadrática al observar los niveles de fertilización con nitrógeno en la variedad Atlas 777, y existe una significación estadística en la función lineal al investigar los niveles de nitrógeno en la variedad local. Por último, el alto valor del coeficiente de variación del experimento demuestra una excelente precisión.

Figura 3.8

Prueba de Tukey de los efectos simple del rendimiento de grano de las variedades en cada nivel de fertilización nitrogenada. Anchiway La Mar 980 msnm



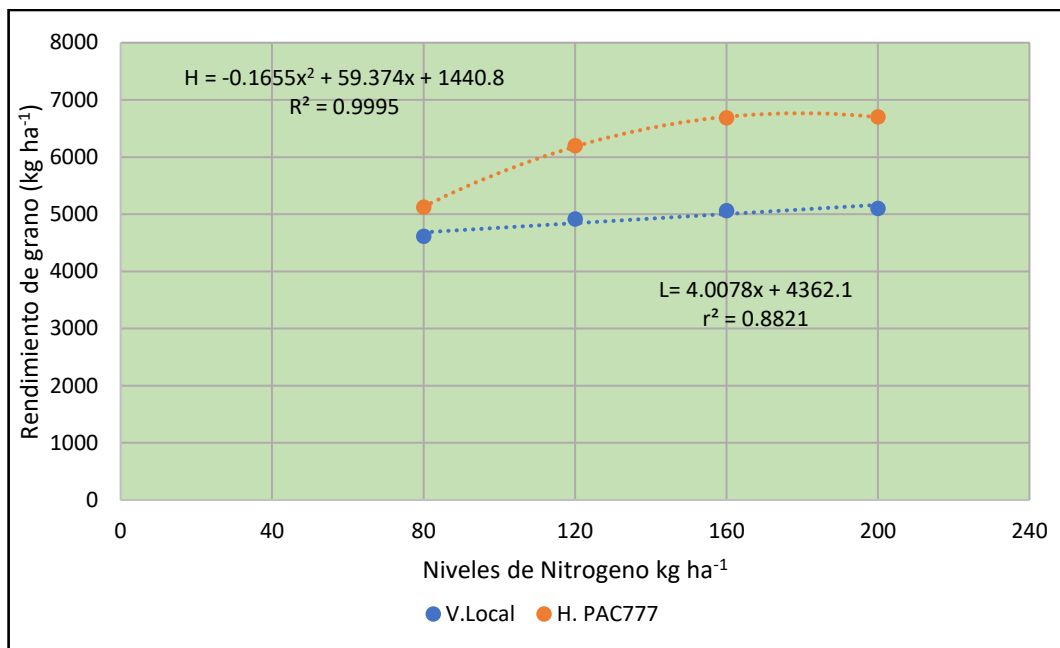
La figura 3.8 de la prueba de Tukey muestra los efectos simples del rendimiento de grano, se puede observar en general una mayor respuesta en el híbrido ATLAS 777 en cualquier nivel de nitrógeno. Se puede observar que al nivel de 200 kg ha⁻¹ de nitrógeno el híbrido alcanza un rendimiento de grano de 6702.23 kg ha⁻¹ superando a la variedad Local que llega a un rendimiento de 530.45 kg ha⁻¹. Los resultados indica la respuesta de los niveles altos del híbrido.

Chura et al. (2019) en la Universidad Nacional de La Molina se propusieron determinar cómo diversos factores, como la dosis de nitrógeno (180, 200 y 220 kg ha⁻¹), la densidad de siembra (62.500 y 69.444 plantas ha⁻¹) y el fraccionamiento de nitrógeno (etapas V3 (20%), V7 (40%) y V12 (40%)), afectaron el desempeño agronómico del maíz amarillo duro 'EXP-05'. Bloques completamente aleatorios dispuestos en un factorial de 2x3x2 con cuatro repeticiones conformaron el diseño experimental. Cuando se trataba de las métricas de crecimiento y rendimiento, las interacciones de los factores no importaban. Por el contrario, el rendimiento de grano se vio afectado por la densidad de población y el diámetro del tallo se vio afectado por las dosis de nitrógeno de forma independiente. La producción máxima de grano de 10.639 t ha⁻¹ se logró con 69.444 ha⁻¹ plantas, 200 kg ha⁻¹ de nitrógeno y fraccionamiento al 50% en las etapas V3 y V7. Encontramos que la aplicación de un nivel de nitrógeno del 40% en la siembra y del 60% 60 días antes de la floración masculina produjo la mejor producción de grano en nuestro experimento con la variedad PACC777, a un nivel de 200 kg ha⁻¹. Debido a que el riego se logra principalmente mediante lluvia y fraccionamiento de fertilizantes nitrogenados (dos regímenes), el híbrido PACC777 en el área tiene un rendimiento menor.

El desarrollo de híbridos de maíz fue un momento decisivo en la historia de la producción agrícola, abriendo la puerta al uso generalizado de cultivos genéticamente modificados para alimentos, fibra y combustible. La producción de maíz cultivado en los EE. UU., donde los cultivares de polinización abierta han mantenido el promedio nacional en alrededor de 2.0 t/ha desde 1865. El uso de híbridos simples de maíz significa la concentración en el mercado de híbridos simples, coincidiendo con la creación de líneas parentales más robustas y productivas. La adopción del maíz híbrido fue, por lo tanto, un momento decisivo en la evolución de la agricultura contemporánea de alto rendimiento. Estrategia Moderna de cultivo de alta producción. El uso de cantidades significativas de nitrógeno es el rasgo principal que aumenta el potencial productivo de los híbridos.

Figura 3.9

Regresión del rendimiento de grano de las variedades en función de los niveles crecientes de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm



La figura 3.9 muestra la tendencia cuadrática del rendimiento del maíz grano del híbrido Atlas 777 en función de los niveles crecientes de la fertilización nitrogenada. Al derivar esta función se obtiene el nivel óptimo de 179.37 kg ha⁻¹ de Nitrógeno, el que proporcionará un rendimiento máximo de 6765.98 kg ha⁻¹ de grano. En lo referente a la tendencia lineal de la variedad Local podemos afirmar la poca respuesta a los niveles crecientes de la fertilización nitrogenada.

3.3. Merito económico de los tratamientos

Tabla 3.9

Costo de producción, rendimiento de grano al 14 % de humedad, valor de venta, utilidad bruta y rentabilidad de las dos variedades y los niveles de nitrógeno. C.P. Miraflores La Mar 980 msnm

Variedad	Niveles N kg ha ⁻¹	Costo de (S/) Producción	Rendimiento kg ha ⁻¹	Valor de (3.0 kg) Venta (S/)	Utilidad Bruta (S/)	Rentabilidad %
Atlas 777	80	5888.40	5125.2	15375.6	9487.2	161%
Atlas 777	120	6105.49	6201.7	18605.2	12499.7	205%
Atlas 777	160	6315.17	6684.9	20054.6	13739.5	218%
Atlas 777	200	6533.73	6702.2	20106.7	13573.0	208%
Local	80	5399.65	4615.2	13845.6	8446.0	156%
Local	120	5617.23	4914.8	14744.5	9127.3	162%
Local	160	5829.87	5062.2	15186.5	9356.7	160%
Local	200	6044.98	5100.5	15301.4	9256.4	153%

Observando la tabla 3.9 el híbrido Atlas 777 muestra la mayor rentabilidad proporcionada por el rendimiento superior de grano frente a la variedad Local. También se puede saber que la utilidad bruta se adjudica al híbrido, la mayor rentabilidad se da al híbrido al proporcionar 160 kg ha⁻¹ de nitrógeno tomando un valor de 218 %. En consecuencia, se justifica ampliamente el uso de los híbridos por el alto rendimiento, precocidad, uniformidad en la mazorca, altura de planta y la calidad del grano.

Palomino (2014) durante el trabajo experimental en Pichari (VRAEM), el híbrido INIA611-NUT registró la productividad máxima en 8821.8 kg ha⁻¹. Los tipos Cargill y Marginal, con rendimientos de grano de 7486,3 y 7402,8 kg ha⁻¹, respectivamente, estuvieron en un segundo plano. En los tres casos, la variedad INIA611-NUEZ tuvo la máxima rentabilidad con 258.55%, seguida de Cargill con 204.28% y Marginal con 200.88%. La alta rentabilidad de los híbridos se muestra en estos datos.

CONCLUSIONES

1. En peso de 1000 semillas, se observa a la variedad ATLAS 777 como la de mayor peso con un valor 348.79 g, en lo referido a los niveles de nitrógeno es con los niveles de 200 y 160 kg ha⁻¹ se obtienen valores de 337.91 y 335.68 g. La variedad híbrida ATLAS 777 se muestra con mejor calidad del grano, tiene mayor porcentaje de prolificidad, porcentaje de desgrane y mayor contenido de proteína con valores de 1.6, 86 y 12.3 respectivamente
2. El rendimiento de grano al 14 % de humedad existe una mayor respuesta en el híbrido ATLAS 777 en cualquier nivel de nitrógeno. Se puede observar que al nivel de 200 kg ha⁻¹ de nitrógeno el híbrido alcanza un rendimiento de grano de 6702.23 kg ha⁻¹ superando a la variedad Local que llega a un rendimiento de 5030.45 kg ha⁻¹. Al proporcionar un nivel de 179.37 kg ha⁻¹ de Nitrógeno se obtiene un rendimiento de 6765.97 kg ha⁻¹ de grano. La tendencia lineal de la variedad local muestra la poca respuesta a los niveles crecientes de nitrógeno
3. El mayor mérito económico se alcanza con el Híbrido ATLAS 777 proporcionándole 160 kg ha⁻¹ de nitrógeno, con una rentabilidad de 218 %.

RECOMENDACIONES

- Recomendar a los agricultores del VRAEM la siembra del Híbrido ATLAS 777 con 179.37 kg ha⁻¹ de nitrógeno por la calidad y alto rendimiento de grano.
- Recomendar después de la madurez fisiológica eliminar las hojas la planta de la parte inferior de la mazorca para una madurez de cosecha uniforme.
- Al sembrar un híbrido se debe fertilizar siempre con altos niveles de nitrógeno para obtener buenos rendimientos superiores a las variedades locales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña E. K. (1998) *Evaluación del rendimiento de variedades híbridas, experimentales y comerciales de maíz amarillo duro en el valle de la Higuera Huánuco Perú.*
- Agraria.pe. (2021). *Solo el 30% de la demanda de maíz amarillo duro por parte de Perú es cubierto por la producción nacional.* Agraria.pe Agencia Agraria de Noticias. <https://agraria.pe/noticias/solo-el-30-de-la-demanda-de-maiz-amarillo-duro-por-parte-de--24994>
- Altamirano Silva, M. J., & Barrera Carmona, N. Y. (2019). *Evaluación del plan de fertilización a través del Software Smart Fertilizer versus manejo referencial en el cultivo de maíz (Zea mays L.) en el municipio de El Jicaral departamento de León, periodo de postrera agosto-diciembre 2019* [Thesis]. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/9110>
- Bjarnason, M. and Vasal, S. K. 1992. Breeding of quality protein Maize (QPM). *Plant Breeding Research* , 9: 181 – 216.
- Cavero, C. R. (1986) “Maíz Chicha y religiosidad andina” – Edit. UNSCH. Ayacucho – Perú.
- Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT) (1974). México
- Chacma Azaña, I., Chura Chuquija, J., Chacma Azaña, I., & Chura Chuquija, J. (2022). Combining ability of foreign lines of hard yellow corn (*Zea mays* l.), in La Molina conditions. *Idesia (Arica)*, 40(4), 63-72. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292022000400063>
- Chura, J., Mendoza-Cortez, J., & Cruz, J. de la. (2019). Dosis y fraccionamiento de nitrógeno en dos densidades de siembra del maíz amarillo duro. *Scientia Agropecuaria*, 10(2), 241-248. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.02.09>
- Gaspar, R. (1993) Ensayos de rendimiento en híbridos y variedades tropicales de maíz amarillo duro en el valle de Huancayo. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo.
- GRUPO, D. (2022, mayo 13). IMPORTANCIA DEL NITRÓGENO EN EL CULTIVO DEL MAÍZ. *DFGRUPO*. <https://www.dfgrupo.com/importancia-del-nitrogeno-en-el-cultivo-del-maiz/>
- Herrera Vera, O. E., & Peña Enríquez, M. (2020). *Evaluación de 20 híbridos comerciales de maíz amarillo duro (Zea mays L.) en rendimiento de grano, bajo condiciones*

- de la parte baja del valle Chancay—Lambayeque 2015.*
<http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8332>
- Hidalgo Meléndez, E. (2013). *Manejo técnico del cultivo de maíz amarillo duro en la región San Martín.* <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/149>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (2022) a través del informe técnico Perú: Panorama Económico Departamental.
- Janick, J. (1992). *Plant Breeding Reviews, Volume 9.* John Wiley & Sons.
- Lucho Mariños, B. L. (2023). *Efecto de dos formas de fraccionamiento del nitrógeno en el rendimiento de grano de tres híbridos de maíz amarillo duro (Zea mays L.).* Universidad Privada Antenor Orrego. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/2864256>
- Llanos Company, M. (1984). *El maíz: Su cultivo y aprovechamiento.* Mundi-Prensa.
- Manrique Chávez, A. (1997). *El maíz en el Perú.* CONCYTEC.
- Manrique Chávez, A. (1999). *Instituto Nacional de Investigación Agraria Dirección general de investigación Agraria Dirección General de Transferencia de Tecnología.* 21. <https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/dc6e709b-bb55-46f9-9ce3-34bb875aa8fb/content>
- Mariños, L. & Leonor, B. (2022). Efecto de dos formas de fraccionamiento del nitrógeno en el rendimiento de grano de tres híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.). Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Agrónoma. Universidad Autónoma Privada Antonio Orrego.
- MINAGRI. (2021). *Observatorio de las siembras y perspectivas de la producción de maíz amarillo duro.* Ministerio de desarrollo agrario y riego. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2173757/Observatorio-Maiz-AD-ago21.pdf.pdf>
- Muñoz Navarrete, L., Cedeño-García, G., García, G. C., & Cedeño, B. A. (2022). Rendimiento, rentabilidad y eficiencia agronómica de nitrógeno en maíz de secano con fertilización foliar complementaria de Zn y Mo. *Manglar*, 19(3), 239-246. <https://doi.org/10.17268/manglar.2022.030>
- Obando, Marlon, Alvarado, Arturo, Hasang, Edwin, Farah, Simón, & Palacios, Christian. (2022). Rendimiento y contenido proteico de siete híbridos de maíz (*Zea mays* L.) ecuatoriano cultivado en el valle de Santa Catalina, Perú. *Manglar*, 19(3), 227-232. Epub 28 de octubre de 2022. <https://doi.org/10.17268/manglar.2022.028>

- Palomino Quispe, A. S. (2014). *Rendimiento de seis variedades de maíz amarillo duro (Zea mays L. Indurata St). Pichari, Cusco 480 msnm.*
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2071>
- Yara. (2019, febrero 27). *Resumen nutricional del maíz | Yara México.* Yara.
<https://www.yara.com.mx/nutricion-vegetal/maiz/resumen-nutricional/>

ANEXOS

Anexo 1. Costo de producción maíz duro híbrido Atlas 777 con 80-100-100 NPK

RUBROS	Unidad	Cantidad (ha)	Precio unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
I - COSTOS DIRECTOS				5,120.35
INSUMOS				1,800.35
Semillas				500.00
Semillas	kg	25	20.00	500.00
Fertilizantes				1,176.35
Urea	kg	89	2.15	191.35
Fosfato Diamónico	kg	217	3.00	651.00
Cloruro de Potasio	kg	167	2.00	334.00
Plaguicidas				124.00
Orthene 75 PS	kg	0.2	130.00	26.00
Tamarón	Lt.	1	38.00	38.00
Buldock	Lt.	0.5	120.00	60.00
MANO DE OBRA	Jornal	56		2,800.00
Preparación de terreno				200.00
Junta y Quema	Jornal	1	50.00	50.00
Limpieza de acequias	Jornal	2	50.00	100.00
Reparación de Bordos	Jornal	1	50.00	50.00
Siembra				200.00
Siembra	Jornal	3	50.00	150.00
Resiembra	Jornal	1	50.00	50.00
Riegos				200.00
Tomeo durante el cultivo	Jornal	4	50.00	200.00
Labores culturales				800.00
Deshierbos	Jornal	10	50.00	500.00
Aplicación de Abonos	Jornal	3	50.00	150.00
Aplicación de Pesticidas	Jornal	3	50.00	150.00
Cosecha				1,400.00
Corte	Jornal	6	50.00	300.00
Deshoje	Jornal	12	50.00	600.00
Selección	Jornal	4	50.00	200.00
Ensayado y Carguío	Jornal	6	50.00	300.00
MECANIZACION				420.00
Prep. Terreno				420.00
Aradura	hr. - maq.	4	60.00	240.00
Pasada de Rastra y Nivelado	hr. - maq.	2	60.00	120.00
Surqueo	hr. - maq.	1	60.00	60.00
OTROS GASTOS				100.00
Transporte	Flete (almacen)	2.00	50.00	100.00
II - COSTOS INDIRECTOS				768.05
Asistencia técnica (10 %)	%			512.04
Costos administrativos (3 %)	%			153.61
Imprevistos (2 %)	ha.			102.41
Costo total por hectárea (nuevos soles)				5,888.40

Anexo 2. Costo de producción maíz duro variedad Local con 80-100-100 NPK

RUBROS	Unidad Medida	Cantidad (ha)	Precio (und) S/.	Costo total (ha) S/.
I - COSTOS DIRECTOS				4,695.35
INSUMOS				1,375.35
Semillas				75.00
Semillas	kg	25	3.00	75.00
Fertilizantes				1,176.35
Urea	kg	89	2.15	191.35
Fosfato Diamónico	kg	217	3.00	651.00
Cloruro de Potasio	kg	167	2.00	334.00
Plaguicidas				124.00
Orthene 75 PS	kg	0.2	130.00	26.00
Tamarón	Lt.	1	38.00	38.00
Buldock	Lt.	0.5	120.00	60.00
MANO DE OBRA	Jornal	56		2,800.00
Preparación de terreno				200.00
Junta y Quema	Jornal	1	50.00	50.00
Limpieza de acequias	Jornal	2	50.00	100.00
Reparación de Bordos	Jornal	1	50.00	50.00
Siembra				200.00
Siembra	Jornal	3	50.00	150.00
Resiembra	Jornal	1	50.00	50.00
Riegos				200.00
Tomeo durante el cultivo	Jornal	4	50.00	200.00
Labores culturales				800.00
Deshierbos	Jornal	10	50.00	500.00
Aplicación de Abonos	Jornal	3	50.00	150.00
Aplicación de Pesticidas	Jornal	3	50.00	150.00
Cosecha				1,400.00
Corte	Jornal	6	50.00	300.00
Deshoje	Jornal	12	50.00	600.00
Selección	Jornal	4	50.00	200.00
Ensayado y Carguío	Jornal	6	50.00	300.00
MECANIZACION				420.00
Prep. Terreno				420.00
Aradura	hr. - maq.	4	60.00	240.00
Pasada de Rastra y Nivelado	hr. - maq.	2	60.00	120.00
Surqueo	hr. - maq.	1	60.00	60.00
OTROS GASTOS				100.00
Transporte	Flete (almacen)	2.00	50.00	100.00
II - COSTOS INDIRECTOS				704.30
Asistencia técnica (10 %)	%			469.54
Costos administrativos (3 %)	%			140.86
Imprevistos (2 %)	Ha.			93.91
Costo total por hectárea (Nuevos soles)				5,399.65

Anexo 3. Costo de producción de los tratamientos en el híbrido Atlas 777 y la variedad Local en los demás niveles de nitrógeno se muestra a continuación

Hibrido Atlas 777 tratamiento: 120-100-100 NPK	S/ 6105.49
Hibrido Atlas 777 tratamiento: 160-100-100 NPK	S/ 6315.17
Hibrido Atlas 777 tratamiento: 200-100-100 NPK	S/ 6533.73
Variedad Local tratamiento: 120-100-100 NPK	S/ 5617.65
Variedad Local tratamiento: 160-100-100 NPK	S/ 5829.87
Variedad Local tratamiento: 200-100-100 NPK	S/ 6044.98

Anexo 4. Altura de planta en las dos variedades de maíz y diferentes niveles de nitrógeno. C.P. Miraflores La Mar 980 msnm

Variedad	Variedad Local				Híbrido PAC777				
	N	80	120	160	200	80	120	160	200
I		288.7	298.7	312.6	315.6	265.8	288.6	279.6	287.6
II		298.7	289.6	315.6	325.6	268.7	271.6	298.6	298.6
III		286.8	305.6	320.5	319.3	269.5	274.6	278.9	287.8
IV		288.6	309.6	315.8	323.6	264.6	268.6	295.8	285.4
Promedio		290.7	300.9	316.1	321.0	267.2	275.9	288.2	289.9

Anexo 5. Altura de planta a la mazorca en las dos variedades de maíz y diferentes niveles de nitrógeno. C.P. Miraflores La Mar 980 msnm

Variedad	Variedad Local				Híbrido PAC777				
	N	80	140	160	200	80	120	160	200
1		185.6	196.6	215.6	216.9	175.8	179.6	185.6	203.5
2		195.6	197.8	214.6	215.8	176.5	182.6	189.6	198.7
3		198.6	194.8	213.6	218.6	178.6	190.3	195.6	202.1
4		187.6	205.6	219.6	220.3	174.6	187.6	198.6	205.6
Promedio		191.9	198.7	215.9	217.9	176.4	185.0	192.4	202.5

Anexo 6. Longitud de mazorca en las dos variedades de maíz y diferentes niveles de nitrógeno. C.P. Miraflores La Mar 980 msnm

Variedad	Variedad Local				Híbrido PAC777			
	N	80	140	160	200	80	120	160
1	14.2	15.6	16.6	16.3	17.2	18.5	18.3	18.6
2	14.6	15.8	15.3	17.8	16.8	18.6	18.2	18.7
3	15.6	15.9	16.8	16.6	17.6	17.6	17.6	19.5
4	14.7	16.2	16.7	16.6	17.6	17.7	17.8	18.3
Promedio	14.8	15.9	16.4	16.8	17.3	18.1	18.0	18.8

Anexo 7. Diámetro de mazorca en las dos variedades de maíz y diferentes niveles de nitrógeno. C.P. Miraflores La Mar 980 msnm

Variedad	Variedad Local				Híbrido PAC777			
	N	80	140	160	200	80	120	160
1	4.3	4.3	4.4	4.5	4.9	5.2	5.3	5.2
2	4.2	4.2	4.2	4.5	4.9	5.2	5.4	5.3
3	4.1	4.4	4.3	4.3	4.8	5.1	5.2	5.6
4	4.0	4.2	4.5	4.4	4.6	4.9	5.3	5.6
Promedio	4.2	4.3	4.4	4.4	4.8	5.1	5.3	5.4

Anexo 8. Número de hileras por mazorca en las dos variedades de maíz y diferentes niveles de nitrógeno. C.P. Miraflores La Mar 980 msnm

Variedad	Variedad Local				Híbrido PAC777			
	N	80	140	160	200	80	120	160
1	14	16	16	18	16	16	18	18
2	16	14	16	16	16	16	18	18
3	14	14	16	16	14	18	16	18
4	16	16	16	16	16	18	18	18
Promedio	15.0	15.0	16.0	16.5	15.5	17.0	17.5	18.0

Anexo 9. *Peso de 1000 semillas en las dos variedades de maíz y diferentes niveles de nitrógeno. C.P. Miraflores La Mar 980 msnm*

Variedad	Variedad Local				Híbrido PAC777			
	N	80	140	160	200	80	120	160
1	299.8	308.9	321.2	325.6	345.6	348.6	355.8	357.6
2	298.8	320.1	322.5	321.8	340.6	347.3	344.8	355.6
3	310.6	312.6	323.8	322.6	338.9	352.6	345.9	348.9
4	305.9	311.5	312.8	318.6	341.6	345.6	358.6	352.6
Promedio	303.8	313.3	320.1	322.2	341.7	348.5	351.3	353.7

Anexo 10. *Rendimiento de grano al 14 % de humedad en las dos variedades de maíz y diferentes niveles de nitrógeno. C.P. Miraflores La Mar 980 msnm*

Variedad	Variedad Local				Híbrido PAC777			
	N	80	120	160	200	80	120	160
I	4568.6	4875.6	4987.6	5264.5	4897.6	5678.8	6458.9	6458.9
II	4678.8	4568.8	5056.6	5468.8	4879.8	6425.4	6475.9	6236.8
III	4856.6	4758.6	5125.6	4878.9	5477.8	6245.8	7045.8	7125.6
IV	4356.8	5456.3	5078.9	4789.6	5245.6	6456.9	6758.9	6987.6
Promedio	4615.2	4914.8	5062.2	5100.5	5125.2	6201.7	6684.9	6702.2

Anexo 11. Panel fotográfico



Foto 1. Medidas para la siembra de maíz 3 semillas por golpe. C.P. Miraflores La Mar 980 msnm



Foto 2. Siembra de maíz 3 semillas por golpe. C.P. Miraflores La Mar 980 msnm



Foto 3. Emergencia de las plántulas maíz 15 dds. *C.P. Miraflores La Mar 980 msnm*



Foto 4. Inicio de formación de macollo 30 dds. *C.P. Miraflores La Mar 980 msnm*



Foto 5. Aplicación de insecticida granular al macollaje 40 dds. *C.P. Miraflores La Mar 980 msnm*



Foto 6. Aplicación de insecticida granular al macollaje 40 dds. *C.P. Miraflores La Mar 980 msnm*



Foto 7. Aplicación de insecticida líquida foliar 50 dds. *C.P. Miraflores La Mar 980 msnm*



Foto 8. Preparación líquida contra insectos foliares al macollaje 50 dds. *C.P. Miraflores La Mar 980 msnm*



Foto 9. Contar el número de hojas y la sanidad de la hoja bandera. *CC.P. Miraflores La Mar 980 msnm*



Foto 10. Altura de planta del híbrido Atlas 777 a madurez fisiológica. *C.P. Miraflores La Mar 980 msnm*



Foto 10. Cosecha y la medida de longitud de mazorca del híbrido Atlas 777. C.P. Miraflores La Mar 980 msnm



Foto 11. Cosecha y la medida de longitud de mazorca del híbrido Atlas 777. C.P. Miraflores La Mar 980 msnm



Foto 12. Peso de mazorca a la cosecha hibrido Atlas 777. C.P. Miraflores La Mar 980 msnm



Foto 13. Peso de mazorca a la cosecha hibrido Atlas 777. C.P. Miraflores La Mar 980 msnm



Foto 14. Cosecha del híbrido híbrido Atlas 777. C.P. Miraflores La Mar 980 msnm



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. JUAN CARLOS YARANGA ESCALANTE
R.D. N° 138-2025-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los dieciocho días del mes de julio 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 el Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa, Ing. Eduardo Robles García como asesor y Mtro. Rodolfo Alca Mendoza; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Niveles de Nitrógeno en el rendimiento y calidad de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), Anchiuay, La Mar-Ayacucho 980 msnm**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroforestal, presentado por el Bachiller **JUAN CARLOS YARANGA ESCALANTE**.

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 deliberacion 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	13	12	14	13
Ing. Eduardo Robles García	15	14	15	15
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza	14	14	14	14
PROMEDIO GENERAL				14

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. Rodolfo Alca Mendoza
Jurado


.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por R.D. N° 226-2025-UNSCH-FCA-D, de fecha 19 de agosto de 2025; hace constar que el trabajo titulado;

Niveles de Nitrógeno en el rendimiento y calidad de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), Anchiuay, La Mar-Ayacucho 980 msnm

Autor : Juan Carlos Yaranga Escalante

Asesor : Eduardo Robles García

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de Tesis, aprobado mediante la RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de dieciocho por ciento (**18 %**) 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: 2732934701

Ayacucho, 21 de agosto de 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias

Ing. Edgar Tenorio Mancilla
Coordinador de Control de originalidad de
trabajo de investigación y tesis - FCA

Niveles de Nitrógeno en el
rendimiento y calidad de maíz
amarillo duro (*Zea mays* L.),
Anchihuay, La Mar-Ayacucho
980 msnm

por Juan Carlos YARANGA ESCALANTE

Fecha de entrega: 21-ago-2025 10:53a. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2732934701

Nombre del archivo: TESIS_JUAN_CARLOS_YARANGA_ESCALANTE_EPIAF_1_.pdf (4.58M)

Total de palabras: 15596

Total de caracteres: 79037

Niveles de Nitrógeno en el rendimiento y calidad de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Anchohuay, La Mar-Ayacucho 980 msnm

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

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	www.inia.gob.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	www.scielo.org.mx Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1%
7	1library.co Fuente de Internet	<1%

8

repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

9

Submitted to Universidad TecMilenio

Trabajo del estudiante

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Niveles de Nitrógeno en el rendimiento y calidad de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), Anchohuay, La Mar-Ayacucho 980 msnm

Juan Carlos Yaranga Escalante¹

carlos.yaranga.28@unsch.edu.pe

Eduardo Robles García²

edurado.robles@unsch.edu.pe

Áreas de investigación: Medio Ambiente

Línea de investigación: Sistemas de Producción Agrícola

RESUMEN

Uno de los métodos de mejoramiento genético de plantas es la introducción de nuevas variedades, llevando a cabo el estudio de su adaptación, análisis biométrico y comparación productiva frente a un testigo local de conocidas características agronómicas. El presente estudio de la adaptación en el rendimiento de la variedad híbrida ATLAS 777 de maíz amarillo duro se realizó bajo las condiciones de C.P. Miraflores-La Mar. El experimento tuvo como objetivos: a) Identificar la variedad que mejor se adapte a la aplicación creciente de nitrógeno en el rendimiento b) determinar la precocidad y la calidad del grano c) conocer el mérito económico de los tratamientos utilizados. El experimento se condujo en el Diseño de Parcelas Divididas con 4 Bloques. Los genotipos evaluados se dispusieron en parcelas y los niveles crecientes de nitrógeno (80, 120, 160 y 200 kg ha⁻¹) van en sub parcelas, los resultados se pueden resumir en lo siguiente: los genotipos mostraron precocidad, la variedad híbrida ATLAS 777 se muestra ligeramente más precoz que la variedad local con 116 a 120 días a la madurez fisiológica y la cosecha se efectuó a los 130 dds. El rendimiento de grano al 14 % de humedad tuvo una mayor respuesta con el híbrido ATLAS 777 superando a la variedad Local en cualquier nivel de nitrógeno. Se puede observar que al nivel de 200 kg ha⁻¹ de nitrógeno el híbrido alcanza un rendimiento de grano de 6702.23 kg ha⁻¹ superando a la variedad Local que llega a un rendimiento de 5100.45 kg ha⁻¹. Al efectuar la primera derivada del rendimiento del híbrido se obtiene un óptimo de 179.37 kg ha⁻¹ de N el que maximiza un rendimiento de 6765.98. El mayor mérito económico se alcanza con el Híbrido ATLAS 777 al proporcionarle 160 kg ha⁻¹ de nitrógeno, obteniéndose una rentabilidad de 218 %

Palabras clave: Maíz duro, rendimiento, híbrido, rentabilidad, sub parcelas, adaptación.

Nitrogen levels in the yield and quality of hard yellow corn (*Zea mays* L.), Anchiuay, La Mar-Ayacucho 980 masl

Juan Carlos Yaranga Escalante¹

carlos.yaranga.28@unsch.edu.pe

Eduardo Robles García²

edurado.robles@unsch.edu.pe

Research areas: Environment

Research line: Agricultural Production Systems

ABSTRACT

One of the methods of genetic improvement of plants is the introduction of new varieties, carrying out the study of their adaptation, biometric analysis and productive comparison against a local control with known agronomic characteristics. The present study of the adaptation in the yield of the hybrid variety ATLAS 777 of hard yellow corn was carried out under the conditions of C.P. Miraflores-La Mar. The objectives of the experiment were: a) Identify the variety that best adapts to the increasing application of nitrogen in yield b) determine the earliness and quality of the grain c) know the economic merit of the treatments used. The experiment was conducted in the Split Plot Design with 4 Blocks. The evaluated genotypes were arranged in plots and the increasing levels of nitrogen (80, 120, 160 and 200 kg ha⁻¹) are in subplots, the results can be summarized as follows: the genotypes showed precocity, the hybrid variety ATLAS 777 is slightly precocious than the local variety with 116 to 120 days to physiological maturity and the harvest was carried out at 130 dollars. Grain yield at 14% moisture had a greater response with the ATLAS 777 hybrid outperforming the Local variety at any nitrogen level. It can be observed that at the level of 200 kg ha⁻¹ of nitrogen the hybrid reaches a grain yield of 6702.23 kg ha⁻¹, surpassing the Local variety which reaches a yield of 5100.45 kg ha⁻¹. When performing the first derivative of the hybrid yield, an optimum of 179.37 kg ha⁻¹ of N is obtained, which maximizes a yield of 6765.98. The greatest economic merit is achieved with the ATLAS 777 Hybrid by providing 160 kg ha⁻¹ of nitrogen, obtaining a profitability of 218%.

Keywords: Hard corn, yield, hybrid, profitability, sub plots, adaptation.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz amarillo duro (*Zea mays* L. Indurata St) en nuestra nación, este grano se cultiva para sus muchos propósitos, incluidos la alimentación humana, el maíz y el grano, y tiene un valor social, económico y agrícola significativo. Debido a su importancia como fuente dietética de energía, calorías y proteínas tanto para humanos como para otros animales, juega un papel importante en la nutrición animal como ingrediente fundamental en la creación de alimentos balanceados. El maíz amarillo duro prospera en las condiciones agroecológicas ideales del valle de los ríos Apurímac y Ene, lo que permite una cosecha durante todo el año. Sin embargo, los rendimientos promedios son muy bajos, una de las alternativas fundamentales es la utilización de niveles crecientes de nitrógeno en una variedad local y un híbrido de gran potencial productivo.

Este grano, cultivado para sus muchos propósitos, incluidos la alimentación humana, el maíz y los granos, tiene una enorme importancia socioeconómica y agrícola para nuestra nación. Debido a su papel único como fuente dietética de energía, calorías y proteínas tanto para humanos como para otros animales, juega un papel importante en la nutrición animal y la producción de alimentos balanceados.

Para el año 2022 los productores nacionales de este insumo, solo cubrieron alrededor del 25 % de la demanda nacional. Por ello, Agraria.pe (2023) reporta el Perú la importación de 3.565.840 toneladas por US\$ 1.246.357.000, generando un gasto importante de divisas en su adquisición.

El sector agrícola, a nivel individual y poblacional, ha sido el beneficiario previsto de una gran cantidad de investigación fisiológica (Bidwell, 1993; Cubero, 2003). Traer nuevos tipos a un área es una forma de mejorar su composición genética. En estos se llevará a cabo la adaptación a sus nuevos hábitats.

Por las condiciones expuestas, se plantea el siguiente trabajo con la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar los niveles crecientes de la fertilización nitrogenada en dos variedades de maíz amarillo duro, un híbrido y una variedad local de libre polinización en el rendimiento, calidad y el mérito económico de los tratamientos obtenidos.

Objetivos específicos

1. Identificar la variedad que mejor se adapte a la aplicación de niveles crecientes de fertilización nitrogenada en el rendimiento de grano.
2. Determinar la calidad del grano de dos variedades de maíz con niveles crecientes de nitrógeno.
3. Conocer el mérito económico de los tratamientos utilizado.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del experimento

El experimento se condujo en el Centro Poblado de Miraflores, Distrito Anchiuay, Provincia de La Mar, ubicada en el Departamento de Ayacucho. El Centro Poblado de Miraflores se ubica en las coordenadas:

Latitud : 12° 51' 44''

Longitud : 73° 37' 12''

Altitud : 980 msnm

2.2. Variables

2.2.1. Variables independientes

Se consideró niveles crecientes de nitrógeno y como material experimental se utilizó una variedad Híbrida de maíz amarillo duro, y una variedad Criolla de siembra local.

Indicadores

Factor 1: Niveles de fertilización nitrogenada

n₁ 80 kg ha⁻¹ N

n₂ 120 kg ha⁻¹ N

n₃ 160 kg ha⁻¹ N

n₄ 200 kg ha⁻¹ N

Factor 2: Variedades (V)

v₁ Variedad híbrida ATLAS 777

v₂ Variedad local

2.2.2. Variable dependiente

Son las variables de precocidad, rendimiento y calidad del maíz.

Indicadores

A Variables Precocidad

Más del 50% de las plantas se encontraban en la fase fonológica, que suele ser el período de interés por razones de evaluación, cuando se probó esta variable después de la siembra.

- **Días a la floración masculina y femenina**

Días después de la siembra, cuando el 50% o más de las panículas liberaron polen y estigma, el cultivo se consideró un éxito.

- **Madurez fisiológica**

La presencia de ácido abscísico en la base del grano y una condición pastosa en más de la mitad de las muestras.

- **Madurez de cosecha**

Cuando la planta tenía aproximadamente 18 a 20% de humedad.

B Variables de rendimiento

Estas variables están asociados fuertemente al rendimiento de grano.

- **Altura de la planta**

La evaluación se llevó a cabo después de que la planta hubiera alcanzado su pleno desarrollo fisiológico. Para probar la competitividad y representatividad de la unidad experimental, se seleccionaron al azar diez plantas del surco central.

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

Desde el cuello de la planta hasta la inserción de su primera mazorca, se seleccionaron y evaluaron diez plantas competitivas y representativas.

- **Índice de mazorca**

Al contar las plantas en cada parcela neta experimental antes de la cosecha, pudimos estandarizar las evaluaciones de rendimiento y establecer la cantidad de mazorcas por planta. El índice nos da una idea de cuán productivo representa.

$$\text{Índice de mazorca} = \frac{\text{Número de mazorcas/parcela}}{\text{Número de plantas/parcela}}$$

- **Longitud, Diámetro y número de hileras /mazorca**

La evaluación se realizó utilizando la información descriptiva del maíz en diez mazorcas seleccionadas al azar de la unidad experimental.

- **Porcentaje de humedad del grano**

Se usó para corregir la humedad del grano al 14 %.

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

Donde:

F = Factor de conversión.

% H = Porcentaje de humedad al momento de la cosecha.

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

- **Rendimiento de grano en kg ha⁻¹**

Después de corregir el contenido de humedad del grano en toda la parcela experimental, excepto los márgenes, se realizó el pesaje del grano.

- **Mérito económico de los tratamientos**

En base a los costos de producción, rendimiento, utilidad bruta.

C Calidad del maíz

- **Peso de 1000 semillas.** Se extrajeron mil granos de un lote típico usando un separador de muestras, y luego se midió su peso.

- **Porcentaje de desgrane**

Proporcionado por la siguiente relación.

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

2.3. Método procedimental

Este estudio utilizó un Diseño de Bloques Completos Aleatorizados para sus procedimientos experimentales. En el diseño de parcelas divididas, hay cuatro bloques. Las ubicaciones de las variedades se marcarán en las parcelas, mientras que las cantidades de fertilización con nitrógeno se marcarán en las subparcelas.

Modelo aditivo lineal del diseño

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \delta_j + (\alpha\delta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

μ : Efecto de la media

β_k : Efecto del k-ésimo bloque

α_i : Efecto del i-ésimo nivel de variedades de maíz va en parcela

ε_{ik} : Efecto del error experimental de parcela

δ_j : Efecto del j-ésimo nivel de los niveles de nitrógeno va en sub parcela

$(\alpha\delta)_{ij}$: Efecto de interacción i-ésimo nivel de variedad, del j-ésimo nivel de fertilización nitrogenada

ε_{ijk} : Error experimental de sub parcela

2.4. Tratamientos

Tabla 2.1

De la combinación de los niveles y factores en estudio se llegó a tener 8 tratamientos los que se indican a continuación

Tratamiento	Variedades	Niveles de nitrógeno	Combinación
T1	H. Atlas 777	80 kg ha ⁻¹	H. Atlas 777 con 80 kg ha ⁻¹ N
T2	H. Atlas 777	120 kg ha ⁻¹	H. Atlas 777 con 120 kg ha ⁻¹ N
T3	H. Atlas 777	160 kg ha ⁻¹	H. Atlas 777 con 160 kg ha ⁻¹ N
T4	H. Atlas 777	200 kg ha ⁻¹	H. Atlas 777 con 200 kg ha ⁻¹ N
T5	Cultivar Local	80 kg ha ⁻¹	Cultivar Local con 80 kg ha ⁻¹ N
T6	Cultivar Local	120 kg ha ⁻¹	Cultivar Local con 120 kg ha ⁻¹ N
T7	Cultivar Local	160 kg ha ⁻¹	Cultivar Local con 160 kg ha ⁻¹ N
T8	Cultivar Local	200 kg ha ⁻¹	Cultivar Local con 200 kg ha ⁻¹ N

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Variables de precocidad

Esta variable se evaluó en número de días después de la siembra (dds). Se utilizó el rango para determinar el estado fenológico la evaluación consistió en determinar un inicio y fin. Los dos tipos de maíz amarillo duro exhiben una precocidad significativa, aunque el control por días es sustancialmente más temprano, como se muestra en la Tabla 3.1, que muestra las etapas fenológicas de aparición en dds. En promedio, las temperaturas alcanzan los 26,5 ° C, que es bastante caluroso y favorece a las variedades tempranas.

Tabla 3.1

Estados fenológicos de las variedades de maíz amarillo con los niveles de nitrógeno en dds. Anchiway La Mar 980 msnm

Tratamientos Variedad-N	Floración masculina	Floración femenina	Grano Lechoso	Madurez Fisiológica	Madurez Cosecha
ATLAS 777-80 N	68-74	72-76	95-105	116-120	130
ATLAS 777-120 N	68-74	72-76	95-105	116-120	130
ATLAS 777-160 N	68-74	72-76	95-105	116-120	130
ATLAS 777-200 N	70-76	74-77	98-107	118-122	130
LOCAL-80 N	76-82	80-86	102-108	119-125	135
LOCAL-120 N	76-82	80-86	102-108	119-125	135
LOCAL-160 N	76-82	80-86	102-108	119-125	135
LOCAL-200 N	78-84	84-88	104-111	122-128	135

Guarda (2000) señala que algunos tipos, como Marginal, Cargill y Pinte, alcanzan la floración masculina un promedio de 64, 66 y 67 días después de la siembra, respectivamente. Los resultados aquí son bastante similares a los encontrados por. Dependiendo del genotipo, las flores femeninas pueden abrirse entre 75 y 79 días después de la siembra. Una variedad que se abre antes que otras es la variedad testigo. 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.

Los híbridos alcanzan la madurez de cosecha a los 130 días después de la siembra (dds), mientras que el grupo control alcanzó los 125 dds, lo que demuestra la notable precocidad del maíz amarillo duro. 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 119-122 días después de la siembra, la variedad local alcanzó la madurez fisiológica, mientras que el híbrido ATLAS 777 la alcanzó a los 116-120 días después de la siembra. El maíz amarillo resistente alcanza la madurez fisiológica en los trópicos 100-110 días antes de su fecha de madurez esperada (Gaspar, 1993)

Hidalgo (2013), 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 el cultivo está maduro, se nota porque la planta comienza a amarillear severamente, luego las hojas comienzan a secarse de abajo hacia arriba, las mazorcas se caen y doblan el pedúnculo, las brácteas y los granos también se secan y la capa negra de los granos se vuelve más oscura. Los productores de la zona suelen cosechar sus cultivos entre 110 y 120 días después de la siembra. Comienzan a cosechar cuando la humedad del grano alcanza alrededor del 18%, y deben actuar rápidamente para evitar daños por insectos y podredumbre de la mazorca. El "deshojando" manual de las mazorcas de las plantas detenidas es el principal método utilizado en la región de San Martín. Una vez que

la humedad alcanza del 14 al 16%, el siguiente paso es comenzar a desgranar, luego de lo cual los artículos se transfieren a secadoras ubicadas en áreas protegidas para ayudar en el proceso de secado de forma natural. Debido a la extrema relevancia de esta precocidad en el maíz duro amarillo, el VRAEM permite al menos dos cosechas al año, proporcionando al agricultor de la selva una fuente sostenible de alimentos. Los hallazgos del área del VRAEM concuerdan con los hallazgos 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 y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm

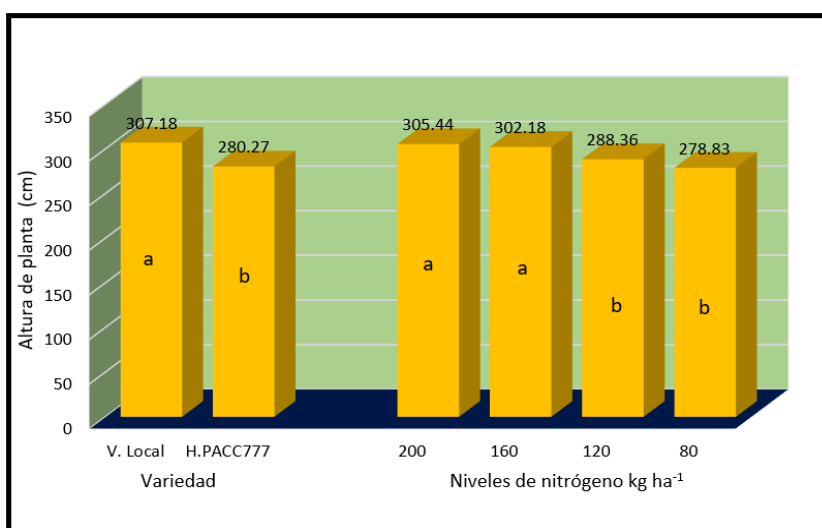
F. Variación	G. L	SC	CM	Fc	Pr > Fc
Bloques	3	63.21	21.07	0.59	0.6640 ns
Variedades (V)	1	5794.26	5794.26	161.30	0.0011 **
Error (a)	3	107.76	35.92		
Nitrógeno (N)	3	3651.05	1217.02	23.76	<0.0001 **
Inter (V x N)	3	68.03	22.68	0.44	0.7253 ns
Error (b)	18	921.87	51.21		
Total	31	10606.19			

C.V. = 2.44 %

Para realizar la prueba de contraste de Tukey, debemos consultar la Tabla 3.2 del ANVA, que demuestra que los principales impactos de los niveles de fertilización varietal y nitrogenada por separado son estadísticamente muy significativos. Podemos confiar en los hallazgos ya que el coeficiente de variación es del 2,44%, que es un número muy preciso.

Figura 3.1

Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura de planta en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm



La figura 3.1 de la prueba de Tukey muestra superioridad estadística en la altura de planta a la variedad Local con un valor de 307.18 cm superando a al híbrido PAC777 que alcanza

una altura de 280.27 cm, en los niveles de nitrógeno con 200 y 160 kg ha⁻¹ se obtienen alturas de 305.44 y 302.18 cm sin diferencia estadística entre ellos.

Chacma et al. (2022) en un estudio que buscó evaluar el impacto de las habilidades combinatorias generales y particulares en nueve líneas de maíz endocriadas del CIMMYT, se consideraron la altura de la planta, la altura de la mazorca, la producción de grano y los días de floración masculina. Se obtiene un rango de 284,46 a 144,07 cm para esta variable en relación a la altura de la planta. Los resultados muestran que el híbrido PAC777 logró una altitud menor que la variedad local, ya que son similares a los valores obtenidos en el experimento actual. Existe mucha variación en esta variable entre los cultivares de polinización libre, y tienden a ser plantas más altas que almacenan más biomasa.

3.2.2. Altura de planta a la mazorca

Tabla 3.3

Análisis de variancia de la altura a la mazorca en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiway La Mar 980 msnm

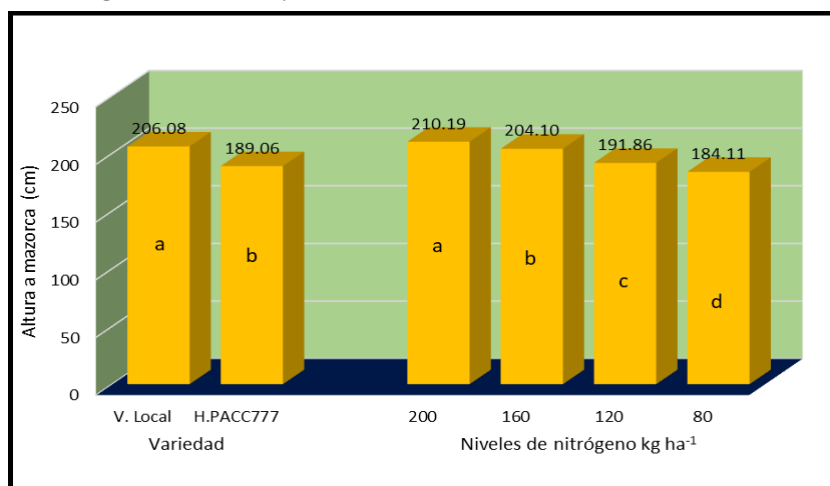
F. Variación	G. L	SC	CM	Fc	Pr > Fc
Bloques	3	129.76	43.25	6.57	0.0782 ns
Variedades (V)	1	2317.10	2317.10	351.81	0.0003 **
Error (a)	3	19.76	6.59		
Nitrógeno (N)	3	3324.18	1108.06	72.83	<0.0001 **
Inter (V x N)	3	116.22	38.74	2.55	0.0883 ns
Error (b)	18	273.86	15.21		
Total	31	6180.87			

C.V. = 1.97 %

La tabla 3.3 del ANVA de la altura de planta a la mazorca, indica alta significación estadística en los efectos principales de variedades y niveles de fertilización nitrogenada. Los valores de la diferencia se observarán en la prueba de contraste de Tukey. El coeficiente de variación (1.97 %) mostrada es una medida de buena precisión.

Figura 3.2

Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura a la mazorca en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiway La Mar 980 msnm



La figura 3.2 de la prueba de Tukey muestra diferencia estadística para la altura a la mazorca, donde la variedad Local tiene una mayor altura a la mazorca con un valor de 206.08 cm superando estadísticamente al híbrido PAC777 que tiene un promedio de 189.06 cm en lo referente a los niveles de fertilización nitrogenada 200 kg ha⁻¹ es el que tiene el mayor valor con un promedio de 210.19 cm superando estadísticamente a los demás niveles.

Chacma et al. (2022), buscó evaluar el impacto de las habilidades combinatorias generales y particulares en nueve líneas de maíz endocriadas del CIMMYT, se consideraron la altura de la planta, la altura a la mazorca, la producción de grano y los días de floración masculina. Los resultados muestran que el híbrido PAC777 alcanza una altitud menor que la variedad local en cuanto a altura a la mazorca, variable importante para la cosecha, con valores cercanos a los obtenidos en el experimento actual (178,7 a 65,7 cm).

3.2.3. Longitud de mazorca

Tabla 3.4

Análisis de variancia de la longitud de mazorca en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm

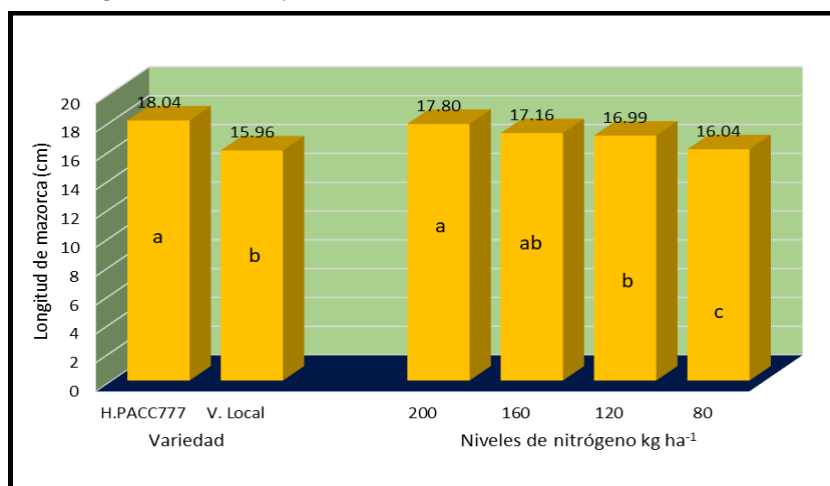
F. Variación	G. L	SC	CM	Fc	Pr > Fc
Bloques	3	0.27	0.09	0.44	0.7408 ns
Variedades (V)	1	34.65	34.65	172.28	0.0010 **
Error (a)	3	0.60	0.20		
Nitrógeno (N)	3	12.74	4.25	13.76	0.0001 **
Inter (V x N)	3	0.89	0.30	0.96	0.4346 ns
Error (b)	18	5.56	0.31		
Total	31	54.71			

C.V. = 3.27 %

El impacto de tipos y niveles de fertilización nitrogenada son bastante significativos, según muestra la tabla 3.4 del ANVA. En la prueba de contraste de Tukey, se mostrarán los valores que varían. El coeficiente de variación (3,27%) muestra un alto nivel de precisión.

Figura 3.3

Prueba de Tukey de los efectos principales de la longitud de mazorca en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm



La figura 3.3 de la prueba de Tukey se observa diferencia estadística para la longitud de mazorca a favor del híbrido PACC777 que tiene un promedio de 18.04 cm en lo referente a los niveles de fertilización nitrogenada 200 y 160 de kg ha⁻¹ son los que tienen los mayores valores con 17.80 y 17.16 cm sin diferencia estadística entre ellos.

Lucho (2023) la mayor longitud de mazorca, midiendo 15,92 cm en promedio, se logró mediante el tratamiento F1 en la localidad de Trujillo durante la evaluación de híbridos de maíz amarillo duro fertilizados con la fórmula NPK 270-120-190 y fertilización con nitrógeno fraccionado. El segundo fraccionamiento, F2, tuvo una longitud promedio de mazorca más corta de 17,6 cm, y su siembra fue del 50% seguida del 50% en V7 y del 30% en V12. Este hallazgo es consistente con hallazgos previos utilizando el PAC777 híbrido.

3.2.4. Diámetro de mazorca

Tabla 3.5

Análisis de variancia del diámetro de mazorca en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm

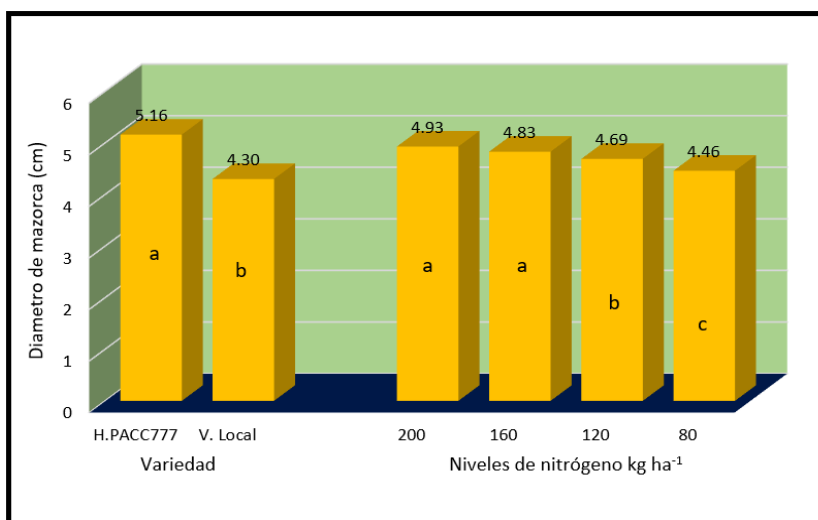
F. Variación	G. L	SC	CM	Fc	Pr > Fc
Bloques	3	0.02	0.01	0.82	0.5613 ns
Variedades (V)	1	5.87	5.87	6.18.76	0.0001 **
Error (a)	3	0.03	0.01		
Nitrógeno (N)	3	0.91	0.30	14.75	<0.0001 **
Inter (V x N)	3	0.15	0.05	2.36	0.1053 ns
Error (b)	18	0.37	0.02		
Total	31	7.34			

C.V. = 3.03 %

La Tabla 3.5 del ANVA; las variables primarias, variedad y niveles de fertilización nitrogenada, muestran toda una fuerte significación estadística. Con un valor del 3,03%, el coeficiente de variación es bastante preciso.

Figura 3.4

Prueba de Tukey de los efectos principales del diámetro de mazorca en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm



La figura 3.4 de la prueba de contraste de Tukey del diámetro de mazorca se observa diferencia estadística entre variedades, donde el híbrido ATLAS 777 muestra un mayor valor con 5.16 cm superando a la variedad Local. En lo referente a los niveles de fertilización nitrogenada con 200 y 160 kg ha⁻¹ de nitrógeno se alcanza el mayor diámetro con valores promedios de 4.93 y 4.83 cm sin diferencia estadística entre ellos.

El INIA (2020) menciona las características morfológicas del híbrido simple, INIA-605 Perú: tiene un grano de color anaranjado, semi dentado, de 10.42 mm de longitud, 11.91 mm de ancho, 4.16 mm de espesor, con una longitud de mazorca de 17.36 cm y un diámetro de mazorca en la parte media de 4.77 cm. No plantea problemas con la colocación de las plantas.

Número de hileras por mazorca

Tabla 3.6

Análisis de variancia del número de hileras por mazorca en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm

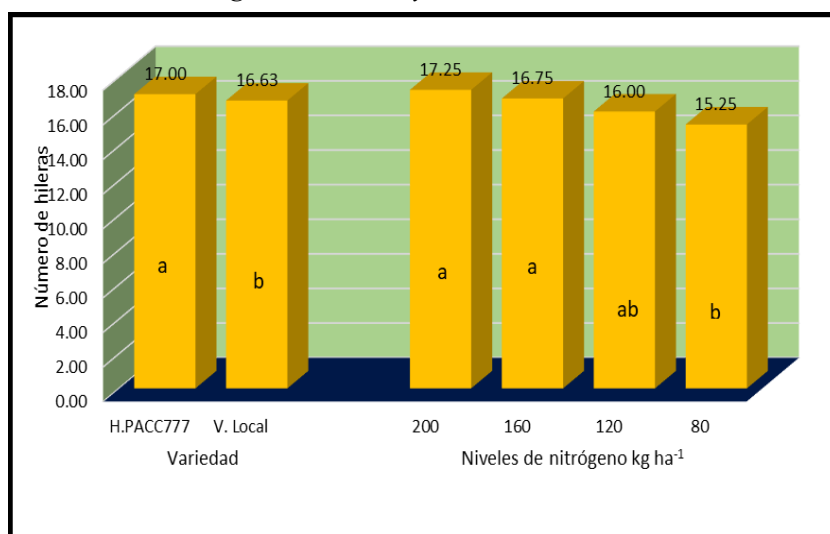
F. Variación	G. L	SC	CM	Fc	Pr > Fc
Bloques	3	4.38	1.46	11.67	0.0368 *
Variedades (V)	1	15.13	15.13	121.00	0.0016 **
Error (a)	3	0.38	0.13		
Nitrógeno (N)	3	18.38	6.13	6.78	0.0030 **
Inter (V x N)	3	2.38	0.79	0.88	0.4715 ns
Error (b)	18	16.25	0.90		
Total	31	56.88			

C.V. = 5.82 %

Una variable relacionada con el rendimiento es el número de filas cob. La Tabla 3.6 muestra que los determinantes primarios de la variedad y los niveles de fertilizantes nitrogenados son estadísticamente muy significativos. Un valor exacto es el coeficiente de variación.

Figura 3.5

Prueba de Tukey de los efectos principales del número de hileras por mazorca en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm



La figura 3.5 muestra la prueba Tukey del número de hileras por mazorca en los efectos principales. El híbrido PAC777 muestra un valor promedio de 17 hileras, superando estadísticamente a la variedad Local que alcanza un valor promedio de 16.63. En lo referente a los niveles de fertilización nitrogenada con 200 y 160 kg ha⁻¹ de N se alcanza el mayor número de hileras con valores promedios de 17.25 y 16.75 sin diferencia estadística.

Lucho (2023) un estudio realizado en el área de Trujillo examinó híbridos de maíz amarillo duro fertilizados con 270-120-190 NPK y nitrógeno fraccionado. Los resultados mostraron que el tratamiento F1, que involucró 50% de siembra y 50% en V12, tuvo un promedio de 17.97 hileras por mazorca, mientras que el tratamiento F2, que involucró 20% de siembra y 50% en V7 y 30% en V12, produjo 17.63 hileras por mazorca.

3.2.5. *Peso de 1000 semillas*

Tabla 3.7

Análisis de variancia del peso de 1000 semillas en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiway La Mar 980 msnm

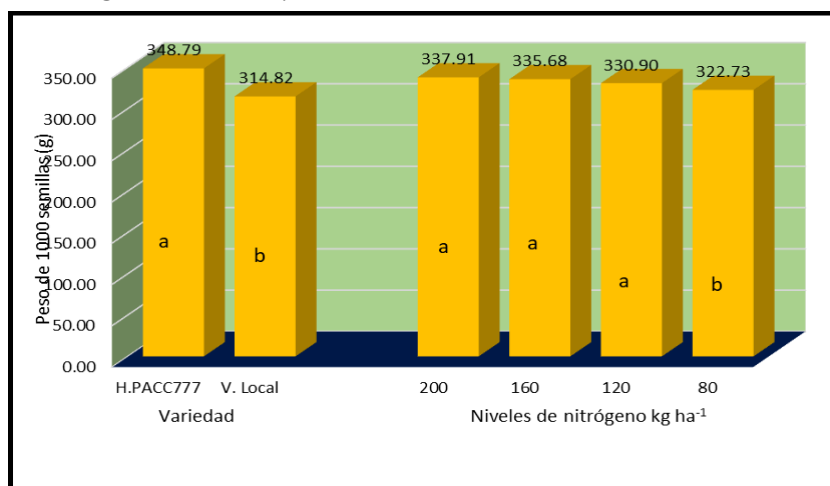
F. Variación	G. L	SC	CM	Fc	Pr > Fc
Bloques	3	17.27	5.76	0.15	0.9247 ns
Variedades (V)	1	9231.01	9231.01	236.84	0.0006 **
Error (a)	3	116.93	38.98		
Nitrógeno (N)	3	1084.35	361.45	17.85	<0.0001 **
Inter (V x N)	3	61.47	20.49	1.01	0.4105 ns
Error (b)	18	364.50	20.25		
Total	31	10875.53			

C.V. = 1.36 %

La tabla 3.7 muestra el ANVA del peso de 1000 semillas del grano de maíz, donde existe alta significación estadística en los factores principales en las variedades y los niveles de fertilización nitrogenada. El coeficiente de variación tiene una buena precisión de la variable en estudio proporcionándonos buena confianza en la variable en estudio.

Figura 3.6

Prueba de Tukey de los efectos principales del peso de 1000 semillas en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiway La Mar 980 msnm



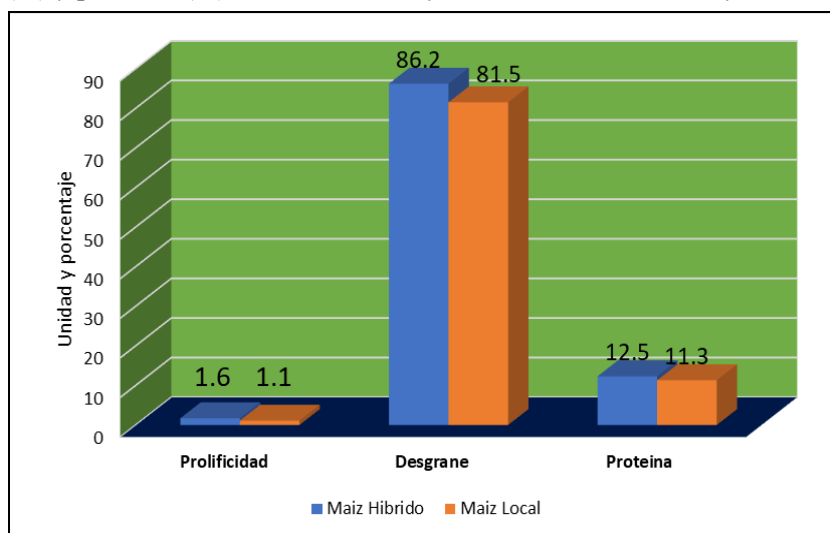
La figura 3.6 de la prueba de Tukey de los efectos principales del peso de 1000 semillas, se observa a la variedad ATLAS 777 como la de mayor peso con un valor 348.79 g, en lo referido a los niveles de nitrógeno es 200 y 160 kg ha⁻¹ sin diferencia estadística en promedio son los de mayor peso con valores de 337.91 y 335.68 g respectivamente. Resultado que indica respuesta al incremento de los niveles de nitrógeno en la variable en estudio. El peso de 1000 semillas indica también el llenado del grano, estos al no presentar una estructura completa son las semillas llamadas “chupados” y muestran un menor peso.

Herrera & Peña (2020) al evaluar el peso de 1000 semillas en 20 híbridos comerciales en la localidad de Chancay – Lambayeque utilizando el método manual muestran, un rango, desde 358.68 a 276.96 g con un promedio 321.78 g mostrando al híbrido XB-8030 con el de mayor peso. Estos valores mostrados son parecidos al presente experimento sobre todo con el promedio obtenido de los híbridos. En consecuencia, el híbrido y la variedad local son maíces de grano comercial.

3.2.6. Medidas descriptivas de la calidad del maíz amarillo duro

Figura 3.7

Medidas descriptivas de las variables de calidad como: índice de prolificidad, índice de desgrane (%) y proteína (%) de maíz híbrido y semilla local. Anchiuay La Mar 980 msnm



La figura 3.7 muestra las medidas descriptivas de las observaciones de calidad donde se observa diferencia en la prolificidad, el porcentaje de desgrane y contenido de proteína en porcentaje. En estas variables la variedad híbrida muestra superioridad frente al cultivar local, estos resultados son producto de los resultados del avance en el mejoramiento genético.

Bjarnason y Vasal (1992), citado por **(Janick, 1992)** reporta un 9.0 % de proteína promedio en poblaciones de maíz de libre polinización, en comparación del 38.0 % de proteína de la soya. Por otra parte. **Obando et al (2022)** el híbrido con mayor contenido proteico en el Valle de Santa Catalina, Perú, fue ADVANTA ADV 9313, que tenía un 13,27% de proteína, y SOMMA, que tenía un 15,51% de proteína. Ambos híbridos son de procedencia

ecuatoriana. No solo eso, sino que el híbrido SOMMA ocupó el segundo lugar tanto por la altura de la planta como por la cantidad de híbridos que florecieron antes de lo esperado. De los siete híbridos probados en Perú, un promedio del 12,5% mostró signos de proteína. Entonces, los números en la Figura 3.7 son los que los autores usaron como ejemplos.

MINAGRI (2021) menciona a los híbridos como cultivos que tienen mayor contenido de lisina y triptófano de esta manera poseen alto contenido de proteína superando al de los maíces de endosperma normal. Además, tienen un mayor índice de prolificidad llegando a 1.7 y porcentaje de desgrane al 86 %.

3.2.8 Rendimiento de grano

Tabla 3.8

Análisis de variancia y sus efectos simples del rendimiento de grano al 14 % de humedad en las variedades y los niveles de nitrógeno. Anchiway La Mar 980 msnm

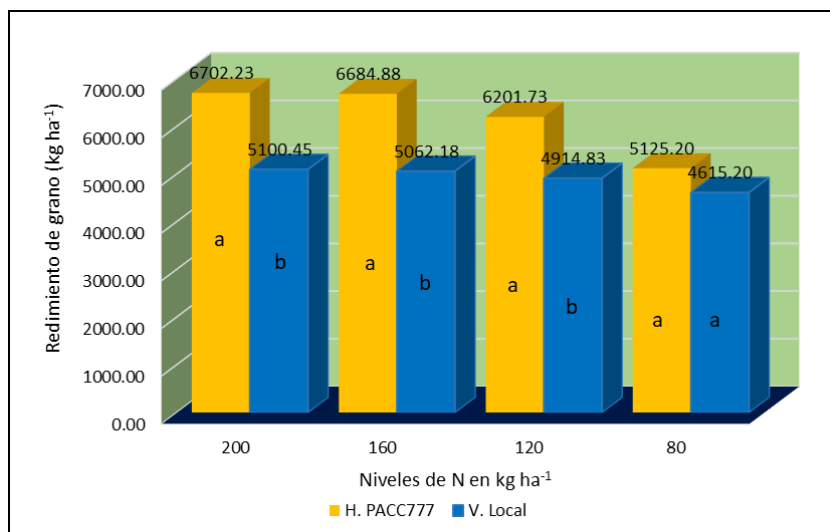
F. Variación	G. L	SC	CM	Fc	Pr > Fc
Bloques	3	451255.91	150418.64	0.85	0.5502 ns
Variedades (V)	1	12607105.45	126071015.5	715.52	<0.0001 **
Error (a)	3	528585.71	176195.24		
Nitrógeno (N)	3	5522401.56	1840800.52	1.64085908	<0.0001**
Variedad en 80 N	1	520200.00	520200.00	7.11048466	0.0157 *
Variedad en 120 N	1	3312223.22	3312223.22	45.2739569	<0.0001 **
Variedad en 160 N	1	5266310.58	5266310.58	71.9838919	<0.0001 **
Variedad en 200 N	1	5131366.30	5131366.30	70.1393721	<0.0001 **
N en Local	3	582668.22	194222.74	1.32739112	0.2965 ns
Lineal	1	513985.92	513985.92	7.02554594	0.0162 *
Cuadrática	1	68309.05	68309.05	0.93369945	0.3467 ns
CUBICA	1	373.25	373.25	0.00255093	0.9603 ns
N en Atlas 777	3	6562735.23	2187578.41	29.9014662	<0.0001 **
Lineal	1	5437628.47	5437628.47	74.3255936	<0.0001 **
Cuadrática	1	1121851.68	1121851.68	15.3343121	0.0010 **
Cubica	1	3255.08	3255.08	0.04449283	0.8353 ns
Inter (V x N)	3	1622996.66	540998.8867	7.39477914	0.0019 **
Error (b)	18	1316872.32	73159.57333		
Total	31	22049215.61			

C.V. = 4.87 %

El rendimiento de grano es uno de los factores que muestra una fuerte significación estadística en la Tabla 3.8 del ANVA. Otro resultado que permite analizar efectos simples es la interacción de variedades por niveles de fertilización nitrogenada; esto demuestra que existen diferencias estadísticas en las variedades en cada nivel de fertilización nitrogenada. Existe una fuerte significación estadística en las funciones lineal y cuadrática al observar los niveles de fertilización con nitrógeno en la variedad Atlas 777, y existe una significación estadística en la función lineal al investigar los niveles de nitrógeno en la variedad local. Por último, el alto valor del coeficiente de variación del experimento demuestra una excelente precisión.

Figura 3.8

Prueba de Tukey de los efectos simple del rendimiento de grano de las variedades en cada nivel de fertilización nitrogenada. Anchiuay La Mar 980 msnm



La figura 3.8 de la prueba de Tukey muestra los efectos simples del rendimiento de grano, se puede observar en general una mayor respuesta en el híbrido ATLAS 777 en cualquier nivel de nitrógeno. Se puede observar que al nivel de 200 kg ha⁻¹ de nitrógeno el híbrido alcanza un rendimiento de grano de 6702.23 kg ha⁻¹ superando a la variedad Local que llega a un rendimiento de 530.45 kg ha⁻¹. Los resultados indica la respuesta de los niveles altos del híbrido.

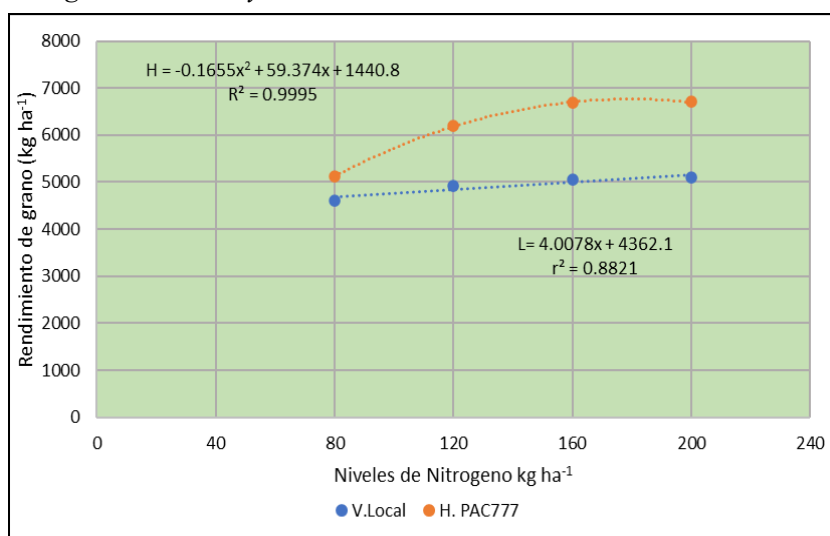
Chura et al. (2019) en la Universidad Nacional de La Molina se propusieron determinar cómo diversos factores, como la dosis de nitrógeno (180, 200 y 220 kg ha⁻¹), la densidad de siembra (62.500 y 69.444 plantas ha⁻¹) y el fraccionamiento de nitrógeno (etapas V3 (20%), V7 (40%) y V12 (40%)), afectaron el desempeño agronómico del maíz amarillo duro 'EXP-05'. Bloques completamente aleatorios dispuestos en un factorial de 2x3x2 con cuatro repeticiones conformaron el diseño experimental. Cuando se trataba de las métricas de crecimiento y rendimiento, las interacciones de los factores no importaban. Por el contrario, el rendimiento de grano se vio afectado por la densidad de población y el diámetro del tallo se vio afectado por las dosis de nitrógeno de forma independiente. La producción máxima de grano de 10.639 t ha⁻¹ se logró con 69.444 ha⁻¹ plantas, 200 kg ha⁻¹ de nitrógeno y fraccionamiento al 50% en las etapas V3 y V7. Encontramos que la aplicación de un nivel de nitrógeno del 40% en la siembra y del 60% 60 días antes de la floración masculina produjo la mejor producción de grano en nuestro experimento con la variedad PACC777, a un nivel de 200 kg ha⁻¹

El desarrollo de híbridos de maíz fue un momento decisivo en la historia de la producción agrícola, abriendo la puerta al uso generalizado de cultivos genéticamente modificados para alimentos, fibra y combustible. La producción de maíz cultivado en los EE. UU., donde los cultivares de polinización abierta han mantenido el promedio nacional en alrededor de 2.0

t/ha desde 1865. El uso de híbridos simples de maíz significa la concentración en el mercado de híbridos simples, coincidiendo con la creación de líneas parentales más robustas y productivas. La adopción del maíz híbrido fue, por lo tanto, un momento decisivo en la evolución de la agricultura contemporánea de alto rendimiento. Estrategia Moderna de cultivo de alta producción. El uso de cantidades significativas de nitrógeno es el rasgo principal que aumenta el potencial productivo de los híbridos.

Figura 3.9

Regresión del rendimiento de grano de las variedades en función de los niveles crecientes de nitrógeno. Anchiuay La Mar 980 msnm



La figura 3.9 muestra la tendencia cuadrática del rendimiento del maíz grano del híbrido Atlas 777 en función de los niveles crecientes de la fertilización nitrogenada. Al derivar esta función se obtiene el nivel óptimo de 179.37 kg ha⁻¹ de Nitrógeno, el que proporcionará un rendimiento máximo de 6765.98 kg ha⁻¹ de grano. En lo referente a la tendencia lineal de la variedad Local podemos afirmar la poca respuesta a los niveles crecientes de la fertilización nitrogenada.

3.3. Merito económico de los tratamientos

Tabla 3.9

Costo de producción, rendimiento de grano al 14 % de humedad, valor de venta, utilidad bruta y rentabilidad de las dos variedades y los niveles de nitrógeno. C.P. Miraflores La Mar 980 msnm

Variedad	Niveles N kg ha ⁻¹	Costo de (S/) Producción	Rendimiento kg ha ⁻¹	Valor de (3.0 kg) Venta (S/)	Utilidad Bruta (S/)	Rentabilidad %
Atlas 777	80	5888.40	5125.2	15375.6	9487.2	161%
Atlas 777	120	6105.49	6201.7	18605.2	12499.7	205%
Atlas 777	160	6315.17	6684.9	20054.6	13739.5	218%
Atlas 777	200	6533.73	6702.2	20106.7	13573.0	208%
Local	80	5399.65	4615.2	13845.6	8446.0	156%
Local	120	5617.23	4914.8	14744.5	9127.3	162%
Local	160	5829.87	5062.2	15186.5	9356.7	160%
Local	200	6044.98	5100.5	15301.4	9256.4	153%

Observando la tabla 3.9 el híbrido Atlas 777 muestra la mayor rentabilidad proporcionada por el rendimiento superior de grano frente a la variedad Local. También se puede saber que la utilidad bruta se adjudica al híbrido, la mayor rentabilidad se da al híbrido al proporcionar 160 kg ha⁻¹ de nitrógeno tomando un valor de 218 %. En consecuencia, se justifica ampliamente el uso de los híbridos por el alto rendimiento, precocidad, uniformidad en la mazorca, altura de planta y la calidad del grano.

Palomino (2014) durante el trabajo experimental en Pichari (VRAEM), el híbrido INIA611-NUT registró la productividad máxima en 8821.8 kg ha⁻¹. Los tipos Cargill y Marginal, con rendimientos de grano de 7486,3 y 7402,8 kg ha⁻¹, respectivamente, estuvieron en un segundo plano. En los tres casos, la variedad INIA611-NUEZ tuvo la máxima rentabilidad con 258.55%, seguida de Cargill con 204.28% y Marginal con 200.88%. La alta rentabilidad de los híbridos se muestra en estos datos.

CONCLUSIONES

1. En peso de 1000 semillas, se observa a la variedad ATLAS 777 como la de mayor peso con un valor 348.79 g, en lo referido a los niveles de nitrógeno es con los niveles de 200 y 160 kg ha⁻¹ se obtienen valores de 337.91 y 335.68 g. La variedad híbrida ATLAS 777 se muestra con mejor calidad del grano, tiene mayor porcentaje de prolificidad, porcentaje de desgrane y mayor contenido de proteína con valores de 1.6, 86 y 12.3 respectivamente
2. El rendimiento de grano al 14 % de humedad existe una mayor respuesta en el híbrido ATLAS 777 en cualquier nivel de nitrógeno. Se puede observar que al nivel de 200 kg ha⁻¹ de nitrógeno el híbrido alcanza un rendimiento de grano de 6702.23 kg ha⁻¹ superando a la variedad Local que llega a un rendimiento de 5030.45 kg ha⁻¹. Al proporcionar un nivel de 179.37 kg ha⁻¹ de Nitrógeno se obtiene un rendimiento de 6765.97 kg ha⁻¹ de grano. La tendencia lineal de la variedad local muestra la poca respuesta a los niveles crecientes de nitrógeno
3. El mayor mérito económico se alcanza con el Híbrido ATLAS 777 proporcionándole 160 kg ha⁻¹ de nitrógeno, con una rentabilidad de 218 %.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bjarnason, M. and Vasal, S. K. 1992. Breeding of quality protein Maize (QPM). *Plant Breeding Research*, 9: 181 – 216.
- Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT) (1974). México
- Chacma Azaña, I., Chura Chuquiya, J., Chacma Azaña, I., & Chura Chuquiya, J. (2022). *Combining ability of foreign lines of hard yellow corn (Zea mays L.)*, in La Molina

- conditions. *Idesia (Arica)*, 40(4), 63-72. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292022000400063>
- Chura, J., Mendoza-Cortez, J., & Cruz, J. de la. (2019). Dosis y fraccionamiento de nitrógeno en dos densidades de siembra del maíz amarillo duro. *Scientia Agropecuaria*, 10(2), 241-248. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.02.09>
- Gaspar, R. (1993) Ensayos de rendimiento en híbridos y variedades tropicales de maíz amarillo duro en el valle de Huancayo. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo.
- Herrera Vera, O. E., & Peña Enríquez, M. (2020). *Evaluación de 20 híbridos comerciales de maíz amarillo duro (Zea mays L.) en rendimiento de grano, bajo condiciones de la parte baja del valle Chancay—Lambayeque 2015*. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8332>
- Hidalgo Meléndez, E. (2013). *Manejo técnico del cultivo de maíz amarillo duro en la región San Martín*. <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/149>
- Janick, J. (1992). *Plant Breeding Reviews, Volume 9*. John Wiley & Sons.
- Lucho Mariños, B. L. (2023). Efecto de dos formas de fraccionamiento del nitrógeno en el rendimiento de grano de tres híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.). *Universidad Privada Antenor Orrego*. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/2864256>
- MINAGRI. (2021). *Observatorio de las siembras y perspectivas de la producción de maíz amarillo duro*. Ministerio de desarrollo agrario y riego. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2173757/Observatorio-Maiz-AD-ago21.pdf.pdf>
- Obando, Marlon, Alvarado, Arturo, Hasang, Edwin, Farah, Simón, & Palacios, Christian. (2022). Rendimiento y contenido proteico de siete híbridos de maíz (*Zea mays* L.) ecuatoriano cultivado en el valle de Santa Catalina, Perú. *Manglar*, 19(3), 227-232. Epub 28 de octubre de 2022. <https://doi.org/10.17268/manglar.2022.028>
- Palomino Quispe, A. S. (2014). *Rendimiento de seis variedades de maíz amarillo duro (Zea mays L. Indurata St). Pichari, Cusco 480 msnm*. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2071>
- Yara. (2019, febrero 27). *Resumen nutricional del maíz | Yara México*. Yara. <https://www.yara.com.mx/nutricion-vegetal/maiz/resumen-nutricional/>