

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**“COMPORTAMIENTO DE 42 HÍBRIDOS SIMPLES DE MAÍZ  
AMARILLO DURO EN CONDICIONES DE LA MOLINA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERA AGRÓNOMA**

**GABRIELA SARAVIA CASTILLO**

**LIMA – PERÚ**

**2024**

---

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación  
(Art. 24 - Reglamento de Propiedad Intelectual)**

# Elias HUANUQUEÑO

## COMPORTAMIENTO DE 42 HÍBRIDOS SIMPLES DE MAÍZ AMARILLO DURO EN CONDICIONES DE LA MOLINA

COMPORTAMIENTO DE 42 HÍBRIDOS SIMPLES DE MAÍZ AMARILLO DURO EN CONDICIONES DE LA MOLINA




tesis G\_Saravia

Universidad Agraria la Molina

### 15% Similitud general


El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

#### Fuentes principales

- 14%  Fuentes de Internet
- 5%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

#### Marcas de integridad

##### N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**  
0 caracteres sospechosos en N.º de páginas  
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**

“COMPORTAMIENTO DE 42 HÍBRIDOS SIMPLES DE MAÍZ  
AMARILLO DURO EN CONDICIONES DE LA MOLINA”

**GABRIELA SARAVIA CASTILLO**

Tesis para optar el título de:

**INGENIERA AGRÓNOMA**

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

.....  
Ing. Mg. Sc. Ricardo Jesús Sevilla Panizo  
**PRESIDENTE**

.....  
Ing. Mg. Sc. Elías Hugo Huanuqueño Coca  
**ASESOR**

.....  
Dr. Jorge Eduardo Jiménez Dávalos  
**MIEMBRO**

.....  
Ing. Mg. Sc. Pedro Pablo Gutiérrez Vílchez  
**MIEMBRO**

**LIMA – PERÚ**

**2024**

## **DEDICATORIA**

*A mis padres Esther y Nestor, cuyo amor y apoyo incondicional han sido la base mis logros. Gracias por ser mi inspiración y por siempre creer en mí.*

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, a mis padres, Esther y Nestor, cuyo amor incondicional, apoyo y guía han sido el pilar sobre el cual he construido mis logros. Su confianza inquebrantable en mí y su aliento constante han sido fuentes invaluable de fortaleza y motivación.

A mis hermano, Carlos y Flavia, por estar presentes en esta etapa. Su comprensión y compañía han sido fuente de energía en todo momento.

A mi asesor, Ing. Mg. Sc. Elías Hugo Huanuqueño Coca, por su guía experta, paciencia y dedicación ejemplar. Su aportación ha sido crucial no solo para la realización de este trabajo, sino también para mi crecimiento académico.

Finalmente, al Programa de Investigación y Proyección Social en Maíz, por brindarme el financiamiento que permitió la ejecución de esta investigación.

# ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.	Objetivo general .....	2
1.2.	Objetivos específicos.....	2
II.	REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1.	El maíz .....	3
2.1.1.	Taxonomía.....	3
2.1.2.	Morfología.....	3
2.2.	Importancia del maíz .....	5
2.3.	Maíz amarillo duro .....	6
2.3.1.	Situación a nivel mundial .....	6
2.3.2.	Situación a nivel nacional.....	7
2.4.	Uso de híbridos de maíz .....	8
2.4.1.	Maíz híbrido simple.....	9
2.5.	Heterosis.....	9
III.	METODOLOGÍA .....	12
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN .....	12
3.2.	MATERIALES .....	12
3.2.1.	Material genético.....	12
3.3.	PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN.....	13
3.3.1.	Preparación de campo.....	13
3.3.2.	Siembra .....	13
3.3.3.	Raleo y aporque.....	14
3.3.4.	Riego .....	14
3.3.5.	Fertilización.....	15
3.3.6.	Cosecha .....	15
3.4.	CARACTERES EVALUADOS.....	16
3.4.1.	Previo a la cosecha .....	16
3.4.2.	En gabinete.....	16
3.4.3.	Procesamiento de datos .....	17
3.5.	DETALLES DEL ÁREA EXPERIMENTAL .....	18
3.6.	DISEÑO EXPERIMENTAL .....	19
3.6.1.	Modelo aditivo lineal.....	19

IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	21
4.1.	Rendimiento de grano (t/ha) .....	21
4.2.	Índice de desgrane (%) .....	22
4.3.	Humedad del grano a la cosecha (%).....	24
4.4.	Caracteres de mazorca.....	25
4.4.1.	Longitud de mazorca (cm) y diámetro de mazorca (cm) .....	25
4.4.2.	Granos por hilera e hileras por mazorca .....	28
4.4.3.	Peso de 500 granos (g) .....	30
4.5.	Caracteres de planta .....	33
4.5.1.	Floración masculina y femenina (días) .....	33
4.5.2.	Altura de planta (m), altura de mazorca (m) y diámetro de tallo (cm) .....	37
4.5.3.	Mazorcas por planta .....	40
4.5.4.	Hojas sobre mazorca y total de hojas por planta.....	41
4.6.	Análisis conjunto de los caracteres.....	43
V.	CONCLUSIONES .....	48
VI.	RECOMENDACIONES .....	49
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	50
VIII.	ANEXOS .....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Detalles de material genético en estudio y randomización .....	12
Tabla 2: Características de la parcela .....	18
Tabla 3: Comparación de medias para rendimiento (t/ha) en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	22
Tabla 4: Comparación de medias para índice de desgrane (%) en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	23
Tabla 5: Comparación de medias para humedad de grano (%) en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	24
Tabla 6: Comparación de medias para longitud de mazorca (cm) en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	26
Tabla 7: Comparación de medias para diámetro de mazorca (cm) en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	27
Tabla 8: Comparación de medias para granos por hilera en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	29
Tabla 9: Comparación de medias para hileras por mazorca en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	30
Tabla 10: Comparación de medias para peso de 500 granos (g) en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	31
Tabla 11: Cuadrado medio del ANVA para rendimiento, índice de desgrane, humedad del grano, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, granos por hilera, hileras por mazorca y peso de 500 granos, de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina.....	32
Tabla 12: Cuadrado medio del ANVA para floración masculina, floración femenina, altura de planta, diámetro de tallo, altura de mazorca, mazorcas por planta, hojas sobre mazorca y total de hojas, de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	32
Tabla 13: Comparación de medias para floración masculina (días) en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	35
Tabla 14: Comparación de medias para floración femenina (días) en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	36
Tabla 15: Comparación de medias para altura de planta (m) en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	38
Tabla 16: Comparación de medias para altura de mazorca (m) en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	39



Tabla 17: Comparación de medias para diámetro de tallo (cm) en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	39
Tabla 18: Comparación de medias para mazorcas por planta en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	41
Tabla 19: Comparación de medias para hojas sobre mazorca en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	42
Tabla 20: Comparación de medias para total de hojas por planta en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	43
Tabla 21: Análisis conjunto de los caracteres de rendimiento (t/ha), altura de planta (m) y humedad de grano a la cosecha (%) de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Principales productores de maíz durante el periodo 2010-2019. Fuente: FAO (2021) .....	6
Figura 2: (A) Siembra de los genotipos y cuerda guía marcada; (B) siembra de tres semillas por golpe; en el campo experimental “Jardín genético” .....	13
Figura 3: (A) Emergencia de plántulas de maíz amarillo duro, (B) Raleo de plantas de maíz amarillo duro, (C) Aporque de plantas de maíz amarillo duro; en el campo experimental “Jardín genético” .....	14
Figura 4: Riego por gravedad del campo experimental “Jardín genético” .....	14
Figura 5: Cosecha de maíz amarillo duro en el campo experimental "Jardín genético" .....	15
Figura 6: División del área experimental .....	19
Figura 7: Mazorcas del híbrido HH-131 x CML-451. (A) Longitud de mazorca, (B) Diámetro de mazorca.....	27
Figura 8: Análisis de correlación múltiple entre los 16 caracteres evaluados en híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	33
Figura 9: Floración del híbrido 10-OHG x DK-107. (A) Antesis, (B) Emisión de estigmas .....	36
Figura 10: Evaluación de planta del híbrido SANTA ELENA x DK-107. (A) Medición de altura de mazorca, (B) Medición para el diámetro de tallo .....	40

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Valores medios de rendimiento de grano (t/ha) de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	60
Anexo 2: Valores medios de índice de desgrane (%) de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	61
Anexo 3: Valores medios de humedad de grano a la cosecha (%) de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	62
Anexo 4: Valores medios de longitud de mazorca (cm) de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	63
Anexo 5: Valores medios de diámetro de mazorca (cm) de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	64
Anexo 6: Valores medios de granos por hilera de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	65
Anexo 7: Valores medios de hileras por mazorca de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina.....	66
Anexo 8: Valores medios del peso de 500 granos (g) de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	68
Anexo 9: Valores medios de floración masculina (días) de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	69
Anexo 10: Valores medios de floración femenina (días) de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	70
Anexo 11: Valores medios de altura de planta (m) de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina.....	71
Anexo 12: Valores medios de altura de mazorca (m) de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	72
Anexo 13: Valores medios de diámetro de tallo (cm) de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	73
Anexo 14: Valores medios de mazorcas por planta de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina.....	74
Anexo 15: Valores medios de hojas sobre mazorca de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	75
Anexo 16: Valores medios de total de hojas por planta de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina .....	76

## RESUMEN

El desarrollo de híbridos de maíz amarillo duro se ha masificado durante los últimos años. Lo que se busca en las variedades modernas es que se adapten a las condiciones y necesidades actuales, como ser tolerantes a factores abióticos y resistentes a estreses bióticos, pero, sobre todo, que sean altamente rendidores. Por ello, este trabajo tiene como objetivo identificar híbridos simples de maíz amarillo duro promisorios en cuanto al rendimiento de grano y que presenten plantas más bajas que las del testigo, para lo cual se evaluaron 42 híbridos simples experimentales y tres testigos comerciales DK-7088, PM-213 y EXP-05. La siembra se realizó en invierno (julio), en el área experimental de la Universidad Nacional Agraria La Molina, ubicado en La Molina, y se cosechó en verano (enero). Por otra parte, se evaluaron variables como rendimiento de grano (t/ha), índice de desgrane (%), humedad de grano a la cosecha (%), longitud y diámetro de mazorca (cm), hileras por mazorca, granos por hilera, peso de 500 granos (g), floración masculina y femenina (días), altura de planta (m), diámetro de tallo (cm), altura de mazorca (m), mazorcas por planta, hojas sobre mazorca y total de hojas por planta. Es así que, 10 híbridos rindieron más que los testigos, de ellos, los híbridos simples 10-OHG x DK-125 y 16-HH x 10-OHG rindieron 19.03 y 18.05 t/ha, y sus plantas tuvieron una altura de 2.60 y 2.75 m respectivamente. Mientras que, los testigos DK-7088, PM-213 y EXP-5 lograron producir 15.20, 14.88 y 14.85 t/ha y con plantas de 2.18, 2.40 y 2.55 m, respectivamente. Así mismo, los híbridos que desarrollaron plantas más bajas y que no superaron los 2 m de altura, presentaron rendimientos menores a las 10 t/ha.

**Palabras clave:** maíz amarillo duro, rendimiento de grano, altura de planta, híbrido simple

## ABSTRACT

The development of hard yellow maize hybrids has become widespread during the last years. What is sought in modern varieties is that they adapt to current conditions and needs, such as being tolerant to abiotic factors, and resistant to biotic stresses, but, above all, that they are highly yielding. Therefore, this work aims to identify simple hybrids of hard yellow maize promising in terms of grain yield and that have lower plants than those of the control, for which 42 simple experimental hybrids and three commercial controls, DK- 7088, PM-213 y EXP-05, were evaluated. The sowing was carried out in winter (July), in the experimental area of National Agrarian University, located in La Molina, and it was harvested in summer (January). On the other hand, variables such as grain yield (t/ha), shelling index (%), grain moisture at harvest (%), ear length and diameter (cm), rows per ear, grains per row, weight of 500 seeds (g), male and female flowering (days), plant height (m), stem diameter (cm), ear height (m), stem diameter (cm), ear per plant, leaves on ear and total leaves per plant, were evaluated. Thus, 10 hybrids yielded more than the controls, of them, the simple hybrids 10-OHG x DK-125 and 16-HH x 10-OHG yielded 19.03 and 18.05 t/ha, and their plants had a height of 2.60 m and 2.75 m, respectively. While, the controls DK-7088, PM-213 and EXP-05 managed to produce 15.20, 14.88 and 14.85 t/ha and 2.18, 2.40 and 2.55 m plant height, respectively. Likewise, the hybrids that developed shorter plants and that did not exceed 2 m in height, presented yields lower than 10 t/ha.

**Key words:** hard yellow maize, grain yield, plant height, single hybrid

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz se considera como uno de los alimentos de mayor interés a nivel mundial, los cuales debido a su demanda han incrementado su producción, exportación y/o importación (FAO, 2002). Este cultivo tiene como origen México, a partir del cual, fue adaptado en diferentes países (Galinat, 1988).

Existe una gran variedad de maíces, tanto a nivel internacional como nacional. Cada uno de ellos puede ser empleado en diferentes formas. Gracias a la versatilidad de uso puede emplearse como alimento humano, animal, entre otros (Paliwal, 2001). Uno de los cultivares con mayor producción es el maíz amarillo duro. Este cultivar de maíz se considera la principal fuente para la producción de alimento de animales, debido a su alta disponibilidad y bajo costo (García & Serna, 2019).

A nivel mundial, Estados Unidos se ha consolidado como el principal productor de maíz, alcanzando poco más de 300 millones de toneladas en el 2019 (FAO, 2021); incrementando a más de 360 millones para el año 2020 (Barrett, 2021). Este país no solo se considera el productor número uno, sino que también cubre aproximadamente el 31 % de las exportaciones mundiales (Ministerio de Agricultura y Riego, 2020).

Por otro lado, a nivel nacional, el maíz amarillo duro también ha cobrado importancia, puesto que se ha convertido en un insumo fundamental en la industria avícola y porcina; aunque, su producción en el Perú no abastece las necesidades internas (Posada, 2018). Es así que, la producción nacional en el año 2018 fue de 1.2 millones de toneladas (Banco Central de Reserva del Perú, 2019). Es por ello, que optan por la importación del grano. Así, Estados Unidos es uno de los países proveedores de dicho insumo (Sanchez *et al.*, 2019a), alcanzando 1.9 millones de toneladas de maíz amarillo duro durante el primer semestre del año 2020 (Gestión, 2021).

De la misma forma que el rendimiento afecta la producción, otros factores son los cambios que se vienen dando en las condiciones climáticas, y el incremento de la población humana.

Por lo tanto, con la finalidad de solucionar estos problemas, surgieron diversas alternativas. En el caso de los agricultores, empezaron a modificar sus métodos de cultivo para afrontar los cambios climáticos que se presentan (Munguía *et al.*, 2015). Por otra parte, apareció el desarrollo de híbridos, este método genera nuevas variedades, las cuales son capaces de cubrir las necesidades del humano. Por ello, se debería considerar las variedades de maíz utilizadas en campo, y seleccionar las que provean de un mayor rendimiento de grano.

El desarrollo de híbridos es una técnica que ha permitido la adaptación de diversos cultivos en diferentes condiciones, siendo uno de ellos el maíz. Las plantas formadas a partir de las semillas híbridas pueden llegar a expresar mejores características; debido a que, la configuración genética obtenida a partir del cruce entre dos plantas no emparentadas genéticamente, da como resultado semillas con información genética única (MacRobert *et al.*, 2015). Esta mejora genética genera plantas uniformes (García *et al.*, 2020) y con mejor rendimiento (Arellano *et al.*, 2018).

El Programa de Investigación y Proyección Social en Maíz, el cual antes llevaba el nombre de Programa Cooperativo de Investigación en Maíz (PCIM) de la UNALM, desarrolló híbridos dobles de maíz amarillo duro. Sin embargo, en la actualidad, las plantas obtenidas han sido altas, y su rendimiento de grano fue menor en comparación con los híbridos importados, los cuales en su mayoría son simples. Es por esta razón, que el Programa de maíz viene realizando investigaciones las cuales se orientan a la obtención de híbridos simples de porte bajo, con plantas más uniformes, donde además la heterosis sea máxima para el rendimiento de grano. En el futuro, luego de la liberación del híbrido simple mejorado, los principales beneficiarios serían los agricultores que siembran maíz amarillo duro, ya que el insumo más importante en su sistema de producción, es la semilla; la cual debe ser genéticamente superior a la variedad que ellos usan.

### **1.1.Objetivo general**

Evaluar el comportamiento de 42 híbridos simples de maíz amarillo duro cultivados en La Molina.

### **1.2.Objetivos específicos**

- Identificar híbridos simples promisorios que muestren buen rendimiento de grano.
- Identificar híbridos simples promisorios que presenten plantas de menor altura que los testigos EXP-5, DK-7088 y PM-213.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. El maíz

#### 2.1.1. Taxonomía

Según el Departamento de agricultura de Estados Unidos (2021), la clasificación taxonómica del maíz es la siguiente:

Reino	: <i>Plantae</i>
Sub reino	: <i>Tracheobionta</i>
Super división	: <i>Spermatophyta</i>
División	: <i>Magnoliophyta</i>
Clase	: <i>Liliopsida</i>
Sub clase	: <i>Commelinidae</i>
Orden	: <i>Cyperales</i>
Familia	: <i>Poaceae</i>
Genero	: <i>Zea</i> L.
Especie	: <i>Zea mays</i> L.

#### 2.1.2. Morfología

##### a) Tallo

Según Chen (2015), el tallo del maíz suele ser grueso y fuerte, y puede alcanzar hasta 3 m de largo y 5 cm de diámetro. Además, señala que una de las principales características de esta planta es que su estructura cuenta con una gran proporción de medula, la cual está compuesta por parénquima y haces vasculares, siendo esponjoso y de baja densidad; indicando que la planta posee baja resistencia mecánica.

En la parte de inferior del tallo, los entrenudos son cortos y gruesos, siendo lo opuesto en la parte superior (Kumar *et al.*, 2012). Entre los entrenudos se forman nudos, los cuales son anillos leñosos, a partir de los cuales bajan las raíces (Hipp, 2004).



## **b) Hoja**

Sus hojas constan de tres partes; el cuerpo, es el área plana que absorbe la luz solar; la vaina, es la zona que envuelve al tallo; y el cuello, es el área que diferencia el cuerpo y la vaina (Endicott *et al.*, 2015). Las hojas de la parte superior de la planta son las responsables en mayor parte de la fotosíntesis (Kumar *et al.*, 2012). Por lo tanto, la cantidad de hojas que forme una planta podría influir en el rendimiento, al volver más eficiente al cultivo (Rutger *et al.*, 1971). Por otra parte, la posición de las hojas también podría ser uno de los factores a intervenir en el rendimiento de grano (Russell, 1972). Cuando las hojas son verticales en la zona superior, y horizontales en la zona inferior, su efecto sería positivo en el rendimiento (Xue *et al.*, 2021).

## **c) Inflorescencia masculina**

La inflorescencia masculina es una panícula formada a partir del meristemo del brote apical; esta cuenta con una espiga central y alrededor de 10 a 50 ramas laterales (Kumar *et al.*, 2012).

Como indican Cheng y Pareddy (1994), cada espiguilla tiene dos glumas que encierran a dos flores; además, cada uno está cubierto por una lema y una palea, adyacentes a ellas se encuentran dos de las anteras y una tercera adyacente a la lema. Así también, indican que las ladículas se hinchan en la anthesis, de manera que, permite la liberación de las anteras por elongación de los filamentos, permitiendo que estas liberen el polen.

## **d) Inflorescencia femenina**

La flor femenina se encuentra cubierta por las hojas, cuando emergen los estilos estos tienen un color amarillo pálido, y posteriormente toman un color verde o púrpura; además, cada espiguilla alberga dos flores, de las cuales solo una se convertirá en grano, al ser fertilizada por el polen (Kumar *et al.*, 2012). La flor desarrolla glumas, y flósculos, del cual solo el inferior continúa su desarrollo y el otro permanece rudimentario (Cheng & Pareddy, 1994).

## **e) Raíz**

Las plantas de maíz desarrollan tres tipos de raíces, a parte de la raíz principal. Según Feldman (1994) y Kumar *et al.* (2012), la primera de ellas son las raíces seminales, las cuales están presentes en la semilla desde antes de la germinación de esta. Luego se encuentran las raíces adventicias, estas se caracterizan por ser fibrosas, y se forman a partir de nudos

inferiores del tallo por debajo del suelo, siendo las raíces más activas de la planta. Por último, se encuentran las raíces de apoyo, las cuales se forman en los dos nudos inferiores del tallo.

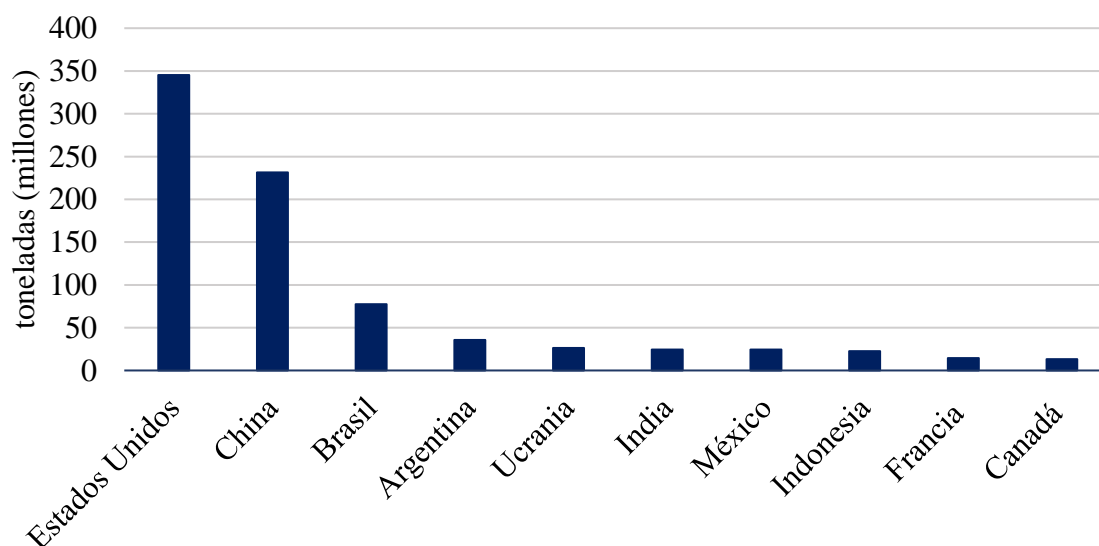
En general, las raíces del maíz se tienen un mayor desarrollo hasta el periodo cercano a la floración (Liedgens *et al.*, 2000).

## **2.2. Importancia del maíz**

El maíz es considerado uno de los principales alimentos a nivel mundial, ubicándose en tercer lugar, después del trigo y arroz. La demanda mundial de estos insumos se ha incrementado en los últimos años, siendo los países en vías de desarrollo los más dependientes de su importación (FAO, 2002). Principalmente, el grano es la parte comercial de la planta, el cual, dependiendo del tipo de maíz tiene su respectivo uso siendo los más comunes el maíz amarillo y blanco; el primero, como alimento para animales, y el segundo, como parte de comidas tradicionales (García & Serna, 2019). Por otro lado, de acuerdo con la cultura del país, así como, del estado de desarrollo de la planta, esta puede ser utilizada de diversas formas; por ejemplo, el uso de espigas jóvenes como hortaliza, y el consumo de mazorcas verdes; además del uso como forraje cuando la planta aun esta verde al momento de la cosecha (Paliwal, 2001).

Según datos de la FAO (2021), durante el periodo 2010 – 2019, los tres principales continentes que concentraron la mayor producción de maíz fueron: América, Asia y Europa, con 50.1 %, 31.4 %, y 11.1 %, respectivamente. Por otro lado, fueron diez los países con una producción representativa de maíz, dentro de ellos se encontraban los siguientes: Estados Unidos, China, Brasil, Argentina, Ucrania, India, México, Indonesia, Francia y Canadá (Figura 1). De dicho grupo, los tres primeros fueron los de mayor producción; el primero con 345,411,649 toneladas, el segundo con 231,558,420 toneladas, y el tercero con 77,558,420 toneladas. Así mismo, conforme incrementa la producción de maíz, el área cosechada también aumento; paso de 164,586,904 hectáreas en el 2010, a 197,204,250 hectáreas en el 2019. Mientras que la producción mundial incremento de 852,160,647 toneladas en el 2010, a 1,148,487,291 toneladas en el año 2019.

Así también, al igual que la FAO, Doggett y Chrisp (2019), indican que durante el periodo 2018-2019, la producción mundial de maíz estuvo encabezada por Estados Unidos, China y Brasil como los principales productores, siendo 336.3, 257.3 y 94.5 millones de toneladas métricas, respectivamente, de un total de 1,099.6 millones de toneladas métricas.



**Figura 1: Principales productores de maíz durante el periodo 2010-2019. Fuente: FAO (2021)**

## 2.3. Maíz amarillo duro

### 2.3.1. Situación a nivel mundial

El consumo masivo de maíz amarillo duro conllevó a la exportación de este. Durante el periodo 2020 – 2021, países como Estados Unidos, Brasil, Argentina y Ucrania abarcaron el 88 % de las exportaciones; siendo el porcentaje de participación de cada uno 31.6 %, 21.3 %, 18.5 % y 16.6%, respectivamente (Ministerio de Agricultura y Riego, 2020). Sin embargo, para los años 2021-2022 esta se reduciría a 86.9 %, debido a los cambios en la participación de Brasil, Argentina y Ucrania, cuyos nuevos valores serían 20.4 %, 19.4 % y 15.5 %, respectivamente (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021).

Las exportaciones de maíz son dadas principalmente por Estados Unidos, es así, que en el año 2019 su participación fue de aproximadamente 35 % (Mallory, 2021). Según los datos del Consejo de granos de los Estados Unidos (2021), países como China, México, Japón, Colombia, Corea del Sur, Taiwán, Canadá, Guatemala, Perú, entre otros; son sus principales clientes. Además, desde el año 2015 hasta el 2020, México y Japón fueron los países con mayor importación de maíz proveniente de dicho país. Es así que, durante el periodo 2019-2020, el primero importó 14,491,168 toneladas, valorizadas en 2,651,535,684 dólares; mientras que el segundo importó 10,022,978 toneladas, con valor de 1,770,117,388 dólares.

Respecto a las importaciones mundiales, si bien en el periodo 2017-2018, la Unión Europea, México y Japón fueron los principales importadores de maíz amarillo duro, con 18.4, 16.1 y

15.6 millones de toneladas, respectivamente (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019a). Para el periodo 2020-2021 fueron China, México, Japón, Vietnam y la Unión Europea los que adquirieron mayor cantidad; 26, 16.5, 15.4, 13 y 12 millones de toneladas, respectivamente; siendo la importación mundial de 178.3 millones de toneladas (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021).

Por otra parte, la importación de maíz producido en Estados Unidos durante el periodo 2019-2020 fue de 553,520 toneladas, con un valor monetario de 84,972,730 dólares; este valor es el menor respecto a años anteriores (Consejo de granos de los Estados Unidos, 2021). Sin embargo, la cantidad total importada durante el año 2020 fue de 3,744,001.14 toneladas de maíz amarillo duro, siendo su valor monetario de 740,164,502 dólares; el producto fue adquirido, principalmente de Argentina, seguido de Estados Unidos, Brasil, Paraguay y Bolivia (Ramos, 2021). Este cambio, se debió a que, tanto Argentina como Brasil, disminuyeron el precio de exportación de maíz, compitiendo con el producto estadounidense (Fosu & Wahl, 2020).

### **2.3.2. Situación a nivel nacional**

En el Perú el maíz amarillo duro, se considera un insumo principal tanto en la industria avícola como porcina; razón por la cual, al crecer ambos sectores, el consumo de este tipo de maíz también incrementa (Posada, 2018). Este se cultiva principalmente en las regiones de Costa y Selva, alcanzando aproximadamente el 56 % de superficie sembrada (García, 2017).

A nivel nacional la producción de maíz amarillo duro ha tenido cambios durante los últimos años. Según el Banco Central de Reserva del Perú (2019), en el año 2015, el país alcanzó la máxima producción, con 1,438,600 toneladas; aunque, al año siguiente, descendió a 1,232,400 toneladas. Sin embargo, durante los años 2017 y 2018, incrementó a 1,249,600 y 1,265,100 toneladas, respectivamente. Así también, para el año 2018 Ancash fue el departamento con mayor producción, seguido de Ica y Lima, cada uno con una representación de 17 %, 16 % y 10 %, respectivamente (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019b).

Como se mencionó en un inicio, tanto la industria avícola como la porcina se han incrementado, siendo 6 % y 5 % en promedio anual, respectivamente; ocasionando un déficit en la producción nacional, por lo cual, se incrementaron las importaciones de este producto (Posada, 2018). Es así, que para el año 2018, la importación de maíz amarillo duro fue de

3,528,303 toneladas (Sanchez *et al.*, 2019b). Mientras que, durante el primer trimestre del año 2019, la importación fue de 1,043,596 toneladas, siendo los países de procedencia Estados Unidos, Argentina, Brasil, Uruguay y Bolivia (Sanchez *et al.*, 2019a). A parte de ello, estiman que para el periodo 2020-2021 la importación de este grano alcanzaría 4 millones; mientras que para el 2021-2022 consideran que llegue a 4.2 millones de toneladas (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021).

Por otro lado, aunque en menor cantidad, Perú participa en la exportación de maíz amarillo duro. De manera que, durante el periodo 2019-2020, exportó 11 mil toneladas; aunque, en 2020-2021 se redujo a 10 mil toneladas (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021).

#### **2.4. Uso de híbridos de maíz**

A inicios del siglo XX ya surgía un problema con el cultivo de maíz, el rendimiento con el uso de líneas endogámicas disminuía continuamente; de manera que, los investigadores realizaron los primeros híbridos entre dos líneas endogámicas, con esto obtuvieron mejor rendimiento; sin embargo, la cantidad de semilla producida era baja, por ello, optaron por híbridos de cuatro vías o doble cruzamiento (Crow, 1998). Puesto que, los rendimientos de grano mejoraron con el cultivo de híbridos (Duvick, 1980); fue que alrededor del año 1930 iniciaron el uso de híbridos de maíz en Estados Unidos (Hochholdinger & Baldauf, 2018). De modo que, para inicios del siglo XXI ya era el principal cultivo sometido a técnicas de fitomejoramiento (Paliwal, 2001). Posteriormente, su uso se expandió a otros países de América, Asia y Europa; aun así, continuaron con los estudios para adaptar variedades a sus condiciones, en la que participaron diversas instituciones (Byerlee, 2020).

Otra característica de los híbridos, es que las plantas al desarrollarse son uniformes, lo que permite el uso de herramientas tecnológicas en el campo para determinadas labores o estudios (García *et al.*, 2020).

Sin embargo; existen diversos factores que pueden intervenir en el uso de las semillas mejoradas. Huamanchumo (2013), realizó un estudio a nivel nacional, en el cual menciona que los agricultores tienen cierta desconfianza hacia el uso de las semillas comerciales, ya que algunos de sus productores las adulteran, así como las expectativas no cubiertas en relación a los resultados ofrecidos en la etiqueta. Además, tanto los fundos como los agricultores optan en mayor porcentaje por adquirir el producto importado, de manera que, el 61 % de la demanda está cubierto con semilla común, el 31 % con semilla importada y solo el 9 % con semilla nacional certificada. Por otra parte, una de las empresas de la cual

adquieren semillas es Farmex, esta tiene productos con rendimiento entre 13,000 y 16,725 kg/ha, mientras que a nivel nacional las semillas INIA-619 tiene un rendimiento de 14,000 kg/ha (Zegarra, 2014).

#### **2.4.1. Maíz híbrido simple**

Se considera un híbrido al resultado de la fecundación entre plantas que no están emparentadas genéticamente, la semilla posee una configuración genética única, produciendo plantas con ciertas características, como madurez específica, resistencia a enfermedades, color y calidad de grano, entre otros (MacRobert *et al.*, 2015). Por lo tanto, el híbrido se expresa como el equilibrio al combinarse dos genomas diferentes (Baranwal *et al.*, 2012).

Existen diferentes tipos de híbridos, uno de ellos es el híbrido simple, el cual se obtiene a partir del cruce de dos líneas puras (Carrera *et al.*, 2005); además, este tipo de híbrido puede producir mayor homogeneidad (Cubero, 2013). Según MacRobert *et al.* (2015), un híbrido simple tiene un rendimiento de semillas bajo, ocasionando que su precio de semilla sea alto; sin embargo, tiene características uniformes y posee un alto rendimiento de grano. Además de otras características favorables, como resistencia al acame y a enfermedades (Bejarano, 2003).

#### **2.5. Heterosis**

Heterosis es definido como la superioridad del híbrido sobre el resultado promedio de los padres (Lamkey & Edwards, 1997; Lippman & Zamir, 2007); generando variedades con mayor vigor y mejor rendimiento (Fu *et al.*, 2014). Por lo tanto, su principio es que las variedades desarrolladas sean mejores (Fu *et al.*, 2014; Hochholdinger & Baldauf, 2018; Labroo *et al.*, 2021), mediante la interacción de genomas (Das *et al.*, 2021). Para obtener dichos resultados, factores como la diversidad genética y la aptitud combinatoria son vitales (Whaley, 1944; Llaven *et al.*, 2015).

La heterosis también fue denominado vigor híbrido (Stuber, 1994; Baranwal *et al.*, 2012). Sin embargo, según Shull (1948), el primer término se refiere a la estimulación del desarrollo resultante de un mecanismo entre la unión de diferentes gametos; mientras que, con vigor híbrido hace referencia específicamente a las manifestaciones producidas por la heterosis.

Según Birchler *et al.* (2010) mencionan que, la heterosis tiene acción en el crecimiento de la planta, debido a que, este se encuentra relacionado con el número de células. Cuando la floración se retrasa el crecimiento vegetativo se prolonga el crecimiento vegetativo.

Esta técnica de fitomejoramiento ha sido aplicada en mayor frecuencia para el cultivo de maíz, generando plantas con mejor rendimiento, y absorción de agua (Chairi *et al.*, 2016; Arellano *et al.*, 2018). Los buenos resultados que han obtenido en el maíz, ha generado que se realicen estudios sobre otras plantas con el fin de observar su potencial (Stuber, 1994). Estas investigaciones se han ayudado de herramientas moleculares (Liu *et al.*, 2020), generando resultados satisfactorios, especialmente en vegetales (Yu *et al.*, 2021).

## **III. METODOLOGÍA**

### **3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN**

El trabajo de investigación se realizó en el departamento de Lima, provincia Lima, distrito La Molina; dentro de las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria La Molina; en el terreno asignado al Programa de Maíz, que lleva el nombre de “Jardín Genético”.

### **3.2. MATERIALES**

#### **3.2.1. Material genético**

El material con el cual se trabajó consta de 45 híbridos de maíz amarillo duro: 42 híbridos simples y 3 testigos comerciales (Tabla 1).

##### **3.2.1.1. Híbridos simples**

Los 42 híbridos simples fueron obtenidos por cruzamiento entre líneas S.3 derivadas de germoplasma peruano por líneas S.6 de procedencia del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo – CIMMYT, México.

#### **a) Híbridos testigos**

- DK-7088, la empresa Hortus detalla que es un híbrido simple, rustico y con alto potencial de rendimiento, posee además una excelente calidad de grano y cobertura de mazorca, se le considera un material estable el cual se adapta a diferentes valles y zonas agroclimáticas. Este híbrido puede alcanzar un rendimiento de 10 t/ha.
- PM-213, es un híbrido doble, que puede ser sembrado todo el año en costa norte, y durante el verano en costa central. Su periodo vegetativo es de 150 a 160 días. Además, tiene grano anaranjado, semiduro. Así como, un rendimiento de 12 t/ha.
- Experimental-05, es un híbrido doble, el cual se adapta principalmente a la costa, su periodo vegetativo es de 110 a 120 días. Tiene grano anaranjado semiduro. Este híbrido posee un rendimiento de 12 t/ha.



**Tabla 1: Detalles de material genético en estudio y randomización**

Tratamiento	Híbrido	BLOQUES			
		I	II	III	IV
T1	DK-107 x DK-125	107	213	325	423
T2	CML-451 x DK-125	129	226	306	432
T3	CML-226 x DK-125	128	219	339	407
T4	CML-225 x DK-125	142	239	314	441
T5	SANTA ELENA x DK-125	124	232	303	402
T6	ADVANTA x DK-125	121	230	340	442
T7	10-OHG x DK-125	120	211	309	426
T8	16-HH x DK-125	117	221	345	424
T9	HH-131 x DK-125	139	233	330	411
T10	CML-451 x DK-107	103	205	324	420
T11	CML-226 x DK-107	138	204	302	436
T12	CML-225 x DK-107	130	229	336	438
T13	SANTA ELENA x DK-107	118	207	301	410
T14	ADVANTA x DK-107	119	231	338	433
T15	10-OHG x DK-107	127	242	315	416
T16	HH-131 x DK-107	123	209	319	434
T17	CML-226 x CML-451	111	217	326	429
T18	CML-225 x CML-451	134	237	316	445
T19	SANTA ELENA x CML-451	105	210	308	418
T20	10-OHG x CML-451	132	235	337	413
T21	16-HH x CML-451	131	241	322	404
T22	HH-131 x CML-451	144	228	311	415
T23	ADVANTA x CML-451	136	214	328	409
T24	SANTA ELENA x CML-225	110	201	341	403
T25	ADVANTA x CML-225	137	218	342	422
T26	16-HH x CML-225	115	202	334	443
T27	HH-131 x CML-225	145	236	344	430
T28	CML-225 x CML-226	133	243	317	417
T29	SANTA ELENA x CML-226	113	224	333	427
T30	ADVANTA x CML-226	106	212	307	425
T31	10-OHG x CML-226	102	220	320	435
T32	16-HH x CML-226	109	238	313	421
T33	HH-131 x CML-226	126	240	329	406
T34	10-OHG x ADVANTA (1)	104	215	305	408
T35	16-HH x ADVANTA	141	222	318	444
T36	HH-131 x ADVANTA	112	203	312	439
T37	10-OHG x ADVANTA (2)	143	225	321	431
T38	10-OHG x SANTA ELENA	101	244	332	414
T39	16-HH x 10-OHG	122	234	323	405
T40	HH-131 x 10-OHG	135	208	343	401
T41	ADVANTA x SANTA ELENA	125	206	335	437
T42	HH-131 x 16-HH	108	245	310	428
T43	PM-213	114	227	327	440
T44	EXP-5	140	216	304	412
T45	DK-7088	116	223	331	419

### 3.3. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

La instalación del trabajo de investigación se llevó a cabo en el mes de julio, durante la estación de invierno.

#### 3.3.1. Preparación de campo

En primer lugar, se inició la preparación del suelo con el riego pesado. Posterior a ello, se llevó a cabo el paso de arado de disco, rastra y nuevamente grada de discos, culminando con el armado de los surcos.

#### 3.3.2. Siembra

Una vez la preparación del campo culminó, se realizó el marcado o guía del campo (Figura 2A), considerando 80 cm. la distancia entre surcos. Luego se realizó la siembra de maíz amarillo duro, la cual se llevó a cabo de forma manual, colocando 3 semillas en cada golpe (Figura 2B). Además, la separación entre los golpes fue de 40 cm., considerando que en cada surco se distribuyó 11 golpes para cada tratamiento (híbrido).



**Figura 2: (A) Siembra de los genotipos y cuerda guía marcada; (B) siembra de tres semillas por golpe; en el campo experimental “Jardín genético**



### 3.3.3. Raleo y aporque

La emergencia de plántulas se observó 9 días después de la siembra (Figura 3A). El raleo se realizó a los 50 días después de la siembra (Figura 3B). Debido a que, solo se debían conservar dos plantas por golpe en todas las parcelas. Por otra parte, luego de 63 días después de la siembra, se llevó a cabo el aporque manualmente (Figura 3C).



**Figura 3: (A) Emergencia de plántulas de maíz amarillo duro, (B) Raleo de plantas de maíz amarillo duro, (C) Aporque de plantas de maíz amarillo duro; en el campo experimental “Jardín genético”**

### 3.3.4. Riego

Los riegos realizados para este trabajo fueron por gravedad (Figura 4). El primer riego, se realizó 30 días después de la siembra. A partir de ahí, el riego se dio cada dos semanas; hasta los 15 días antes de la cosecha. De manera que, en total fueron 12 riegos.



**Figura 4: Riego por gravedad del campo experimental “Jardín genético”**



### 3.3.5. Fertilización

La fertilización se realizó en dos partes, considerando una dosis de 200 N – 100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 100 K<sub>2</sub>O, kg/ha. Los productos usados para la fertilización fueron urea, fosfato di amónico y cloruro de potasio.

La primera fertilización fue a los 15 días después de la siembra, momento en el que se aplicó el 50 % de nitrógeno y 100 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O. en la segunda fertilización se aplicó el 50 % restante de nitrógeno, el cual fue a los 47 días después de la siembra. Para ese punto, las plantas de maíz contaban con 7 hojas, y una altura entre 50 a 60 cm.

### 3.3.6. Cosecha

Previamente a la cosecha, se realizó un muestreo de granos de la punta de la mazorca. El indicador fue la presencia de una capa negra en la base del grano extraído. De manera que, de observarse dicha característica significaba que este había alcanzado la madurez fisiológica, por lo tanto, podía iniciarse con la cosecha. Es así que, que la cosecha se realizó cuando todos los tratamientos (híbridos) alcanzaron la madurez fisiológica, es decir, a los 184 días después de la siembra (Figura 5).



**Figura 5: Cosecha de maíz amarillo duro en el campo experimental "Jardín genético"**

### 3.4. CARACTERES EVALUADOS

#### 3.4.1. Previo a la cosecha

**Días a la floración masculina:** para marcar el inicio de la floración, se consideró el día en el cual más del 50 % de las plantas emitían polen en la panoja.

**Días a la floración femenina:** para marcar el inicio de la floración, se consideró el día en el cual más del 50 % de las plantas tenían visibles sus estigmas.

**Altura de planta:** la medición se realizó 10 días antes de la cosecha, en 10 plantas por parcela escogidas al azar, las cuales se encontraban en completa competencia, considerándose la medida desde la base del tallo, hasta la base de la inserción de la panoja.

**Altura de mazorca:** la medición se realizó 10 días antes de la cosecha, en 10 plantas por parcela escogidas al azar, las cuales se encontraban en completa competencia, considerándose la medida desde la base del tallo, hasta la inserción de la mazorca superior.

**Diámetro del tallo:** al mismo tiempo en que se tomaron los datos de altura de planta, se midió el contorno del tallo a la altura del primer entrenudo, posteriormente se dividió entre Pi (3.1416) para obtener el valor del diámetro del tallo.

**Mazorcas por planta:** se contabilizó 10 días antes de la cosecha, el número de mazorcas por planta, en 10 plantas escogidas al azar, las cuales se encontraban en completa competencia.

**Hojas sobre mazorca:** se contabilizó 10 días antes de la cosecha, el número de hojas sobre la mazorca por planta, en 10 plantas escogidas al azar, las cuales se encontraban en completa competencia.

**Total de hojas:** se contabilizó 10 días antes de la cosecha, el número total de hojas por planta, en 10 plantas escogidas al azar, las cuales se encontraban en completa competencia.

#### 3.4.2. En gabinete

Para llevar a cabo estas evaluaciones, se seleccionaron 10 mazorcas al azar de cada repetición y en ellas se evaluó lo siguiente:

**Humedad del grano a la cosecha (H):** se desgranaron tres hileras de las mazorcas seleccionadas al azar para formar una mezcla de aproximadamente 300 g, lo cual sirvió para determinar en ella el porcentaje de humedad del grano.

**Longitud de mazorca (LM):** con el uso de una regla milimetrada se midió el largo de la mazorca de extremo a extremo.

**Diámetro de la mazorca (DM):** con el uso de una regla milimetrada se midió el ancho de la mazorca, la misma que fue tomada en el tercio medio.

**Número de hileras por mazorca (HM):** se contabilizó en cada mazorca el número de hileras en la parte media de la misma.

**Número de granos por hilera (GH):** en cada una de las 10 mazorcas, se escogió dos hileras al azar, y en ellas se contabilizó el número de granos por hilera, para posteriormente obtener el promedio.

**Peso de 500 semillas:** luego de desgranar las 10 mazorcas, se tomaron al azar 500 semillas y se pesaron.

### 3.4.3. Procesamiento de datos

Con los datos registrados en el libro de campo de todos los caracteres evaluados de cada parcela, se continuo con la digitación en las hojas de cálculo para llevar a cabo los posteriores cálculos y el análisis estadístico respectivo.

**Rendimiento de grano (RG):** con el fin de denotar los rendimientos de cada entrada o híbrido en toneladas de grano por hectárea, se multiplicó el rendimiento promedio de cada parcela, por el porcentaje de desgrane, y por 0.971 considerado como coeficiente de contorno.

Según la siguiente formula:

$$RG = Pc \times 0.971 \times \%D \times Fh \times Ff \times 10/A$$

Donde:

RG = Rendimiento de grano (t/ha)

Pc = Peso total de mazorca cosechada en la parcela

Pg = Peso de grano

0.971 = Factor de contorno

%D = Porcentaje de desgrane ((Pg /Pc) x 100)

A = área de la parcela (m<sup>2</sup>)

Fh = Factor de corrección por humedad

$$Fh = \frac{100 - \% \text{humedad (H)}}{100 - 14}$$

Ff = Factor de corrección por fallas

$$Ff = \frac{11 - 0.3^{\circ}F}{11 - ^{\circ}F}$$

**Índice de desgrane (ID):** se calculó a partir de la multiplicación del cociente obtenido del peso de granos y peso de mazorca, con 100; según la siguiente formula:

$$ID = (\text{Peso de granos/peso de mazorca}) \times 100$$

### 3.5. DETALLES DEL ÁREA EXPERIMENTAL

Dentro del campo experimental “Jardín genético”, se marcaron 180 parcelas (Figura 6), considerando 45 parcelas por bloque. Donde cada parcela represento un genotipo (híbrido). Es así que, cada una de las parcelas en particular presentó las características detalladas en la tabla 2.

**Tabla 2: Características de la parcela**

Característica	Medida / Cantidad
Distancia entre surco (m)	0.80
Distancia entre golpe (m)	0.40
Nº plantas/ parcela	22
Long. de parcela o surco (m)	4
Nº de golpes/surco	11
Nº de surcos/parcela	1
Área de parcela (m <sup>2</sup> )	3.52
Semillas por golpe	3
Plantas/golpe	2
Área del experimento (m <sup>2</sup> )	789.6
Densidad (plantas/ha)	62500

	445	444	443	442	441	440	439	438	437	436	435	434	433	432	431	430	429	428	427	426	425	424	Bloque IV
401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	
	345	344	343	342	341	340	339	338	337	336	335	334	333	332	331	330	329	328	327	326	325	324	Bloque III
301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	
	245	244	243	242	241	240	239	238	237	236	235	234	233	232	231	230	229	228	227	226	225	224	Bloque II
201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	
	145	144	143	142	141	140	139	138	137	136	135	134	133	132	131	130	129	128	127	126	125	124	Bloque I
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	

**Figura 6: División del área experimental**

### 3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento fue instalado bajo el diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 45 tratamientos (híbrido) y cuatro repeticiones (bloques).

Los datos obtenidos fueron sometidos a la prueba de comparación de medias de Tukey, con un nivel de significancia de 0.05. A parte de ello, se llevó a cabo el análisis de correlación múltiple Pearson entre todos los caracteres evaluados (16). Este análisis estadístico se realizó haciendo uso del programa RStudio versión 3.6.3.

#### 3.6.1. Modelo aditivo lineal

El modelo aditivo lineal para el análisis de variancia será es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + R_i + G_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = observación correspondiente a la unidad experimental en la que se sembró el genotipo **j** en el bloque **i**.

$\mu$  = media general.

$R_i$  = efecto de la repetición o bloque **i**.

$G_j$  = efecto del genotipo **j**.

$\varepsilon_{ij}$  = efecto aleatorio o error asociado a la observación  $Y_{ij}$ .



Para:

$j = 1, 2, 3, \dots, 45$  genotipos de maíz.

$i = 1, 2, 3$  y 4 repeticiones o bloques.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Rendimiento de grano (t/ha)

El rendimiento de grano se considera una de las principales variables en la evaluación de híbridos de maíz amarillo duro. A partir del resultado del análisis de varianza para la variable rendimiento de grano (Tabla 11), se observó diferencias altamente significativas entre los híbridos. Es decir, el rendimiento de por lo menos un híbrido es diferente al de otro u otros híbridos evaluados.

Según Pimentel (1990) los valores de coeficiente de variación entre 10 % y 20 % son considerados medios, y a partir de 30 % ya no son aceptados, esto para un experimento en campo. El coeficiente de variación para rendimiento de grano fue 13.47 % (Tabla 11), por lo tanto, es un valor admitido.

Por otro lado, el híbrido que obtuvo un mayor rendimiento fue 10-OHG x DK-125 (T7), con 19.03 t/ha (Tabla 3). Sin embargo, según la prueba de Tukey no presentó diferencias significativas con los tratamientos (híbridos) T39 (18.05 t/ha), T20 (16.73 t/ha), T32 (16.58 t/ha), T19 (16.28 t/ha), T38 (16.08 t/ha), T34 (15.95 t/ha), T15 (15.78 t/ha), T31 (15.73 t/ha) y T29 (15.53 t/ha) (Tabla 3); así como con los tratamientos T45 (15.20 t/ha), T43 (14.88 t/ha), T5 (14.88 t/ha), T44 (14.85 t/ha), T17 (14.48 t/ha) y T13 (14.38 t/ha) (Anexo 1). Por otra parte, el cruce entre HH-131 x DK-107 (T6) presentó el menor rendimiento, con 1.00 t/ha. Además, fue estadísticamente igual al híbrido HH-131 x DK-125 (T9), el cual obtuvo un rendimiento de 5.50 t/ha (Anexo 1).

En el caso del resultado de los híbridos testigos DK-7088, PM-213 y EXP-5, sus valores no fueron estadísticamente diferentes entre sí, según la prueba de Tukey. Siendo 15.20 t/ha, 14.88 t/ha y 14.85 t/ha, respectivamente. A pesar de que, su valor numérico fue considerablemente menor en comparación con el mayor rendimiento (19.30 t/ha); estadísticamente fueron iguales (Anexo 1).

En una investigación realizada por Marino (2020), dichos híbridos testigos alcanzaron un rendimiento promedio de 10.92 t/ha, 10.25 t/ha y 10.71 t/ha, respectivamente. Así también,

Chura (2019) obtuvo 10.94 t/ha y 9.44 t/ha en rendimiento de grano promedio para EXP-05 y PM-213, respectivamente. De manera tal, que los resultados obtenidos en el presente trabajo fueron superiores. Estas diferencias en el rendimiento de grano, posiblemente fueron por las distintas épocas de siembra, ya que, en el caso de Chura (2019) fue en agosto, y para Marino (2020) fue en septiembre. De manera que el ciclo de ambos fue menor comparado con el presente trabajo cuya siembra fue en julio, lo cual pudo haber afectado el llenado de granos. Esto debido a que, cuando la planta posee un ciclo más largo, éste se beneficia por el mayor periodo de actividad fotosintética, lo cual favorece el incremento de fotosintatos y por ende el llenado de granos; dando como resultado rendimientos superiores. Por otra parte, según Sánchez (2004), la siembra de maíz amarillo duro en invierno genera buenos rendimientos, puesto que disminuye la incidencia de plagas, así como el consumo de agua.

**Tabla 3: Comparación de medias para rendimiento (t/ha) en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido	Media
T7 - 10-OHG x DK-125	19.03 a
T39 - 16-HH x 10-OHG	18.05 a b
T20 - 10-OHG x CML-451	16.73 a b c
T32 - 16-HH x CML-226	16.58 a b c
T19 - SANTA ELENA x CML-451	16.28 a b c
T38 - 10-OHG x SANTA ELENA	16.08 a b c d
T34 - 10-OHG x ADVANTA	15.95 a b c d
T15 - 10-OHG x DK-107	15.78 a b c d
T31 - 10-OHG x CML-226	15.73 a b c d e
T29 - SANTA ELENA x CML-226	15.53 a b c d e

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ )

#### 4.2. Índice de desgrane (%)

A partir del resultado del análisis de varianza para la variable índice de desgrane (Tabla 11), se observó diferencias altamente significativas entre los híbridos. Es decir, el porcentaje de índice de desgrane fue diferente para cada uno de los híbridos evaluados.

Por otra parte, el coeficiente de variación para índice de desgrane fue 3.82 % (Tabla 11), siendo aceptado el valor.

Chura y Tejada (2014) consideran que el índice de desgrane es una de las características que más se encuentra relacionada al rendimiento. Además, según lo mencionado por Bocanegra

(1953) citado por Chura y Tejada (2014), los valores iguales o superiores a 80 % son los deseados en maíz amarillo duro. Es así que, los resultados en todos los híbridos serían lo esperado. Puesto que, aproximadamente el 22 % de los híbridos alcanzaron el 90 % de índice de desgrane, los cuales fueron: SANTA ELENA x CML-451 (T19), 16-HH x CML-451 (T21), 16-HH x CML-225 (T26), SANTA ELENA x CML-226 (T29), 16-HH x CML-226 (T32), 10-OHG x SANTA ELENA (T38), 16-HH x 10-OHG (T39), DK-7088 (T45), SANTA ELENA x DK-125 (T5) y ADVANTA x DK-125 (T6) (Tabla 4). Mientras que otro 22 % obtuvo 80 % en el índice de desgrane. Siendo ambos valores estadísticamente diferentes entre sí.

Los híbridos testigos PM-213, EXP-05 y DK-7088 presentaron valores de 82.50 %, 80.67 % y 90 %, respectivamente (Anexo 2). Además, tanto el primero como último; y el primero como el segundo, son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey. Para este caso, los resultados no difieren demasiado de otros trabajos, donde obtuvieron 84.55 %, 81.09 % y 88.25 %, para PM-213, EXP-05 y DK-7088, respectivamente (Marino, 2020).

Por otra parte, esta variable presentó una correlación (0.37) positiva, moderada y estadísticamente significativa (\*\*\*) con el rendimiento (Figura 8). Es decir, el incremento de la variable índice de desgrane se asoció moderadamente con un incremento en la variable rendimiento.

**Tabla 4: Comparación de medias para índice de desgrane (%) en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido	Media
T19 - SANTA ELENA x CML-451	90.00 a
T21 - 16-HH x CML-451	90.00 a
T26 - 16-HH x CML-225	90.00 a
T29 - SANTA ELENA x CML-226	90.00 a
T32 - 16-HH x CML-226	90.00 a
T38 - 10-OHG x SANTA ELENA	90.00 a
T39 - 16-HH x 10-OHG	90.00 a
T45 - DK-7088	90.00 a
T5 - SANTA ELENA x DK-125	90.00 a
T6 - ADVANTA x DK-125	90.00 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

### 4.3. Humedad del grano a la cosecha (%)

A partir del resultado del análisis de varianza para la variable humedad de grano (Tabla 11), se observó diferencias altamente significativas entre los híbridos. Es decir, el porcentaje de humedad del grano fue diferente en cada uno de los híbridos evaluados.

Por otra parte, el coeficiente de variación para humedad de grano fue 11.76 % (Tabla 11), siendo aceptado el valor.

Para realizar la cosecha de maíz el grano debe de alcanzar la madurez fisiológica, de manera que la humedad del grano sea mayor o igual a 15 % hasta 28 %; debido a que, un valor menor ocasionaría la partición del grano durante el desgrane mecánico (Obrador, 1984). Sin embargo, existen referencias de que el rango adecuado de humedad para la cosecha va desde 23 % hasta 28 %; puesto que, cuando la cosecha de maíz se realiza antes de tiempo, el grano pierde humedad y se contrae, perdiendo calidad (INIA Perú, 2021).

El resultado del híbrido 10-OHG x ADVANTA (T37) presentó el menor valor, 19.83 % (Tabla 5). Esto indicaría, que posiblemente el grano en dicha progenie alcanzó la madurez fisiológica antes que los otros. Además, el valor fue estadísticamente diferente al resultado superior (34.43 %); aunque estadísticamente igual al testigo PM-213 (28.38 %) (Anexo 3).

Por otra parte, el híbrido testigo DK-7088, presentó el mayor valor numérico para la humedad al momento de la cosecha, siendo de 34.43 % (Anexo 3). Esto indicaría, que dicho híbrido requirió de mayor tiempo para alcanzar la madurez fisiológica. Por otra parte, el valor fue estadísticamente igual a los otros dos testigos, PM-213 y EXP-05 con 28.38 % y 30.93 %, respectivamente (Anexo 3).

Alcanzar la madurez fisiológica en un menor periodo de tiempo podría permitir un mejor uso del campo, ya que, posibilitaría el desarrollo de más de un cultivo (Sarlangue, 2008; Cervantes *et al.*, 2018).

**Tabla 5: Comparación de medias para humedad de grano (%) en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido	Media
T37 - 10-OHG x ADVANTA	19.83 g
T42 - HH-131 x 16-HH	20.80 g f
T16 - HH-131 x DK-107	22.58 g f e
T9 - HH-131 x DK-125	22.85 g f e
T40 - HH-131 x 10-OHG	23.33 g f e d

T32 - 16-HH x CML-226	23.35 g f e d
T38 - 10-OHG x SANTA ELENA	23.88 g f e d c
T31 - 10-OHG x CML-226	24.48 g f e d c
T24 - SANTA ELENA x CML-225	25.00 g f e d c b
T10 - CML-451 x DK-107	25.28 g f e d c b a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

#### 4.4. Caracteres de mazorca

##### 4.4.1. Longitud de mazorca (cm) y diámetro de mazorca (cm)

A partir del resultado del análisis de varianza para las variables longitud de mazorca y diámetro de mazorca (Tabla 11), se observó diferencias altamente significativas entre los híbridos, en ambas variables. Es decir, el valor de longitud y diámetro de la mazorca fue diferente para cada uno de los híbridos.

Por otra parte, el coeficiente de variación para longitud de mazorca fue 5.60 %, y para diámetro de mazorca 2.82 % (Tabla 11), siendo aceptados ambos valores.

El tamaño de la mazorca es uno de los factores principales que se consideran en la selección de mazorca para semillas (Herrera *et al.*, 2002; Magdaleno *et al.*, 2016; Delgado *et al.*, 2018). Así también, el diámetro de la mazorca es un factor de importancia para su selección.

El híbrido SANTA ELENA x CML-451 (T19) presentó el mayor valor, con 19.73 cm. de longitud (Tabla 6). Para este caso, el rendimiento fue de 16.28 t/ha, uno de los valores superiores, y estadísticamente igual al mayor rendimiento (19.03 t/ha) (Tabla 3). Respecto a los híbridos testigos, estos fueron estadísticamente igual al mejor resultado según la prueba de Tukey, cuyos valores fueron 18.80 cm y 19.40 cm para PM-213 y EXP-05, respectivamente (Tabla 6).

Por otro lado, el híbrido 16-HH x DK-175 (T8), tuvo las mazorcas de menor tamaño, con 14.53 cm en promedio, siendo estadísticamente igual al testigo DK-7088, cuyo valor fue 15.68 cm (Anexo 4), en el mismo sentido fue el híbrido de menor rendimiento.

Borroel *et al.* (2018) y Velasco *et al.* (2019) encontraron que estas característica guardaban relación con el rendimiento; es decir, a mayor longitud y/o diámetro, mayor rendimiento. Es así, que la correlación entre longitud de mazorca y rendimiento (0.43) fue positiva, moderada y estadísticamente significativa (\*\*\*) (Figura 8). Es decir, el incremento de la variable longitud de mazorca se asoció moderadamente con un incremento en la variable rendimiento.

En el caso de diámetro de mazorca, los híbridos ADVANTA x CML-226 (T30) y HH-131 x ADVANTA (T36), fueron los resultados superiores, siendo el mismo valor, 6.05 cm (Tabla 7). Sin embargo, su rendimiento fue menor al resultado superior obtenido, siendo 14 t/ha y 13.08 t/ha, respectivamente, ambos estadísticamente iguales (Anexo 1).

Las mazorcas con menor diámetro se obtuvieron con los híbridos HH-131 x CML-451 (T22) (Figura 7B), y 10-OHG x CML-451 (T20). El valor fue el mismo en ambos, siendo 4.90 cm (Anexo 5); considerándose estadísticamente diferente al mayor valor obtenido. Asimismo, fueron estadísticamente iguales a los testigos PM-213, EXP-05 y DK-7088 con 4.93 cm, 4.98 cm, y 5.20 cm; respectivamente (Anexo 5). Respecto al rendimiento de los híbridos mencionados, el híbrido HH-131 x CML-451 (T22) alcanzó un valor de 8.35 t/ha, uno de los menores valores (Anexo 1). Aunque, el híbrido 10-OHG x CML-451 (T20) alcanzó un rendimiento de 16.73 t/ha; el cual fue un valor cercano al mejor rendimiento, además de ser estadísticamente igual a este (Tabla 3).

Al respecto, la correlación entre el diámetro de mazorca y rendimiento (0.18) fue positiva, débil y estadísticamente significativa (\*) (Figura 8). Es decir, el incremento de la variable diámetro de mazorca se asoció débilmente con un incremento en la variable rendimiento. Mientras que, en el caso de longitud de mazorca y diámetro de mazorca, no se presentó correlación, ya que su valor fue próximo a cero (0.08) (Figura 8).

**Tabla 6: Comparación de medias para longitud de mazorca (cm) en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

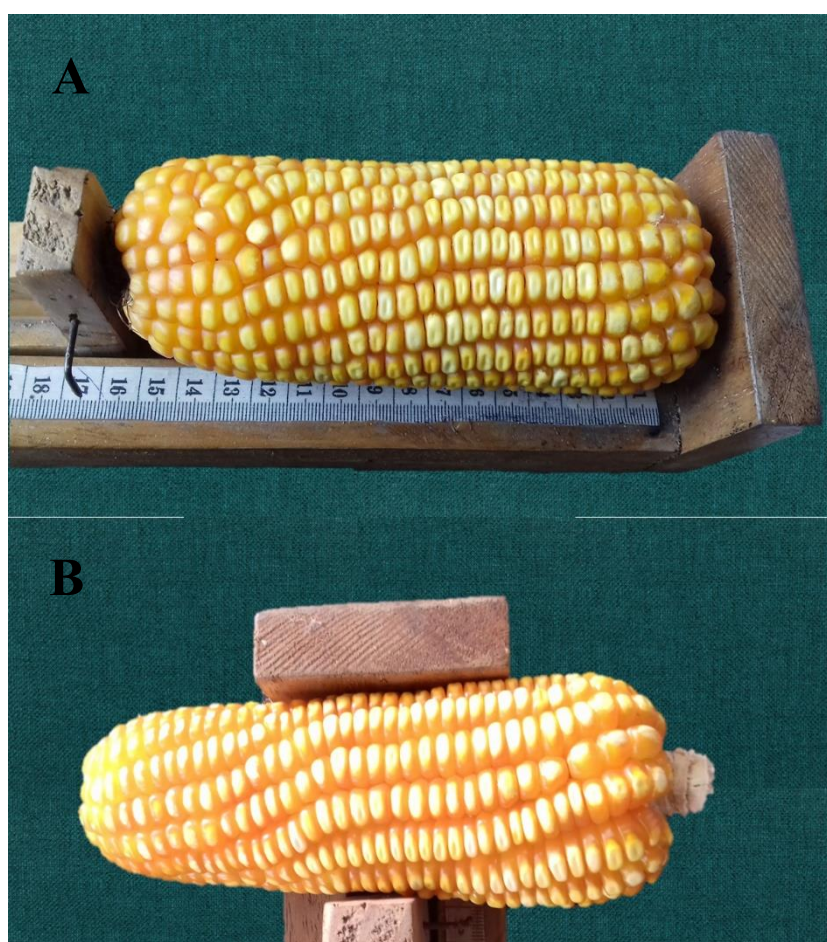
Tratamiento - Híbrido	Media
T19 - SANTA ELENA x CML-451	19.73 a
T44 - EXP-5	19.40 a b
T1 - DK-107 x DK-125	19.15 a b c
T42 - HH-131 x 16-HH	19.13 a b c
T40 - HH-131 x 10-OHG	19.00 a b c
T20 - 10-OHG x CML-451	18.98 a b c d
T15 - 10-OHG x DK-107	18.93 a b c d
T2 - CML-451 x DK-125	18.85 a b c d
T43 - PM-213	18.80 a b c d e
T38 - 10-OHG x SANTA ELENA	18.55 a b c d e f

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

**Tabla 7: Comparación de medias para diámetro de mazorca (cm) en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido	Media
T30 - ADVANTA x CML-226	6.05 a
T36 - HH-131 x ADVANTA	6.05 a
T41 - ADVANTA x SANTA ELENA	5.90 a b
T29 - SANTA ELENA x CML-226	5.80 a b c
T5 - SANTA ELENA x DK-125	5.80 a b c
T6 - ADVANTA x DK-125	5.78 a b c
T3 - CML-226 x DK-125	5.73 a b c
T37 - 10-OHG x ADVANTA	5.73 a b c
T19 - SANTA ELENA x CML-451	5.70 a b c
T13 - SANTA ELENA x DK-107	5.68 a b c d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )



**Figura 7: Mazorcas del híbrido HH-131 x CML-451. (A) Longitud de mazorca, (B) Diámetro de mazorca**



#### 4.4.2. Granos por hilera e hileras por mazorca

A partir del resultado del análisis de varianza para las variables granos por hilera e hileras por mazorca (Tabla 11), se observó diferencias altamente significativas entre los híbridos, en ambas variables. Es decir, la cantidad de granos en una hilera, y el número de hileras por mazorca fue diferente para cada uno de los híbridos evaluados.

Por otra parte, el coeficiente de variación para hileras por mazorca fue 3.19 %, y para granos por hilera 5.64 % (Tabla 11), siendo aceptados ambos valores.

La cantidad de granos formados en la mazorca dependerá de cómo se desarrolle la floración; ya que, si se ve restringida la polinización también se verá afectada la formación de granos (Wang *et al.*, 2020). Por otro lado, Herrera *et al.* (2002) considera que el número de hileras por mazorca también es un factor de importancia al momento de seleccionar las mazorcas para semillas.

El híbrido SANTA ELENA x CML-451 (T19) desarrolló la mayor cantidad de granos por hilera, siendo su valor 77.20 granos en dos hileras (Tabla 8). Este mismo híbrido, alcanzó un valor de 16.28 t/ha en rendimiento, que fue estadísticamente igual a su mejor resultado, según la prueba de Tukey (Anexo 1). Así mismo, como se había observado en la sección anterior, también fue la que presentó mayor valor en su longitud (19.73 cm) (Tabla 6). Además, su diámetro (5.70 cm) fue estadísticamente igual al mayor resultado (Tabla 7). A parte de ello, si bien el híbrido de SANTA ELENA x CML-451 (T19) fue el de mayor valor; este resultado fue estadísticamente igual a lo obtenido en los testigos PM-213, EXP-05 y DK-7088, cuyos valores fueron 73.75, 68.00 y 68.33 granos, respectivamente (Anexo 6).

Por otra parte, el híbrido CML-451 x DK-107 (T10), presentó el menor valor para la misma variable, siendo 54.40 granos (Anexo 6), considerándose estadísticamente diferente al mayor resultado, y a los testigos, según la prueba de Tukey.

El número de granos por hilera se encuentra relacionado con el rendimiento (Velasco *et al.*, 2019); así también, con la longitud y diámetro de mazorca (Borroel *et al.*, 2018). Ya que, con una mayor longitud, incrementa la posibilidad de desarrollar más granos a lo largo de la hilera. Es así que, la correlación entre granos por hilera y rendimiento (0.46) fue positiva y estadísticamente significativa (\*\*\*) (Figura 8). Es decir, el crecimiento de la variable granos por hilera se asoció moderadamente con un incremento en la variable rendimiento. Mientras que, la correlación entre longitud de mazorca y granos por hilera (0.66) fue positiva, fuerte

y estadísticamente significativa (\*\*\*) (Figura 8). En otros términos, el incremento de la variable longitud de mazorca se asoció fuertemente con un incremento en la variable granos por hilera.

Por otra parte, el híbrido HH-131 x ADVANTA (T36) presentó el mayor valor, con 20.75 hileras por mazorca (Tabla 9). Además, este fue estadísticamente igual a los híbridos obtenidos del cruce ADVANTA x DK-125 (T6), HH-131 x DK-125 (T9) y SANTA ELENA x DK-125 (T5) según la prueba de Tukey, cuyos valores fueron 20.10, 19.88 y 19.50, respectivamente (Tabla 9). A parte de ello, este valor (20.75) fue estadísticamente diferente a los testigos PM-213, EXP-05 y DK-7088, cuyos resultados fueron 12.55, 13.20 y 16.00, respectivamente (Anexo 7). En general, el híbrido testigo PM-213, fue el que presentó menor cantidad de hileras (12.55) (Anexo 7). Por otro lado, el híbrido HH-131 x ADVANTA (T36) también fue el que presentó el mayor diámetro de mazorca (6.05 cm) (Tabla 7).

Al respecto, las variables hileras por mazorca y el diámetro de mazorca, presentaron una correlación (0.64) positiva, fuerte y estadísticamente significativa (\*\*\*) (Figura 8). Es decir, el incremento de la variable diámetro de mazorca se asoció fuertemente con un incremento en la variable hileras por mazorca. Sin embargo, para el caso de granos por hilera e hileras por mazorca, la correlación (-0.24) fue negativa, débil y estadísticamente significativa (\*\*) (Figura 8). Es decir, el incremento en una de las variables se asocia al con el descenso de la otra.

**Tabla 8: Comparación de medias para granos por hilera en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido	Media
T19 - SANTA ELENA x CML-451	77.20 a
T26 - 16-HH x CML-225	75.40 a b
T12 - CML-225 x DK-107	74.78 a b
T39 - 16-HH x 10-OHG	74.15 a b c
T18 - CML-225 x CML-451	73.93 a b c d
T43 - PM-213	73.75 a b c d
T21 - 16-HH x CML-451	73.30 a b c d e
T13 - SANTA ELENA x DK-107	72.33 a b c d e
T41 - ADVANTA x SANTA ELENA	72.20 a b c d e
T35 - 16-HH x ADVANTA	72.08 a b c d e

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ )

**Tabla 9: Comparación de medias para hileras por mazorca en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido	Media
T36 - HH-131 x ADVANTA	20.75 a
T6 - ADVANTA x DK-125	20.10 a b
T9 - HH-131 x DK-125	19.88 a b c
T5 - SANTA ELENA x DK-125	19.50 a b c d
T33 - HH-131 x CML-226	18.95 b c d e
T3 - CML-226 x DK-125	18.90 b c d e
T42 - HH-131 x 16-HH	18.53 c d e
T13 - SANTA ELENA x DK-107	18.45 c d e f
T14 - ADVANTA x DK-107	18.25 d e f g
T37 - 10-OHG x ADVANTA	17.93 e f g h

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

#### 4.4.3. Peso de 500 granos (g)

A partir del resultado del análisis de varianza para la variable peso de 500 granos (Tabla 11), se observó diferencias altamente significativas entre los híbridos. Es decir, el peso de los granos fue diferente para cada uno de los híbridos evaluados.

Por otra parte, el coeficiente de variación para peso de grano fue 7.68 % (Tabla 11), siendo aceptado el valor.

Respecto al peso del grano de maíz, este puede verse influenciado por las características genéticas (Virgen *et al.*, 2014); así como, por la forma del grano y de su tamaño (FAO, 1993).

El híbrido HH-131 x ADVANTA (T36) presentó el mayor peso, siendo 237.50 g (Tabla 10). Este resultado fue estadísticamente igual al testigo EXP-05 según la prueba de Tukey, cuyo resultado alcanzó 198.78 g (Anexo 8). Sin embargo, es considerado estadísticamente diferente a los otros dos testigos PM-213 y DK-7088, con 192.50 g y 169.25 g, respectivamente (Anexo 8). Por otra parte, el rendimiento de HH-131 x ADVANTA (T36) fue 13.08 t/ha (Anexo 1), el cual fue estadísticamente diferente al resultado superior, según la prueba de Tukey.

Por otro lado, el menor peso de grano fue con el híbrido 16-HH x DK-125 (T8), siendo su resultado de 130.75 g (Anexo 8). Además, este híbrido también fue uno de los que presentó menor rendimiento (7.98 t/ha) (Anexo 1).

Al respecto, la correlación entre peso de 500 granos y rendimiento (0.20) fue positiva, débil y estadísticamente significativa (\*\*) (Figura 8). Es decir, el incremento de la variable peso de 500 granos se asoció débilmente con un incremento en la variable rendimiento.

**Tabla 10: Comparación de medias para peso de 500 granos (g) en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido	Media
T36 - HH-131 x ADVANTA	237.50 a
T34 - 10-OHG x ADVANTA	234.03 a b
T20 - 10-OHG x CML-451	228.50 a b c
T15 - 10-OHG x DK-107	220.75 a b c d
T14 - ADVANTA x DK-107	216.25 a b c d e
T6 - ADVANTA x DK-125	216.25 a b c d e
T1 - DK-107 x DK-125	216.00 a b c d e
T30 - ADVANTA x CML-226	215.25 a b c d e f
T25 - ADVANTA x CML-225	213.50 a b c d e f
T17 - CML-226 x CML-451	211.75 a b c d e f

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

**Tabla 11: Cuadrado medio del ANVA para rendimiento, índice de desgrane, humedad del grano, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, granos por hilera, hileras por mazorca y peso de 500 granos, de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

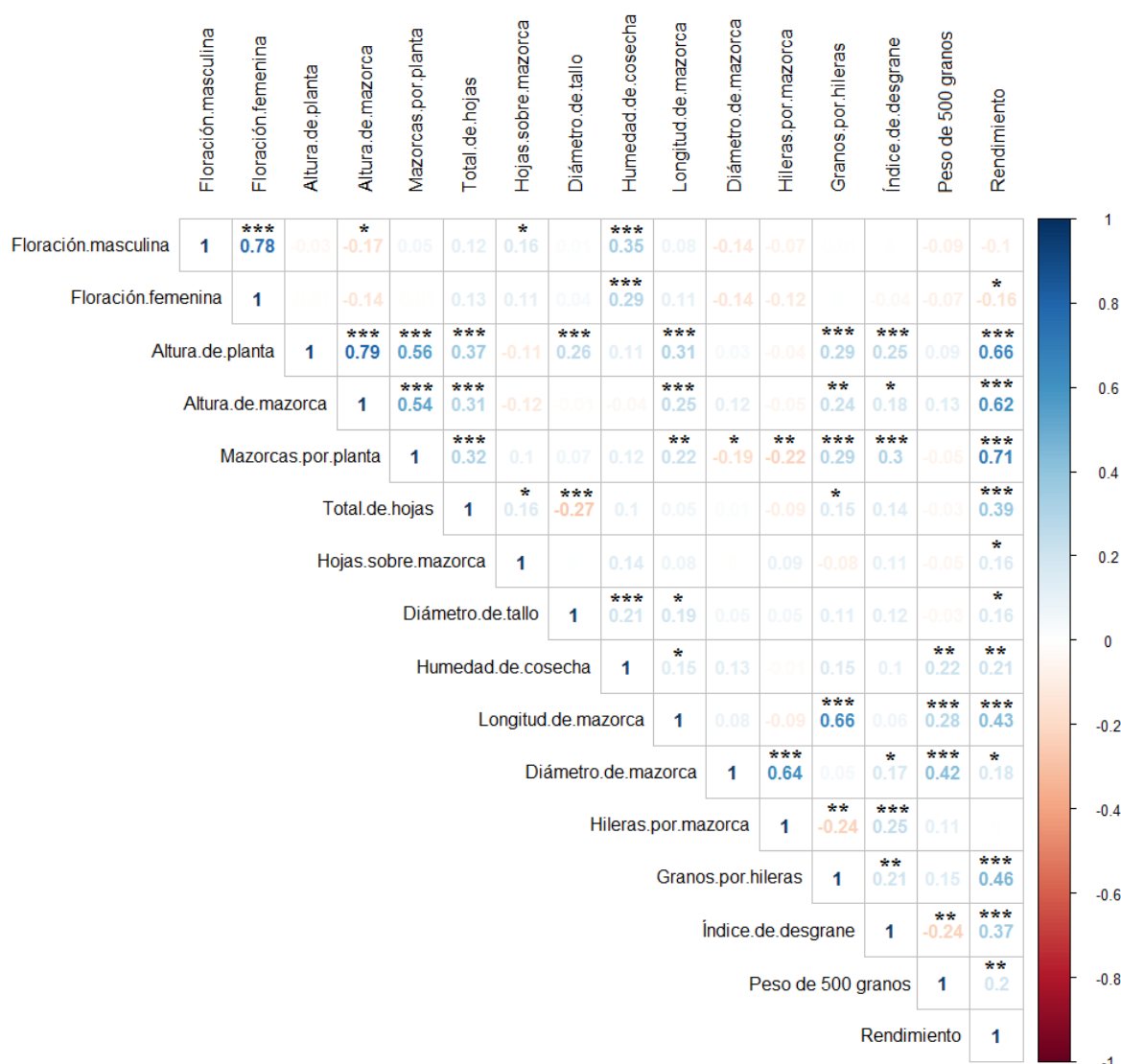
Fuente de variación	Grados de libertad	Rendimiento	Índice de desgrane	Humedad del grano	Longitud de mazorca	Diámetro de mazorca	Granos por hilera	Hileras por mazorca	Peso de 500 granos
Bloque	3	4.26	40.33 *	167.47 ***	1.21	0.05	13.10	0.53	843.35 *
Híbrido	44	48.77 ***	60.99 ***	42.57 ***	5.58 ***	0.40 ***	95.54 ***	13.15 ***	1980.54 ***
Error	132	2.93	10.40	10.42	0.96	0.02	15.00	0.28	218.13
CV (%)		13.47	3.82	11.76	5.60	2.82	5.64	3.19	7.68

(\*\*\*) significancia al 0.001 de probabilidad, (\*) significancia al 0.05 de probabilidad

**Tabla 12: Cuadrado medio del ANVA para floración masculina, floración femenina, altura de planta, diámetro de tallo, altura de mazorca, mazorcas por planta, hojas sobre mazorca y total de hojas, de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Fuente de variación	Grados de libertad	Floración masculina	Floración femenina	Altura de planta	Altura de mazorca	Diámetro de tallo	Mazorca por planta	Hojas sobre mazorca	Total de hojas
Bloque	3	14.39 *	43.99 ***	0.45 ***	0.16 ***	18.55 ***	0.03	0.06	29.91 ***
Híbrido	44	22.06 ***	22.01 ***	0.30 ***	0.19 ***	0.05 ***	0.27 ***	0.34 ***	5.81 ***
Error	132	4.11	4.20	0.04	0.02	0.02	0.02	0.10	1.60
CV (%)		1.86	1.86	9.47	13.31	7.19	12.64	5.73	9.34

(\*\*\*) significancia al 0.001 de probabilidad, (\*) significancia al 0.05 de probabilidad



**Figura 8: Análisis de correlación múltiple entre los 16 caracteres evaluados en híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

#### 4.5. Caracteres de planta

##### 4.5.1. Floración masculina y femenina (días)

A partir del resultado del análisis de varianza para las variables floración masculina y floración femenina (Tabla 12), se observó diferencias altamente significativas entre los híbridos. Es decir, la cantidad de días que requirieron las plantas para iniciar la floración fue diferente para cada uno de los híbridos evaluados.

Por otra parte, el coeficiente de variación fue 1.86 % tanto para floración masculina, como para floración femenina (Tabla 12), por lo tanto, siendo aceptados ambos valores.

La etapa de floración puede verse influenciada por condiciones del ambiente como la temperatura, aunque también depende de las características genéticas (Virgen *et al.*, 2014; Barrios & Basso, 2018; Wang *et al.*, 2021). Es importante que para esta fase, la diferencia entre los días de inicio de floración femenina y masculina no sea amplia; debido a que, podría ocasionar que la no producción de granos (Virgen *et al.*, 2014), o que su formación no sea uniforme. Mientras que, desde el punto de vista de producción de semillas de accesiones numerosas que están en un mismo lote, puede darse contaminación por el grano de polen (Chassaigne *et al.*, 2020).

El híbrido obtenido del cruce ADVANTA x CML-451 (T23) requirió de mayor tiempo para iniciar la antesis, siendo su valor 114 días (Anexo 9), considerándola como un híbrido tardío. Sin embargo, este resultado fue estadísticamente igual a aproximadamente el 77 % de los otros híbridos, según la prueba de Tukey. Encontrándose dentro de este grupo los híbridos testigos PM-213, EXP-05 y DK-7088, cuyos valores fueron 110.50, 111.00 y 111.50 días (Anexo 9), respectivamente.

Por otro lado, el híbrido que requirió de menor tiempo en iniciar la floración fue 10-OHG x DK-107 (T15), con 103 días (Tabla 13), de manera que, se consideró un híbrido precoz. Además, este fue estadísticamente igual a los otros 9 híbridos presentados en la tabla 13; y a los siguientes (Anexo 9): HH-131 x ADVANTA (T36), ADVANTA x CML-226 (T30), HH-131 x CML-225 (T27), 16-HH x CML-225 (T26), 10-OHG x DK-125 (T7), 10-OHG x ADVANTA (T34), SANTA ELENA x CML-226 (T29), CML-226 x CML-451 (T17) y SANTA ELENA x DK-107 (T13). Por otra parte, según la prueba de Tukey, este híbrido resultó ser estadísticamente más precoz que 26 híbridos, incluido los tres testigos (Anexo 9). Señalan, que el maíz de floración temprana podría no tener un adecuado llenado de grano; sin embargo, esto también dependerá del momento que alcance la madurez fisiológica (Trachsel *et al.*, 2017). Es así que, el híbrido 10-OHG x DK-107 (T15) presentó un valor de 26.40 % de humedad de grano, valor que fue estadísticamente igual al de menor resultado (19.83 %) (Anexo 3). Además, el peso de semillas fue 220.75 g/500 semillas, siendo estadísticamente igual al de mayor resultado para dicha variable (237.50 g) (Anexo 8).

En el caso de la floración femenina, el híbrido ADVANTA x SANTA ELENA (T41) fue el híbrido tardío, ya que necesito de 115.25 días (Anexo 10) para iniciar la emisión de estigmas. Aunque, cerca del 73 % de los híbridos restantes fueron estadísticamente igual a este, según la prueba de Tukey. Además, para este caso, los híbridos testigos también fueron estadísticamente igual al mayor valor, siendo 112.50, 113.00 y 111.50 días para PM-213, EXP-05 y DK-7088 (Anexo 10), respectivamente.

En cambio, el híbrido 10-OHG x CML-226 (T31) se consideraría como un híbrido temprano, ya que inició la floración femenina en 103.50 días (Tabla 14). Este resultado fue estadísticamente diferente a los tres testigos y al mayor valor, según la prueba de Tukey.

Como ya se mencionó en un párrafo anterior, es importante que el inicio de la floración sea parejo. El híbrido ADVANTA x CML-451 (T23) que fue el último en iniciar la antesis (114 días) (Anexo 9), para la emisión de sus estigmas necesitó de 114.75 días (Anexo 10). Mientras que, en el caso del híbrido temprano 10-OHG x DK-107 (T15) (103 días) (Tabla 13) requirió de 105.25 días para iniciar con la emisión de estigmas (Anexo 10) (Figura 9). La diferencia entre los inicios no fue amplia por lo que no se presentaron problemas en la polinización. Esto debido a que, el periodo por el cual se desprende el polen oscila entre los cinco a ocho días; mientras que, los estigmas se desarrollan por aproximadamente siete días (Endicott *et al.*, 2015; Golik *et al.*, 2018).

Según el análisis de correlación múltiple (Figura 8), ambas variables presentaron una correlación (0.78) positiva, fuerte y estadísticamente significativa (\*\*\*). Es decir, el incremento de la variable floración masculina se asoció fuertemente con un incremento en la variable floración femenina. A parte de ello, ambas variables presentan correlación con la humedad de cosecha. Para la floración masculina, la correlación (0.35) fue positiva, moderada y estadísticamente significativa (\*\*\*). Mientras que, para la floración femenina, la correlación (0.29), fue positiva, débil y estadísticamente significativa (\*\*\*). En otros términos, el incremento de días en una de las variables se asoció con el incremento de días en la otra.

**Tabla 13: Comparación de medias para floración masculina (días) en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido	Media
T15 - 10-OHG x DK-107	103.00 e
T31 - 10-OHG x CML-226	103.25 e
T11 - CML-226 x DK-107	104.50 e d
T24 - SANTA ELENA x CML-225	104.50 e d
T40 - HH-131 x 10-OHG	105.25 e d c
T37 - 10-OHG x ADVANTA	105.50 e d c
T6 - ADVANTA x DK-125	106.25 e d c b
T38 - 10-OHG x SANTA ELENA	107.00 e d c b
T3 - CML-226 x DK-125	107.50 e d c b
T42 - HH-131 x 16-HH	108.25 e d c b a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ )



**Tabla 14: Comparación de medias para floración femenina (días) en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido	Media
T31 - 10-OHG x CML-226	103.50 e
T15 - 10-OHG x DK-107	105.25 e d
T11 - CML-226 x DK-107	106.00 e d c
T30 - ADVANTA x CML-226	107.50 e d c b
T40 - HH-131 x 10-OHG	107.50 e d c b
T26 - 16-HH x CML-225	108.25 e d c b
T27 - HH-131 x CML-225	108.25 e d c b
T37 - 10-OHG x ADVANTA	108.25 e d c b
T29 - SANTA ELENA x CML-226	108.75 e d c b
T3 - CML-226 x DK-125	108.75 e d c b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )



**Figura 9: Floración del híbrido 10-OHG x DK-107. (A) Antesis, (B) Emisión de estigmas**

#### **4.5.2. Altura de planta (m), altura de mazorca (m) y diámetro de tallo (cm)**

A partir del resultado del análisis de varianza para las variables altura de planta, altura de mazorca y diámetro de tallo (Tabla 12), se observó diferencias altamente significativas entre los híbridos, para las tres variables. Es decir, las medidas para dichas características fueron diferentes para cada uno de los híbridos evaluados.

Por otra parte, los coeficientes de variación fueron 9.47 %, 13.31 % y 7.19 % para altura de planta, altura de mazorca y diámetro de tallo, respectivamente (Tabla 12), por lo tanto, los valores fueron aceptados.

La altura que alcance la planta dependerá no solo de factores ambientales, como la disponibilidad de agua; sino también, de las características genéticas de la planta (Golik *et al.*, 2018; Keskln *et al.*, 2017; Fromme *et al.*, 2019). Por lo tanto, la altura que alcancen las plantas dependerá del tipo de maíz. Algunas pueden llegar a una altura entre 1.8 a 2.2 m (Golik *et al.*, 2018). Mientras que otras pueden llegar hasta los 3.0 m. de altura (Rodríguez *et al.*, 2016).

Por otra parte, su desarrollo también se verá afectado por su manejo; sin embargo, nuevamente la respuesta a esta dependerá de las características genéticas de la planta (Gómez *et al.*, 2016). Otro factor que puede intervenir, es la densidad de plantas, afectando no solo a la altura, sino también al diámetro de tallo. Algunos autores no encontraron relación entre el diámetro de tallo con la densidad de siembra (Van Roekel & Coulter, 2012). Sin embargo, Bernhard y Below (2020) señala que, cuando existe una menor densidad de plantas, tanto la altura como el diámetro será mayores, independientemente del distanciamiento entre hileras. Cabe resaltar que la altura de mazorca se ve influenciada por la altura de planta, ya que, la zona de inserción será más alta según el tamaño de la planta (Guamán *et al.*, 2020).

El híbrido 16-HH x 10-OHG (T39) presentó plantas con la mayor altura de planta, y altura de mazorca, siendo su valor 2.75 m. (Anexo 11) y 1.60 m. (Anexo 12) en promedio, respectivamente. Aunque, para ambos casos, según la prueba de Tukey estos resultados fueron considerados estadísticamente iguales a los testigos PM-213 y EXP-05 cuyas plantas alcanzaron una altura de 2.40 m. y 2.55 m (Anexo 11), respectivamente, y una altura de mazorca de 1.38 m. y 1.40 m. (Anexo 12), respectivamente. Según la ficha técnica de los híbridos PM-213 y EXP-05, su altura de planta se encuentra dentro de sus respectivos rangos, los cuales son 2.20 a 2.40 m, y 2.50 a 2.80 m, respectivamente. En el caso del híbrido DK-7088, su resultado de 2.18 m. se encontraba por debajo de lo esperado según su ficha

técnica (2.28 m.). Además, fue estadísticamente igual a los otros dos híbrido testigos, pero diferente al mayor valor obtenido. Por otro lado, las plantas del híbrido HH-131 x DK-107 (T16) fueron las de menor altura, alcanzando 1.18 m. (Tabla 15). De igual manera, también presentaron menor altura de mazorca, 0.63 m. (Tabla 16). Sin embargo, estas plantas fueron las que presentaron menor rendimiento de grano, siendo 1.00 t/ha (Anexo 1). Dentro de los 10 híbridos de menor altura, CML-225 x DK-107 (T12) (1.90 m.) (Tabla 15) alcanzó un rendimiento de 11.23 t/ha (Anexo 1), siendo el mayor dentro de dicho grupo. En general, los híbridos de menor altura, fueron los que presentaron bajos rendimientos, cuyos valores fueron estadísticamente diferentes al mayor rendimiento (Anexo 1).

Al respecto, la correlaciones entre altura de planta y rendimiento (0.66), y altura de mazorca y rendimiento (0.62) fueron positivas, fuertes y estadísticamente significativas (\*\*\*) (Figura 8). Es decir, el incremento en una de las variables se asoció fuertemente con el incremento en la otra. Así también, la correlación entre altura de planta y altura de mazorca (0.79) (Figura 8) presentó el mismo comportamiento.

Respecto al diámetro de tallo, el híbrido SANTA ELENA x DK-107 (T13) presentó plantas que alcanzaron un diámetro mayor, con 2.13 cm (Figura 10B) (Tabla 17). Sin embargo, este valor es considerado estadísticamente igual a los híbridos testigos PM-213, EXP-05 y DK-7088 cuyos resultados fueron 1.97, 2.09 y 1.86 cm, respectivamente, según la prueba de Tukey. Por otro lado, el híbrido 10-OHG x ADVANTA (T37) presentó las plantas con menor diámetro de tallo, siendo su valor 1.62 cm (Anexo 13).

**Tabla 15: Comparación de medias para altura de planta (m) en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido	Media
T16 - HH-131 x DK-107	1.18 i
T27 - HH-131 x CML-225	1.70 i h
T8 - 16-HH x DK-125	1.73 i h
T22 - HH-131 x CML-451	1.75 h
T10 - CML-451 x DK-107	1.83 h g
T18 - CML-225 x CML-451	1.88 h g f
T1 - DK-107 x DK-125	1.90 h g f
T12 - CML-225 x DK-107	1.90 h g f
T9 - HH-131 x DK-125	1.90 h g f
T4 - CML-225 x DK-125	1.93 h g f e

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

**Tabla 16: Comparación de medias para altura de mazorca (m) en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

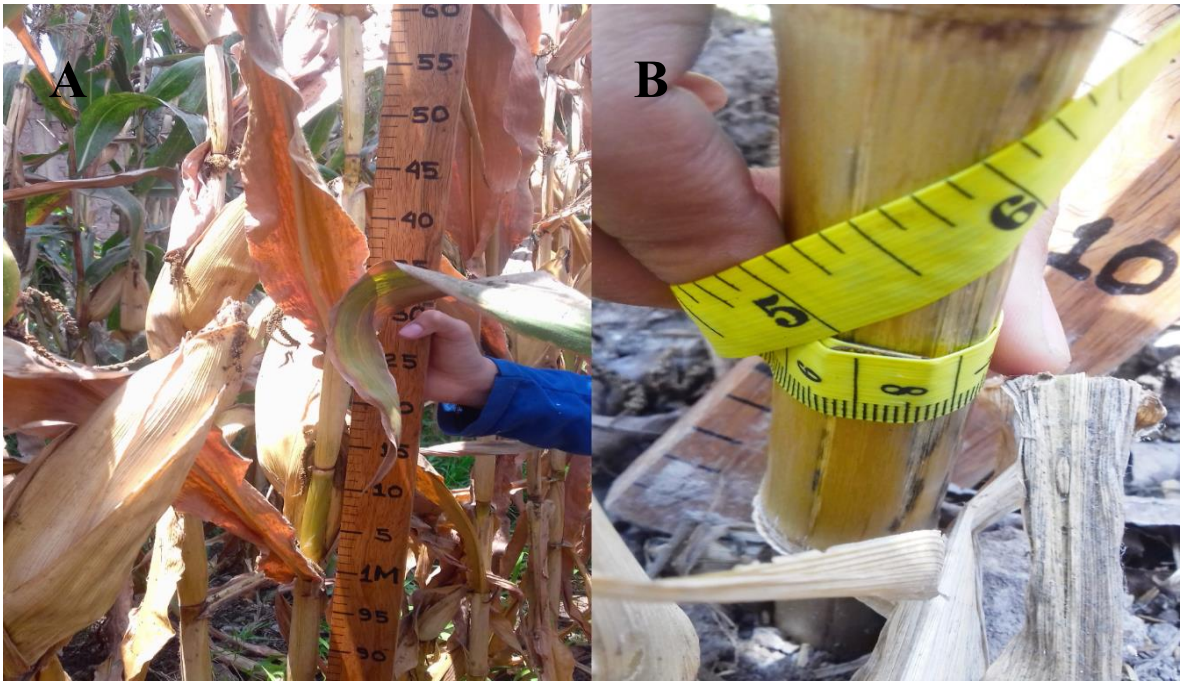
Tratamiento - Híbrido	Media
T16 - HH-131 x DK-107	0.63 i
T22 - HH-131 x CML-451	0.75 i h
T10 - CML-451 x DK-107	0.78 i h g
T18 - CML-225 x CML-451	0.83 i h g
T2 - CML-451 x DK-125	0.83 i h g
T27 - HH-131 x CML-225	0.83 i h g
T9 - HH-131 x DK-125	0.85 i h g
T8 - 16-HH x DK-125	0.85 i h g
T4 - CML-225 x DK-125	0.93 i h g f
T42 - HH-131 x 16-HH	0.93 i h g f

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

**Tabla 17: Comparación de medias para diámetro de tallo (cm) en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido	Media
T13 - SANTA ELENA x DK-107	2.13 a
T42 - HH-131 x 16-HH	2.11 a
T19 - SANTA ELENA x CML-451	2.10 a
T32 - 16-HH x CML-226	2.09 a b
T44 - EXP-5	2.09 a b
T21 - 16-HH x CML-451	2.09 a b
T1 - DK-107 x DK-125	2.02 a b c
T6 - ADVANTA x DK-125	2.02 a b c
T5 - SANTA ELENA x DK-125	2.01 a b c d
T29 - SANTA ELENA x CML-226	2.00 a b c d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )



**Figura 10: Evaluación de planta del híbrido SANTA ELENA x DK-107. (A) Medición de altura de mazorca, (B) Medición para el diámetro de tallo**

#### **4.5.3. Mazorcas por planta**

A partir del resultado del análisis de varianza para la variable mazorcas por planta (Tabla 12), se observó diferencias altamente significativas entre los híbridos. Es decir, la cantidad de mazorcas producidas por una planta fue diferente para cada uno de los híbridos evaluados.

Por otra parte, el coeficiente de variación para mazorca por planta fue 12.64 % (Tabla 12), siendo aceptado el valor.

La cantidad de mazorcas que pueda formar una planta influye en su rendimiento (Chura & Tejada (2014); Semina *et al.*, 2020). El híbrido 10-OHG y DK-125 (T7) tuvo mayor formación de mazorcas, alcanzado el valor de 1.78 en promedio (Tabla 18). Este mismo híbrido fue el que obtuvo el mayor rendimiento de grano, con 19.03 t/ha (Anexo 1). A parte de ello, este resultado fue estadísticamente igual a los obtenidos con los híbridos presentados en la tabla 18, además del híbrido 16-HH x ADVANTA (T45) (1.35) (Anexo 14). Mientras que, el híbrido HH-131 x DK-107 (T16), obtuvo el menor valor promedio con 0.50 mazorcas por planta (Anexo 14). Este a su vez, también fue el que alcanzó el menor rendimiento de grano con 1.0 t/ha (Anexo 1).

Al respecto, la correlación entre mazorcas por planta y rendimiento (0.71) fue positiva, fuerte y estadísticamente significativa (\*\*\*) (Figura 8). Es decir, el incremento de la variable rendimiento se asoció fuertemente con un incremento en la cantidad de mazorcas por planta.

El resultado de los híbridos testigos fue estadísticamente igual al mayor resultado, siendo sus valores 1.68, 1.53 y 1.75, para PM-213, EXP-05 y DK-7088, respectivamente (Tabla 18). Además, el resultado de estos tres testigos se encuentra sobre el valor establecido, el cual es 1.5 mazorcas por planta para los tres híbridos.

**Tabla 18: Comparación de medias para mazorcas por planta en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido	Media
T7 - 10-OHG x DK-125	1.78 a
T45 - DK-7088	1.75 a
T43 - PM-213	1.68 a b
T39 - 16-HH x 10-OHG	1.65 a b
T32 - 16-HH x CML-226	1.63 a b c
T20 - 10-OHG x CML-451	1.55 a b c d
T31 - 10-OHG x CML-226	1.55 a b c d
T38 - 10-OHG x SANTA ELENA	1.55 a b c d
T44 - EXP-5	1.53 a b c d e
T34 - 10-OHG x ADVANTA	1.45 a b c d e f

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

#### 4.5.4. Hojas sobre mazorca y total de hojas por planta

A partir del resultado del análisis de varianza para las variables hojas sobre mazorca y total de hojas por planta (Tabla 12), se observó diferencias altamente significativas entre los híbridos, en ambas variables. Es decir, la cantidad de hojas fue diferente para cada uno de los híbridos evaluados.

Por otra parte, el coeficiente de variación para hojas sobre mazorca fue 5.73 %, y para total de hojas 9.34 % (Tabla 12), siendo aceptados ambos valores.

La cantidad de hojas que desarrolle una planta de maíz dependerá en parte de la altura de esta; debido a que, al aumentar su tamaño incrementa el número de hojas, al igual que el punto de inserción de la mazorca de maíz (Guamán *et al.*, 2020). El híbrido obtenido del cruce entre 16-HH y CML-451 (T21) desarrolló plantas con mayor número de hojas sobre la mazorca, siendo su valor de 6.05 (Tabla 19). Aunque, este fue estadísticamente igual a los

resultados de los híbridos testigos PM-213, EXP-05 y DK-7088, cuyos valores fueron 5.83, 5.60 y 6.03, respectivamente (Anexo 15). Mientras que, el híbrido 16-HH x 10-OHG (T39) desarrolló en promedio 4.95 hojas sobre la mazorca (Anexo 15), siendo el menor resultado.

Por otra parte, el mayor número total de hojas fue con el híbrido CML-225 x DK-107 (T12), cuyo valor fue 16.08 hojas en promedio (Tabla 20). Sin embargo, este híbrido no fue el de mayor altura (1.90 m.) (Anexo 11). A pesar de que, el híbrido 16-HH x 10-OHG (T39) fue el de mayor altura (2.75 m.) (Anexo 11), desarrolló 14.63 hojas en promedio, valor que fue estadísticamente igual a 16.08, obtenido por el híbrido con mayor número de hojas (Anexo 16). Respecto a los híbridos testigos PM-213, EXP-05 y DK-7088 sus resultados fueron 14.85, 14.58 y 14.70, respectivamente (Anexo 16). Estos fueron estadísticamente iguales entre sí, y con el mayor valor obtenido, según la prueba de Tukey.

En cambio, el híbrido HH-131 x DK-107 (T16) desarrolló la menor cantidad de hojas por planta, alcanzando en promedio 8.38 (Anexo 16). En este caso, el híbrido coincidió con el de menor altura de planta (1.18 m.) (Anexo 11).

Al respecto, la correlación entre total de hojas por planta y altura de planta (0.37) fue positiva, moderada y estadísticamente significativa (\*\*\*) (Figura 8). Es decir, el incremento de la variable total de hojas se asoció moderadamente con el incremento en la variable altura de planta. Por otra parte, la correlación entre el total de hojas y el rendimiento (0.39) (Figura 8) presentó el mismo comportamiento.

**Tabla 19: Comparación de medias para hojas sobre mazorca en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido	Media
T21 - 16-HH x CML-451	6.05 a
T45 - DK-7088	6.03 a
T19 - SANTA ELENA x CML-451	5.95 a b
T32 - 16-HH x CML-226	5.95 a b
T29 - SANTA ELENA x CML-226	5.90 a b c
T10 - CML-451 x DK-107	5.83 a b c d
T43 - PM-213	5.83 a b c d
T3 - CML-226 x DK-125	5.80 a b c d
T2 - CML-451 x DK-125	5.78 a b c d
T41 - ADVANTA x SANTA ELENA	5.75 a b c d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

**Tabla 20: Comparación de medias para total de hojas por planta en 10 híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido	Media
T12 - CML-225 x DK-107	16.08 a
T43 - PM-213	14.85 a b
T20 - 10-OHG x CML-451	14.75 a b
T45 - DK-7088	14.70 a b c
T29 - SANTA ELENA x CML-226	14.65 a b c
T41 - ADVANTA x SANTA ELENA	14.65 a b c
T39 - 16-HH x 10-OHG	14.63 a b c
T23 - ADVANTA x CML-451	14.60 a b c
T44 - EXP-5	14.58 a b c
T19 - SANTA ELENA x CML-451	14.50 a b c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

#### **4.6. Análisis conjunto de los caracteres**

Según el análisis conjunto de los caracteres, los híbridos 10-OHG x CML-226 y SANTA ELENA x CML-226, presentaron no solo rendimientos estadísticamente iguales al mejor resultado; sino también, la altura de sus plantas se encontró por debajo de los testigos (Tabla 21). A parte de ello, el porcentaje de humedad del grano a la cosecha estaba dentro del rango óptimo (15 % - 28 %).

Por otra parte, si bien el híbrido 10-OHG x DK-125 fue el de mayor rendimiento, y su valor de humedad estuvo en el rango esperado, no cumplió con el valor deseado en altura, puesto que, fue mayor en 42 cm a lo deseado. Así también, las plantas de los híbridos con menor altura (HH-131 x DK-125), no alcanzaron un rendimiento favorable.



**Tabla 21: Análisis conjunto de los caracteres evaluados (índice desgrane (%), humedad de grano a la cosecha (%), longitud de mazorca (cm), diámetro de mazorca (cm), granos por hilera, hileras por mazorca, peso de 500 granos, floración masculina (días), floración femenina (días), altura de planta (m), altura de mazorca (m), diámetro de tallo (cm), mazorcas por planta, hojas sobre mazorca, total de hojas por planta) en función al rendimiento (t/ha) de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido	Rendimiento (t/ha)	Índice desgrane (%)	Humedad de grano a la cosecha (%)	Longitud mazorca (cm)	Diámetro mazorca (cm)
T7 - 10-OHG x DK-125	19.03 a	87.50 a b	26.75 a b c d e f g	17.50 a b c d e f g h	5.40 c d e f g h i j k
T39 - 16-HH x 10-OHG	18.05 a b	90.00 a	25.38 a b c d e f g	18.43 a b c d e f g h	5.08 i j k l m
T20 - 10-OHG x CML-451	16.73 a b c	80.00 b	26.85 a b c d e f g	18.98 a b c d	4.90 m
T32 - 16-HH x CML-226	16.58 a b c	90.00 a	23.35 d e f g	17.20 a b c d e f g h i	5.48 b c d e f g h i j
T19 - SANTA ELENA x CML-451	16.28 a b c	90.00 a	29.95 a b c d e f	19.73 a	5.70 a b c
T38 - 10-OHG x SANTA ELENA	16.08 a b c d	90.00 a	23.88 c d e f g	18.55 a b c d e f	5.55 b c d e f g h
T34 - 10-OHG x ADVANTA	15.95 a b c d	81.54 a b	29.18 a b c d e f	17.33 a b c d e f g h i	5.60 b c d e f
T15 - 10-OHG x DK-107	15.78 a b c d	87.50 a b	26.40 a b c d e f g	18.93 a b c d	5.60 b c d e f
T31 - 10-OHG x CML-226	15.73 a b c d e	82.50 a b	24.48 c d e f g	16.83 b c d e f g h i	5.45 c d e f g h i j
T29 - SANTA ELENA x CML-226	15.53 a b c d e	90.00 a	28.15 a b c d e f g	16.40 c d e f g h i	5.80 a b c
T45 - DK-7088	15.20 a b c d e f	90.00 a	34.43 a	15.68 h i	5.20 f g h i j k l m
T43 - PM-213	14.88 a b c d e f	82.50 a b	28.38 a b c d e f g	18.80 a b c d e	4.93 m
T5 - SANTA ELENA x DK-125	14.88 a b c d e f	90.00 a	25.93 a b c d e f g	17.68 a b c d e f g h	5.80 a b c
T44 - EXP-5	14.85 a b c d e f	80.67 b	30.93 a b c d e	19.40 a b	4.98 k l m
T17 - CML-226 x CML-451	14.48 a b c d e f	82.50 a b	27.03 a b c d e f g	18.40 a b c d e f g h	5.60 b c d e f
T13 - SANTA ELENA x DK-107	14.38 a b c d e f g	87.50 a b	27.65 a b c d e f g	18.20 a b c d e f g h	5.68 a b c d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

Tratamiento - Híbrido		Granos por hilera		Hileras por mazorca	
T7	- 10-OHG x DK-125	72.05	a b c d e	16.85	g h i j k l m n o
T39	- 16-HH x 10-OHG	74.15	a b c	15.95	m n o p q r
T20	- 10-OHG x CML-451	70.78	a b c d e f g	14.45	r s t u
T32	- 16-HH x CML-226	66.95	a b c d e f g h	17.60	e f g h i j k l
T19	- SANTA ELENA x CML-451	77.20	a	16.35	i j k l m n o p
T38	- 10-OHG x SANTA ELENA	71.00	a b c d e f g	16.20	j k l m n o p q
T34	- 10-OHG x ADVANTA	68.15	a b c d e f g	16.90	g h i j k l m n o
T15	- 10-OHG x DK-107	70.85	a b c d e f g	15.75	n o p q r s
T31	- 10-OHG x CML-226	65.53	b c d e f g h	16.10	l m n o p q
T29	- SANTA ELENA x CML-226	62.55	e f g h i	17.65	e f g h i j k
T45	- DK-7088	68.33	a b c d e f g	16.00	m n o p q
T43	- PM-213	73.75	a b c d	12.55	v
T5	- SANTA ELENA x DK-125	71.08	a b c d e f	19.50	a b c d
T44	- EXP-5	68.00	a b c d e f g	13.20	u v
T17	- CML-226 x CML-451	69.93	a b c d e f g	16.10	l m n o p q
T13	- SANTA ELENA x DK-107	72.33	a b c d e	18.45	c d e f

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

Tratamiento - Híbrido		Peso de 500 granos	Floración masculina (días)	Floración femenina (días)	Altura de planta (m)	Altura de mazorca (m)	
T7	- 10-OHG x DK-125	173.25	f g h i j	108.75 a b c d e	110.00 a b c d	2.60 a b	1.50 a b
T39	- 16-HH x 10-OHG	140.50	j k	110.00 a b c d	110.00 a b c d	2.75 a	1.60 a
T20	- 10-OHG x CML-451	228.50	a b c	110.50 a b c	112.50 a b	2.48 a b c d e	1.35 a b c d e
T32	- 16-HH x CML-226	182.75	d e f g h i	110.00 a b c d	110.00 a b c d	2.20 a b c d e f g h	1.10 b c d e f g h
T19	- SANTA ELENA x CML-451	179.25	d e f g h i j	110.00 a b c d	113.00 a b	2.20 a b c d e f g h	1.13 b c d e f g h
T38	- 10-OHG x SANTA ELENA	183.25	d e f g h i	107.00 b c d e	109.75 a b c d	2.58 a b c	1.45 a b c
T34	- 10-OHG x ADVANTA	234.03	a b	108.75 a b c d e	110.00 a b c d	2.55 a b c d	1.50 a b
T15	- 10-OHG x DK-107	220.75	a b c d	103.00 e	105.25 d e	2.18 b c d e f g h	1.33 a b c d e f
T31	- 10-OHG x CML-226	194.25	b c d e f g h	103.25 e	103.50 e	2.15 b c d e f g h	1.33 a b c d e f
T29	- SANTA ELENA x CML-226	199.25	a b c d e f g h	108.75 a b c d e	108.75 b c d e	2.13 b c d e f g h	1.15 b c d e f g h
T45	- DK-7088	169.25	g h i j k	111.50 a b	111.50 a b c	2.18 b c d e f g h	1.08 c d e f g h
T43	- PM-213	192.50	b c d e f g h	110.50 a b c	112.50 a b	2.40 a b c d e f	1.38 a b c d e
T5	- SANTA ELENA x DK-125	177.00	e f g h i j	110.00 a b c d	110.00 a b c d	2.18 b c d e f g h	1.15 b c d e f g h
T44	- EXP-5	198.78	a b c d e f g h	111.00 a b c	113.00 a b	2.55 a b c d	1.40 a b c d
T17	- CML-226 x CML-451	211.75	a b c d e f	108.75 a b c d e	110.00 a b c d	2.18 b c d e f g h	1.13 b c d e f g h
T13	- SANTA ELENA x DK-107	190.00	c d e f g h i	108.75 a b c d e	110.00 a b c d	2.35 a b c d e f g	1.18 b c d e f g

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

Tratamiento - Híbrido		Diámetro de tallo (cm)	Mazorcas por planta	Hojas sobre mazorca	Total hojas por planta
T7	- 10-OHG x DK-125	1.98 a b c d	1.78 a	5.10 b c d	14.30 a b c
T39	- 16-HH x 10-OHG	1.92 a b c d	1.65 a b	4.95 d	14.63 a b c
T20	- 10-OHG x CML-451	1.97 a b c d	1.55 a b c d	5.50 a b c d	14.75 a b
T32	- 16-HH x CML-226	2.09 a b	1.63 a b c	5.95 a b	14.13 a b c
T19	- SANTA ELENA x CML-451	2.10 a	1.28 b c d e f g h	5.95 a b	14.50 a b c
T38	- 10-OHG x SANTA ELENA	1.98 a b c d	1.55 a b c d	5.65 a b c d	13.78 a b c
T34	- 10-OHG x ADVANTA	1.75 a b c d	1.45 a b c d e f	5.08 b c d	13.35 a b c
T15	- 10-OHG x DK-107	1.90 a b c d	1.10 e f g h	5.33 a b c d	13.45 a b c
T31	- 10-OHG x CML-226	1.88 a b c d	1.55 a b c d	5.40 a b c d	11.10 c d
T29	- SANTA ELENA x CML-226	2.00 a b c d	1.25 b c d e f g h	5.90 a b c	14.65 a b c
T45	- DK-7088	1.86 a b c d	1.75 a	6.03 a	14.70 a b c
T43	- PM-213	1.97 a b c d	1.68 a b	5.83 a b c d	14.85 a b
T5	- SANTA ELENA x DK-125	2.01 a b c d	1.08 f g h	5.53 a b c d	13.68 a b c
T44	- EXP-5	2.09 a b	1.53 a b c d e	5.60 a b c d	14.58 a b c
T17	- CML-226 x CML-451	1.93 a b c d	1.25 b c d e f g h	5.73 a b c d	13.78 a b c
T13	- SANTA ELENA x DK-107	2.13 a	1.20 c d e f g h	5.73 a b c d	14.05 a b c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

## V. CONCLUSIONES

1. Dado que el rendimiento de grano es la variable más importante en la evaluación y elección de un híbrido de maíz amarillo duro, podemos concluir que, numéricamente, 10 híbridos rindieron más que los testigos. De ellos, los híbridos simples 10-OHG x DK-125 y 16-HH x 10-OHG fueron los de mayor rendimiento, con 19.03 y 18.05 t/ha, respectivamente.
2. El híbrido HH-131 x DK-107 presentó las plantas de menor altura, con 1.18 m. Sin embargo, su rendimiento fue 1 t/ha. Dentro del grupo de híbridos que desarrollaron plantas con menor altura que los testigos, los híbridos simples 10-OHG x CML-226 y SANTA ELENA x CML-226, cuyas alturas fueron 2.15 m y 2.13 m, alcanzaron rendimientos de 15.73 y 15.53 t/ha.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Dada la importancia del cultivo de maíz amarillo duro en las diferentes industrias, así como, en la economía, es fundamental continuar con las investigaciones y el desarrollo de nuevos híbridos con alto rendimiento de grano que permitan adecuar el cultivo a diferentes condiciones.

Por otra parte, en vista de los cambios que se vienen dando en el ambiente, y que seguirán dándose, se considera conveniente que los estudios de híbridos se realicen no solo en costa, sino también, en otras regiones del país; así como, en diferentes estaciones del año, con la finalidad de ver la respuesta del material y realizar mejoras de forma continua.

Realizar experimentos con los híbridos sobresalientes a densidades de siembras altas, mayores a las 100,000 plantas por hectárea.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Arellano, J. L., Virgen, J., & Rojas, I. (2018). Gacela H72: hibrifo de maíz precoz para áreas de temporal y riego del Altiplano Central de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(6), 1303-1310. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i6.1590>
- Banco Central de Reserva del Perú. (2019). Producción agropecuaria por principales productos (miles de toneladas)-Agrícola-Mercado Interno- Maíz amarillo duro. Recuperado 01 de octubre de 2021, de <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas>
- Baranwal, K., Mikkilineni, V., Barwale, U., Tyagi, A., & Kapoor, S. (2012). Heterosis: emerging ideas about hybrid vigour. *Journal of Experimental Botany*, 63(18), 6309-6314. <https://doi.org/10.1093/jxb/err313>
- Barrett, J. (2021). *Corn and soybean production up in 2020, USDA Reports*. Recuperado de [www.nass.usda.gov](http://www.nass.usda.gov)
- Barrios, M., & Basso, C. (2018). Efecto de la fertilización nitrogenada sobre componentes del rendimiento y calidad nutricional del grano de seis híbridos de maíz. *Bioagro*, 30(1), 39-48.
- Bejarano, A. (2003). Descripción y prueba del híbrido simple de maíz amarillo FONAIAP 1. *Agronomía Tropical*, 53(4), 61-69.
- Bernhard, B. J., & Below, F. E. (2020). Plant population and row spacing effects on corn: Plant growth, phenology, and grain yield. *Agronomy Journal*, 112, 2456-2465. <https://doi.org/10.1002/agj2.20245>
- Birchler, J. A., Yao, H., Chudalayandi, S., Vaiman, D., & Veitia, R. A. (2010). Heterosis. *The Plant Cell*, 22, 2105-2112. <https://doi.org/10.1105/tpc.110.076133>
- Borroel, V., Salas, L., Ramírez, M., López, J., & Luna, J. (2018). Rendimiento y componentes de producción de híbridos de maíz en la Comarca Lagunera. *Terra Latinoamericana*, 36(4), 423-429. <https://doi.org/10.28940/terra.v36i4.281>

- Byerlee, D. (2020). The globalization of hybrid maize, 1921-70. *Journal of Global History*, 15(1), 101-122. <https://doi.org/10.1017/S1740022819000354>
- Carrera, M., Galán, V., Gonzáles, F., Hidalgo, L., Borrego, B., Mateo, J., ... Zaragoza, A. (2005). *Prontuario de agricultura cultivos agrícolas*. España: Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación.
- Cervantes, F., Hernández, J., García, G. J., Rangeln, A., Andrio, E., Mendoza, M., ... Rodríguez, D. (2018). Aptitud combinatoria general y específica de caracteres agronómicos en líneas de maíz (*Zea mays* L.) de baja endogamia. *Chilean journal of agriuctureal & animal sciences*, 34(1), 33-42. <https://doi.org/10.4067/S0719-38902018005000204>.
- Chairi, F., Elazab, A., Sanchez, R., Araus, J. L., & Serret, M. D. (2016). Heterosis for water status in maize seedlings. *Agricultural Water Management*, 164, 100-109. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.08.005>
- Chassaigne, A., Mendoza, L., Córdova, L., Carballo, A., San Vicente, F., & Dhliwayo, T. (2020). Development of seed production technology of CIMMYT tropical single cross maize hybrids. *Agriculture*, 10(7), 1-12. <https://doi.org/10.3390/agriculture10070259>
- Chen, H. (2015). Integrated industrial lignocellulose biorefinery chains. En *Lignocellulose Biorefinery Engineering* (pp. 219-245). <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100135-6.00007-7>
- Cheng, P., & Pareddy, D. R. (1994). Morphology and Development of the Tassel and Ear. En *The Maize Handbook* (pp. 37-47). [https://doi.org/10.1007/978-1-4612-2694-9\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-4612-2694-9_5)
- Chura, Julian. (2019). *Cruzas dialélicas de maíz amarillo duro (Zea mays L.) en la localidad de La Molina*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Chura, Julián, & Tejada, J. (2014). Comportamiento de híbridos de maíz amarillo duro en la localidad de La Molina , Perú. *IDESIA (Chile)*, 32(1), 113-118.
- Consejo de granos de los Estados Unidos. (2021). Top U.S. export customers. Recuperado 15 de abril de 2021, de <https://grains.org/markets-tools-data/tools/top-u-s-export-customers/>



- Crow, J. F. (1998). 90 Years Ago: the Beginning of Hybrid Maize. *Genetics*, *148*(3), 923-928. <https://doi.org/10.1093/genetics/148.3.923>
- Cubero, J. (2013). *Introducción a la mejora genética vegetal* (3 edición). España: Mundiprensa.
- Das, A., Choudhary, M., Kumar, P., Karjagi, C. G., KR, Y., Kumar, R., ... Rakshit, S. (2021). Heterosis in Genomic Era: Advances in the Molecular Understanding and Techniques for Rapid Exploitation. *Critical Reviews in Plant Sciences*, *40*(3), 218-242. <https://doi.org/10.1080/07352689.2021.1923185>
- Delgado, F., Guevara, F., & Acosta, R. (2018). Criterios campesinos para la selección de maíz ( *Zea mays* L .) en Villaflores y Villa Corzo , Chiapas , México. *CienciaUAT*, *13*(1), 123-134. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v13i1.985>
- Departamento de agricultura de Estados Unidos. (2021). Plants Database. Recuperado 15 de mayo de 2021, de <https://plants.usda.gov/home/plantProfile?symbol=ZEMA>
- Doggett, J. O. N., & Chrisp, L. (2019). *WORLD OF CORN 2019*. Recuperado de [www.worlccorn.com](http://www.worlccorn.com)
- Duvick, D. (1980). Genetic Contributions to Yield Gains of U.S. Hybrid maize, 1930 to 1980. En *Genetic Contributions to Tield Gains of Five Major Crop Plants* (pp. 15-47). <https://doi.org/10.2135/cssaspecpub7.c2>
- Endicott, S., Brueland, B., Keith, R., Schon, R., Bremer, C., Farnham, D., ... Carter, P. (2015). Maíz Crecimiento y desarrollo. *PIONEER*, p. 20.
- FAO. (1993). *El maíz en la nutrición humana*. Recuperado de [www.fao.org](http://www.fao.org)
- FAO. (2002). Perspectivas por sectores principales. En *Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030* (pp. 32-74). Recuperado de <http://www.fao.org/3/y3557s/y3557s00.htm#TopOfPage>
- FAO. (2021). FAOSTAT. Recuperado 15 de mayo de 2021, de <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Feldman, L. (1994). The Maize Root. En *The Maize Handbook* (pp. 29-37). [https://doi.org/10.1007/978-1-4612-2694-9\\_4](https://doi.org/10.1007/978-1-4612-2694-9_4)
- Fosu, P., & Wahl, T. I. (2020). Empirical analysis of US bilateral corn trade: Evidence

- from Japan, Mexico, China, South Korea, and the European Union. *Cogent Economics and Finance*, 8(1), 2-21.  
<https://doi.org/10.1080/23322039.2020.1783128>
- Fromme, D. D., Spivey, T. A., & Grichar, W. J. (2019). Agronomic response of corn (*Zea mays* L.) hybrids to plant populations. *International Journal of Agronomy*, 2019, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2019/3589768>
- Fu, D., Xiao, M., Hayward, A., Fu, Y., Liu, G., Jiang, G., & Zhang, H. (2014). Utilization of crop heterosis: A review. *Euphytica*, 197, 161-173.  
<https://doi.org/10.1007/s10681-014-1103-7>
- Galinat, W. (1988). The Origin of Corn. En *Corn and Corn Improvement* (3.<sup>a</sup> ed., pp. 3-32). <https://doi.org/10.2134/agronmonogr18.3ed.c1>
- García, L., Fernández, D., Rubio, E., Martínez, M., & Tijerina, L. (2020). Maize (*Zea mays* L.) yields in southern Mexico calculated by the Decision Support System for Agrotechnology Transfer. *Terra Latinoamericana*, 38(4), 859-870.  
<https://doi.org/10.28940/terra.v38i4.751>
- García, P. (2017). El cultivo del maíz en el mundo y en Perú. *Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu*, 4(2), 73-79.  
<https://doi.org/10.36955/riulcb.2017v4n2.005>
- García, S., & Serna, S. (2019). Corn history and culture. En *Corn: Chemistry and Technology* (3.<sup>a</sup> ed., pp. 1-18). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811971-6.00001-2>
- Gestión. (2021, julio 15). Perú importó US\$ 521 millones de maíz amarillo duro en primer semestre. *Gestión*. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/peru-importo-us-521-millones-de-maiz-amarillo-duro-en-primer-semestre-del-2021-nndc-noticia/>
- Golik, S., Schierenbeck, M., Dietz, J., & Fleitas, M. (2018). Maíz: Crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz. En *Cereales de verano* (pp. 26-40).  
<https://doi.org/10.35537/10915/68613>
- Gómez, N., Palemón, F., Reyes, G., Hernández, C. del A., Cantú, M., & Ascencio, A. (2016). Rendimiento de grano y características fenotípicas de maíz : efecto de

- ambiente y dosis de fertilización. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(8), 1801-1813.
- Guamán, R., Desiderio, T., Villavicencio, Á., Ulloa, S., & Romero, E. (2020). Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cuatro híbridos. *Siembra*, 7(2), 47-56.  
<https://doi.org/10.29166/siembra.v7i2.2196>
- Herrera, E., Macías, A., Díaz, R., Valadez, M., & Delgado, A. (2002). Uso de semilla criolla y caracteres de mazorca para la selección de semilla de maíz en México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 25(1), 17-23.
- Hipp, A. (2004). *El maíz, por dentro y por fuera* (p. 27). p. 27.
- Hochholdinger, F., & Baldauf, J. (2018). Heterosis in plants. *Current Biology*, 28(18), R1089-R1092. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.06.041>
- Huamanchumo, C. (2013). *La cadena de valor de maíz en el Perú*. Recuperado de <https://www.iica.int/sites/default/files/publications/files/2015/b3356e.pdf>
- INIA Perú. (2021). Manejo Integrado del cultivo de maíz amarillo duro: Fase II. Fertilización balanceada y manejo agronómico. Recuperado 10 de junio de 2021, de Cieza, Isaac website: <https://www.youtube.com/watch?v=D3tdWP9efow>
- Keskİn, B., Temel, S., & Eren, B. (2017). Determination of Yield and Plant Characteristics of Some Silage Corn Varieties. *Iğdır University Journal of the Institute of Science and Technology*, 7(1), 347-351.  
<https://doi.org/10.21597/jist.2017127447>
- Kumar, B., Karjagi, C., Jat, S., Parihar, C., Yathish, K., Singh, V., ... Kumar, R. . (2012). *Maize biology: an introduction*.
- Labroo, M. R., Studer, A. J., & Rutkoski, J. E. (2021). Heterosis and Hybrid Crop Breeding: A Multidisciplinary Review. *Frontiers in Genetics*, 12, 1-19.  
<https://doi.org/10.3389/fgene.2021.643761>
- Lamkey, K. ., & Edwards, J. . (1997). The Quantitative Genetics of Heterosis. En *Book of Abstracts. The Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops; An International Symposium* (pp. 8-9). CIMMYT.

- Liedgens, M., Soldati, A., Stamp, P., & Richner, W. (2000). Root development of maize (*Zea mays* L.) as Observed with Minirhizotrons in Lysimeters. *Crop Science*, 40(6), 1665-1672. <https://doi.org/10.2135/cropsci2000.4061665x>
- Lippman, Z., & Zamir, D. (2007). Heterosis: revisiting the magic. *Trends in Genetics*, 23(2), 60-66. <https://doi.org/10.1016/j.tig.2006.12.006>
- Liu, J., Li, M., Zhang, Q., Wei, X., & Huang, X. (2020). Exploring the molecular basis of heterosis for plant breeding. *Journal of Integrative Plant Biology*, 62(3), 287-298. <https://doi.org/10.1111/jipb.12804>
- Llaven, G., Peinado, L., Coyac, J., & Saucedo, R. (2015). *Determinación del nivel de Heterosis en híbridos de Maíz para la Comarca Lagunera*. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/c5dc/0496c1148cfe7edac90558a30b787e06f76a.pdf>
- MacRobert, J. F., Setimela, P., Gethi, J., & Regasa, M. (2015). *Manual de producción de semilla de maíz híbrido*. México, D.F.: CIMMYT.
- Magdaleno, E., Mejía, A., Martínez, T., Jiménez, M., Sanchez, J., & García, J. (2016). Selección tradicional de semilla de maíz criollo. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 13(3), 437-447.
- Mallory, M. L. (2021). Impact of COVID-19 on Medium-Term Export Prospects for Soybeans, Corn, Beef, Pork, and Poultry. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 43(1), 292-303. <https://doi.org/10.1002/aepp.13113>
- Marino, J. (2020). *ADAPTACIÓN DE HÍBRIDOS SIMPLES DE MAÍZ BLANCO DURO (Zea mays L.) EN LA LOCALIDAD DE LA MOLINA*. Agraraia la molina.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2019a). *Observatorio de commodities: Maíz amarillo duro*. Recuperado de [http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/economia/e71/commodities\\_mad\\_ene19.pdf](http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/economia/e71/commodities_mad_ene19.pdf)
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2019b). *Requerimientos Agroclimáticos del cultivo de Maíz Amarillo Duro*. Recuperado de <https://www.minagri.gob.pe/portal/informacion-agroclimatica/fichas-tecnicas-2019?download=15873:ficha-tecnica-cultivo-de-maiz-amarillo-duro>

- Ministerio de Agricultura y Riego. (2020). *Observatorio de commodities 2020 Maíz amarillo duro*. p. 14. Recuperado de [www.gob.pe/midagri](http://www.gob.pe/midagri)
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2021, mayo). *Observatorio de commodities Enero - Marzo 2021 Maíz amarillo duro*. p. 16. Recuperado de [www.gob.pe/midagri](http://www.gob.pe/midagri)
- Munguía, J., Sánchez, F., Vizcarra, I., & Rivas, M. (2015). Estrategias para la producción de maíz frente a los impactos del cambio climático. *Revista de Ciencias Sociales*, 21(4), 538-547. <https://doi.org/10.31876/rcs.v21i4.25750>
- Obrador, J. (1984). Cosecha de maíz. En *Cosecha de granos trigo, maíz, frejol y soya* (p. 60). Recuperado de [www.fao.org](http://www.fao.org)
- Paliwal, R. (2001). Introducción al maíz y su importancia. En *El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción* (pp. 11-13). Roma, Italia: FAO.
- Pimentel, F. (1990). *Curso de estadística experimental* (13.<sup>a</sup> ed.).
- Posada, C. (2018). *Producción de maíz amarillo duro no cubre la demanda local*. 20-22. Recuperado de [https://www.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/posada\\_841/posada\\_841\\_produccion\\_de\\_maiz\\_amarillo\\_duro\\_no\\_cubre\\_la\\_demanda\\_local.pdf](https://www.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/posada_841/posada_841_produccion_de_maiz_amarillo_duro_no_cubre_la_demanda_local.pdf)
- Ramos, E. (2021, enero 11). Perú importó maíz amarillo duro por mas de US\$ 740 millones durante 2020. *agraria.pe*. Recuperado de <https://agraria.pe/noticias/peru-importo-maiz-amarillo-duro-por-mas-de-us-740-millones-d-23400#:~:text=Entre las principales empresas exportadoras,con US%24 38.726.000 y>
- Rodríguez, L., Guevara, F., Ovando, J., Marto, J., & Ortiz, R. (2016). Crecimiento e índice de cosecha de variedades locales de maíz (*Zea mays* L.) en comunidades de la región frailesca de Chiapas, México. *Cultivos Tropicales*, 37(3), 137-145. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1404.6967>
- Russell, W. (1972). Effect of Leaf Angle on Hybrid Performance in Maize ( *Zea mays* L.). *Crop Science*, 12(1), 90-92. <https://doi.org/10.2135/cropsci1972.0011183x001200010031x>
- Rutger, J. N., Francis, C. A., & Grogan, C. O. (1971). Diallel analysis of ear leaf characteristics in maize (*Zea mays* L.). *Crop Science*, 11(2), 194-195.

<https://doi.org/10.2135/cropsci1971.0011183x001100020008x>

Sánchez, H. (2004). *Manual tecnologico del maíz amarillo duro y de buenas practicas agrícolas para el Valle de Huaura - Departamento de Lima* (J. Chávez & F. Rojas, eds.). IICA

Sanchez, R., Mendieta, J., & Galiano, A. (2019a). *Informe de Seguimiento Agroeconómico ISA I – Trimestre 2019*. Lima, Perú.

Sanchez, R., Mendieta, J., & Galiano, A. (2019b). *Informe de Seguimiento Agroeconómico ISA IV-Trimestre 2018*.

Sarlangue, T. (2008). Uso de maíces ultra precoces. *Conocimientos agrícolas*, 1-5.

Semina, S., Gavryshina, I., Zheryakov, E., & Nikulina, E. (2020). The formation of corn grain yield when using silicon-containing preparations. *Scientific Papers Series A. Agronomy*, *LXIII*(1), 509-513.

Shull, G. H. (1948). What Is «Heterosis»? *Genetics*, *33*(5), 439-446.  
<https://doi.org/10.1093/genetics/33.5.439>

Stuber, C. (1994). Heterosis in Plant Breeding. En *Plant Breeding Reviews* (pp. 227-251). <https://doi.org/10.1002/9780470650493.ch8>

Trachsel, S., Burgueno, J., Suarez, E., San Vicente, F., Rodriguez, C., & Dhliwayo, T. (2017). Interrelations among early vigor, flowering time, physiological maturity, and grain yield in tropical maize (*Zea mays* L.) under multiple abiotic stresses. *Crop Science*, *57*(1), 229-242. <https://doi.org/10.2135/cropsci2016.06.0562>

Van Roekel, R. J., & Coulter, J. A. (2012). Agronomic responses of corn hybrids to row width and plant density. *Agronomy Journal*, *104*(3), 612-620.  
<https://doi.org/10.2134/agronj2011.0380>

Velasco, Á., García, J., Sahagún, J., Lobato, R., Sánchez, C., & Marín, I. (2019). Rendimiento, componentes de rendimiento y heterosis de germoplasma de maíz adaptado a valles altos. *Revista Fitotecnia Mexicana*, *42*(4), 367-374.  
<https://doi.org/10.35196/rfm.2019.4.367-374>

Virgen, J., Zepeda, R., Avila, M., Espinosa, A., Arellano, J., & Gámez, A. (2014). Producción de semilla de líneas progenitoras de maíz: densidad de población e

- interacción. *Agronomía Mesoamericana*, 25(2), 323-335.  
<https://doi.org/10.15517/am.v25i2.15439>
- Wang, Y., Liu, X., Hou, X., Sheng, D., Dong, X., Gao, Y., ... Huang, S. (2021). Maximum lethal temperature for flowering and seed set in maize with contrasting male and female flower sensitivities. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 207(4), 1-11. <https://doi.org/10.1111/jac.12506>
- Wang, Y., Tao, H., Zhang, P., Hou, X., Sheng, D., Tian, B., ... Huang, S. (2020). Reduction in seed set upon exposure to high night temperature during flowering in maize. *Physiologia Plantarum*, 169(1), 73-82. <https://doi.org/10.1111/ppl.13049>
- Whaley, G. W. (1944). Heterosis. *The Botanical Review*, 10(8), 461-498.  
<https://doi.org/10.1007/BF02861125>
- Xue, J., Qi, B., Ma, B., Li, B., & Gou, L. (2021). Effect of altered leaf angle on maize stalk lodging resistance. *Crop Science*, 61(1), 689-703.  
<https://doi.org/10.1002/csc2.20284>
- Yu, D., Gu, X., Zhang, S., Dong, S., Miao, H., Gebretsadik, K., & Bo, K. (2021). Molecular basis of heterosis and related breeding strategies reveal its importance in vegetable breeding. *Horticulture Research*, 8, 1-17.  
<https://doi.org/10.1038/s41438-021-00552-9>
- Zegarra, E. (2014). Situación del mercado de semillas de maíz amarillo duro y moratoria a la entrada de semillas transgénicas. *Debate agrario*, 46, 67-91.  
Recuperado de <http://www.cepes.org.pe/debate/debate46/debate.htm>

## **VIII. ANEXOS**



**Anexo 1: Valores medios de rendimiento de grano (t/ha) de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido	Media
T7 - 10-OHG x DK-125	19.03 a
T39 - 16-HH x 10-OHG	18.05 a b
T20 - 10-OHG x CML-451	16.73 a b c
T32 - 16-HH x CML-226	16.58 a b c
T19 - SANTA ELENA x CML-451	16.28 a b c
T38 - 10-OHG x SANTA ELENA	16.08 a b c d
T34 - 10-OHG x ADVANTA	15.95 a b c d
T15 - 10-OHG x DK-107	15.78 a b c d
T31 - 10-OHG x CML-226	15.73 a b c d e
T29 - SANTA ELENA x CML-226	15.53 a b c d e
T45 - DK-7088	15.20 a b c d e f
T43 - PM-213	14.88 a b c d e f
T5 - SANTA ELENA x DK-125	14.88 a b c d e f
T44 - EXP-5	14.85 a b c d e f
T17 - CML-226 x CML-451	14.48 a b c d e f
T13 - SANTA ELENA x DK-107	14.38 a b c d e f g
T35 - 16-HH x ADVANTA	14.13 b c d e f g
T6 - ADVANTA x DK-125	14.13 b c d e f g
T41 - ADVANTA x SANTA ELENA	14.05 b c d e f g
T30 - ADVANTA x CML-226	14.00 b c d e f g
T21 - 16-HH x CML-451	13.98 b c d e f g
T25 - ADVANTA x CML-225	13.60 b c d e f g h
T14 - ADVANTA x DK-107	13.38 b c d e f g h
T36 - HH-131 x ADVANTA	13.08 c d e f g h i
T11 - CML-226 x DK-107	12.98 c d e f g h i
T33 - HH-131 x CML-226	12.68 c d e f g h i j
T3 - CML-226 x DK-125	12.63 c d e f g h i j
T40 - HH-131 x 10-OHG	12.58 c d e f g h i j
T2 - CML-451 x DK-125	12.55 c d e f g h i j
T23 - ADVANTA x CML-451	12.45 c d e f g h i j
T12 - CML-225 x DK-107	11.23 d e f g h i j k
T26 - 16-HH x CML-225	10.85 e f g h i j k
T1 - DK-107 x DK-125	10.58 f g h i j k
T18 - CML-225 x CML-451	10.58 f g h i j k
T27 - HH-131 x CML-225	10.53 f g h i j k
T42 - HH-131 x 16-HH	10.48 f g h i j k
T28 - CML-225 x CML-226	10.38 f g h i j k l
T37 - 10-OHG x ADVANTA	9.55 g h i j k l
T4 - CML-225 x DK-125	8.95 h i j k l
T22 - HH-131 x CML-451	8.35 i j k l
T24 - SANTA ELENA x CML-225	8.23 i j k l
T8 - 16-HH x DK-125	7.98 j k l
T10 - CML-451 x DK-107	6.83 k l
T9 - HH-131 x DK-125	5.50 l m
T16 - HH-131 x DK-107	1.00 m

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

**Anexo 2: Valores medios de índice de desgrane (%) de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido	Medias
T19 - SANTA ELENA x CML-451	90.00 a
T21 - 16-HH x CML-451	90.00 a
T26 - 16-HH x CML-225	90.00 a
T29 - SANTA ELENA x CML-226	90.00 a
T32 - 16-HH x CML-226	90.00 a
T38 - 10-OHG x SANTA ELENA	90.00 a
T39 - 16-HH x 10-OHG	90.00 a
T45 - DK-7088	90.00 a
T5 - SANTA ELENA x DK-125	90.00 a
T6 - ADVANTA x DK-125	90.00 a
T35 - 16-HH x ADVANTA	88.14 a b
T13 - SANTA ELENA x DK-107	87.50 a b
T15 - 10-OHG x DK-107	87.50 a b
T25 - ADVANTA x CML-225	87.50 a b
T7 - 10-OHG x DK-125	87.50 a b
T8 - 16-HH x DK-125	87.50 a b
T37 - 10-OHG x ADVANTA	86.34 a b
T14 - ADVANTA x DK-107	86.29 a b
T30 - ADVANTA x CML-226	85.00 a b
T41 - ADVANTA x SANTA ELENA	85.00 a b
T42 - HH-131 x 16-HH	85.00 a b
T40 - HH-131 x 10-OHG	83.14 a b
T16 - HH-131 x DK-107	83.12 a b
T17 - CML-226 x CML-451	82.50 a b
T23 - ADVANTA x CML-451	82.50 a b
T3 - CML-226 x DK-125	82.50 a b
T31 - 10-OHG x CML-226	82.50 a b
T36 - HH-131 x ADVANTA	82.50 a b
T43 - PM-213	82.50 a b
T9 - HH-131 x DK-125	82.50 a b
T34 - 10-OHG x ADVANTA	81.54 a b
T10 - CML-451 x DK-107	80.86 a b
T44 - EXP-5	80.67 b
T1 - DK-107 x DK-125	80.52 b
T24 - SANTA ELENA x CML-225	80.50 b
T11 - CML-226 x DK-107	80.00 b
T12 - CML-225 x DK-107	80.00 b
T18 - CML-225 x CML-451	80.00 b
T2 - CML-451 x DK-125	80.00 b
T20 - 10-OHG x CML-451	80.00 b
T22 - HH-131 x CML-451	80.00 b
T27 - HH-131 x CML-225	80.00 b
T28 - CML-225 x CML-226	80.00 b
T33 - HH-131 x CML-226	80.00 b
T4 - CML-225 x DK-125	80.00 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

**Anexo 3: Valores medios de humedad de grano a la cosecha (%) de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido	Media
T45 - DK-7088	34.43 a
T35 - 16-HH x ADVANTA	34.10 a b
T41 - ADVANTA x SANTA ELENA	32.83 a b c
T23 - ADVANTA x CML-451	32.20 a b c d
T30 - ADVANTA x CML-226	31.45 a b c d e
T1 - DK-107 x DK-125	31.18 a b c d e
T44 - EXP-5	30.93 a b c d e
T36 - HH-131 x ADVANTA	30.48 a b c d e
T25 - ADVANTA x CML-225	30.20 a b c d e
T6 - ADVANTA x DK-125	30.15 a b c d e
T19 - SANTA ELENA x CML-451	29.95 a b c d e f
T22 - HH-131 x CML-451	29.70 a b c d e f
T14 - ADVANTA x DK-107	29.30 a b c d e f
T33 - HH-131 x CML-226	29.18 a b c d e f
T34 - 10-OHG x ADVANTA	29.18 a b c d e f
T12 - CML-225 x DK-107	28.75 a b c d e f g
T43 - PM-213	28.38 a b c d e f g
T29 - SANTA ELENA x CML-226	28.15 a b c d e f g
T21 - 16-HH x CML-451	27.88 a b c d e f g
T2 - CML-451 x DK-125	27.78 a b c d e f g
T4 - CML-225 x DK-125	27.70 a b c d e f g
T13 - SANTA ELENA x DK-107	27.65 a b c d e f g
T3 - CML-226 x DK-125	27.48 a b c d e f g
T17 - CML-226 x CML-451	27.03 a b c d e f g
T20 - 10-OHG x CML-451	26.85 a b c d e f g
T18 - CML-225 x CML-451	26.78 a b c d e f g
T7 - 10-OHG x DK-125	26.75 a b c d e f g
T8 - 16-HH x DK-125	26.50 a b c d e f g
T15 - 10-OHG x DK-107	26.40 a b c d e f g
T27 - HH-131 x CML-225	26.25 a b c d e f g
T5 - SANTA ELENA x DK-125	25.93 a b c d e f g
T26 - 16-HH x CML-225	25.83 a b c d e f g
T11 - CML-226 x DK-107	25.73 a b c d e f g
T28 - CML-225 x CML-226	25.65 a b c d e f g
T39 - 16-HH x 10-OHG	25.38 a b c d e f g
T10 - CML-451 x DK-107	25.28 a b c d e f g
T24 - SANTA ELENA x CML-225	25.00 b c d e f g
T31 - 10-OHG x CML-226	24.48 c d e f g
T38 - 10-OHG x SANTA ELENA	23.88 c d e f g
T32 - 16-HH x CML-226	23.35 d e f g
T40 - HH-131 x 10-OHG	23.33 d e f g
T9 - HH-131 x DK-125	22.85 e f g
T16 - HH-131 x DK-107	22.58 e f g
T42 - HH-131 x 16-HH	20.80 f g
T37 - 10-OHG x ADVANTA	19.83 g

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

**Anexo 4: Valores medios de longitud de mazorca (cm) de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido		Media	
T19	- SANTA ELENA x CML-451	19.73	a
T44	- EXP-5	19.40	a b
T1	- DK-107 x DK-125	19.15	a b c
T42	- HH-131 x 16-HH	19.13	a b c
T40	- HH-131 x 10-OHG	19.00	a b c
T20	- 10-OHG x CML-451	18.98	a b c d
T15	- 10-OHG x DK-107	18.93	a b c d
T2	- CML-451 x DK-125	18.85	a b c d
T43	- PM-213	18.80	a b c d e
T38	- 10-OHG x SANTA ELENA	18.55	a b c d e f
T21	- 16-HH x CML-451	18.50	a b c d e f g
T23	- ADVANTA x CML-451	18.50	a b c d e f g
T39	- 16-HH x 10-OHG	18.43	a b c d e f g h
T17	- CML-226 x CML-451	18.40	a b c d e f g h
T35	- 16-HH x ADVANTA	18.23	a b c d e f g h
T13	- SANTA ELENA x DK-107	18.20	a b c d e f g h
T41	- ADVANTA x SANTA ELENA	18.13	a b c d e f g h
T36	- HH-131 x ADVANTA	18.00	a b c d e f g h
T5	- SANTA ELENA x DK-125	17.68	a b c d e f g h
T33	- HH-131 x CML-226	17.55	a b c d e f g h
T7	- 10-OHG x DK-125	17.50	a b c d e f g h
T18	- CML-225 x CML-451	17.48	a b c d e f g h
T34	- 10-OHG x ADVANTA	17.33	a b c d e f g h i
T12	- CML-225 x DK-107	17.28	a b c d e f g h i
T27	- HH-131 x CML-225	17.25	a b c d e f g h i
T32	- 16-HH x CML-226	17.20	a b c d e f g h i
T16	- HH-131 x DK-107	17.18	a b c d e f g h i
T14	- ADVANTA x DK-107	17.15	a b c d e f g h i
T37	- 10-OHG x ADVANTA	17.08	a b c d e f g h i
T25	- ADVANTA x CML-225	17.00	a b c d e f g h i
T26	- 16-HH x CML-225	16.83	b c d e f g h i
T31	- 10-OHG x CML-226	16.83	b c d e f g h i
T6	- ADVANTA x DK-125	16.73	b c d e f g h i
T11	- CML-226 x DK-107	16.68	b c d e f g h i
T4	- CML-225 x DK-125	16.63	b c d e f g h i
T30	- ADVANTA x CML-226	16.48	c d e f g h i
T29	- SANTA ELENA x CML-226	16.40	c d e f g h i
T10	- CML-451 x DK-107	16.38	c d e f g h i
T22	- HH-131 x CML-451	16.35	c d e f g h i
T9	- HH-131 x DK-125	16.18	d e f g h i
T24	- SANTA ELENA x CML-225	16.03	e f g h i
T28	- CML-225 x CML-226	15.78	f g h i
T3	- CML-226 x DK-125	15.70	g h i
T45	- DK-7088	15.68	h i
T8	- 16-HH x DK-125	14.53	i

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

**Anexo 5: Valores medios de diámetro de mazorca (cm) de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido	Media
T30 - ADVANTA x CML-226	6.05 a
T36 - HH-131 x ADVANTA	6.05 a
T41 - ADVANTA x SANTA ELENA	5.90 a b
T29 - SANTA ELENA x CML-226	5.80 a b c
T5 - SANTA ELENA x DK-125	5.80 a b c
T6 - ADVANTA x DK-125	5.78 a b c
T3 - CML-226 x DK-125	5.73 a b c
T37 - 10-OHG x ADVANTA	5.73 a b c
T19 - SANTA ELENA x CML-451	5.70 a b c
T13 - SANTA ELENA x DK-107	5.68 a b c d
T28 - CML-225 x CML-226	5.68 a b c d
T12 - CML-225 x DK-107	5.65 a b c d e
T14 - ADVANTA x DK-107	5.65 a b c d e
T9 - HH-131 x DK-125	5.65 a b c d e
T33 - HH-131 x CML-226	5.63 a b c d e f
T15 - 10-OHG x DK-107	5.60 b c d e f
T17 - CML-226 x CML-451	5.60 b c d e f
T34 - 10-OHG x ADVANTA	5.60 b c d e f
T25 - ADVANTA x CML-225	5.58 b c d e f g
T38 - 10-OHG x SANTA ELENA	5.55 b c d e f g h
T23 - ADVANTA x CML-451	5.53 b c d e f g h
T16 - HH-131 x DK-107	5.50 b c d e f g h i
T42 - HH-131 x 16-HH	5.50 b c d e f g h i
T11 - CML-226 x DK-107	5.48 b c d e f g h i j
T32 - 16-HH x CML-226	5.48 b c d e f g h i j
T35 - 16-HH x ADVANTA	5.48 b c d e f g h i j
T31 - 10-OHG x CML-226	5.45 c d e f g h i j
T1 - DK-107 x DK-125	5.43 c d e f g h i j
T7 - 10-OHG x DK-125	5.40 c d e f g h i j k
T27 - HH-131 x CML-225	5.38 c d e f g h i j k l
T40 - HH-131 x 10-OHG	5.38 c d e f g h i j k l
T18 - CML-225 x CML-451	5.25 d e f g h i j k l m
T4 - CML-225 x DK-125	5.23 e f g h i j k l m
T45 - DK-7088	5.20 f g h i j k l m
T24 - SANTA ELENA x CML-225	5.15 g h i j k l m
T21 - 16-HH x CML-451	5.13 h i j k l m
T39 - 16-HH x 10-OHG	5.08 i j k l m
T2 - CML-451 x DK-125	5.05 j k l m
T44 - EXP-5	4.98 k l m
T10 - CML-451 x DK-107	4.95 l m
T26 - 16-HH x CML-225	4.95 l m
T43 - PM-213	4.93 m
T8 - 16-HH x DK-125	4.93 m
T20 - 10-OHG x CML-451	4.90 m
T22 - HH-131 x CML-451	4.90 m

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

**Anexo 6: Valores medios de granos por hilera de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido		Media
T19	- SANTA ELENA x CML-451	77.20 a
T26	- 16-HH x CML-225	75.40 a b
T12	- CML-225 x DK-107	74.78 a b
T39	- 16-HH x 10-OHG	74.15 a b c
T18	- CML-225 x CML-451	73.93 a b c d
T43	- PM-213	73.75 a b c d
T21	- 16-HH x CML-451	73.30 a b c d e
T13	- SANTA ELENA x DK-107	72.33 a b c d e
T41	- ADVANTA x SANTA ELENA	72.20 a b c d e
T35	- 16-HH x ADVANTA	72.08 a b c d e
T7	- 10-OHG x DK-125	72.05 a b c d e
T4	- CML-225 x DK-125	72.03 a b c d e
T24	- SANTA ELENA x CML-225	72.00 a b c d e
T25	- ADVANTA x CML-225	71.93 a b c d e f
T2	- CML-451 x DK-125	71.43 a b c d e f
T27	- HH-131 x CML-225	71.40 a b c d e f
T5	- SANTA ELENA x DK-125	71.08 a b c d e f
T38	- 10-OHG x SANTA ELENA	71.00 a b c d e f g
T15	- 10-OHG x DK-107	70.85 a b c d e f g
T6	- ADVANTA x DK-125	70.83 a b c d e f g
T20	- 10-OHG x CML-451	70.78 a b c d e f g
T42	- HH-131 x 16-HH	70.18 a b c d e f g
T1	- DK-107 x DK-125	70.03 a b c d e f g
T17	- CML-226 x CML-451	69.93 a b c d e f g
T40	- HH-131 x 10-OHG	68.78 a b c d e f g
T45	- DK-7088	68.33 a b c d e f g
T34	- 10-OHG x ADVANTA	68.15 a b c d e f g
T44	- EXP-5	68.00 a b c d e f g
T23	- ADVANTA x CML-451	67.53 a b c d e f g h
T32	- 16-HH x CML-226	66.95 a b c d e f g h
T11	- CML-226 x DK-107	66.43 a b c d e f g h
T33	- HH-131 x CML-226	66.18 a b c d e f g h
T14	- ADVANTA x DK-107	65.93 b c d e f g h
T31	- 10-OHG x CML-226	65.53 b c d e f g h
T16	- HH-131 x DK-107	65.13 b c d e f g h i
T28	- CML-225 x CML-226	65.10 b c d e f g h i
T30	- ADVANTA x CML-226	65.05 b c d e f g h i
T36	- HH-131 x ADVANTA	64.88 b c d e f g h i
T37	- 10-OHG x ADVANTA	63.30 c d e f g h i
T3	- CML-226 x DK-125	63.08 d e f g h i
T29	- SANTA ELENA x CML-226	62.55 e f g h i
T8	- 16-HH x DK-125	60.88 f g h i
T9	- HH-131 x DK-125	59.98 g h i
T22	- HH-131 x CML-451	56.88 h i
T10	- CML-451 x DK-107	54.40 i

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

**Anexo 7: Valores medios de hileras por mazorca de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

	Tratamiento - Híbrido	Media
	T36 - HH-131 x ADVANTA	20.75 a
	T6 - ADVANTA x DK-125	20.10 a b
	T9 - HH-131 x DK-125	19.88 a b c
	T5 - SANTA ELENA x DK-125	19.50 a b c d
	T33 - HH-131 x CML-226	18.95 b c d e
	T3 - CML-226 x DK-125	18.90 b c d e
	T42 - HH-131 x 16-HH	18.53 c d e
	T13 - SANTA ELENA x DK-107	18.45 c d e f
	T14 - ADVANTA x DK-107	18.25 d e f g
	T37 - 10-OHG x ADVANTA	17.93 e f g h
	T16 - HH-131 x DK-107	17.75 e f g h i
	T35 - 16-HH x ADVANTA	17.70 e f g h i j
67	T29 - SANTA ELENA x CML-226	17.65 e f g h i j k
	T30 - ADVANTA x CML-226	17.65 e f g h i j k
	T32 - 16-HH x CML-226	17.60 e f g h i j k l
	T41 - ADVANTA x SANTA ELENA	17.45 e f g h i j k l m
	T11 - CML-226 x DK-107	17.00 f g h i j k l m n
	T2 - CML-451 x DK-125	17.00 f g h i j k l m n
	T34 - 10-OHG x ADVANTA	16.90 g h i j k l m n o
	T7 - 10-OHG x DK-125	16.85 g h i j k l m n o
	T22 - HH-131 x CML-451	16.43 h i j k l m n o p
	T19 - SANTA ELENA x CML-451	16.35 i j k l m n o p
	T23 - ADVANTA x CML-451	16.25 i j k l m n o p q
	T38 - 10-OHG x SANTA ELENA	16.20 j k l m n o p q
	T1 - DK-107 x DK-125	16.15 k l m n o p q
	T40 - HH-131 x 10-OHG	16.15 k l m n o p q
	T17 - CML-226 x CML-451	16.10 l m n o p q

	T31 - 10-OHG x CML-226	16.10	l m n o p q
	T21 - 16-HH x CML-451	16.03	m n o p q
	T45 - DK-7088	16.00	m n o p q
	T8 - 16-HH x DK-125	16.00	m n o p q
	T39 - 16-HH x 10-OHG	15.95	m n o p q r
	T15 - 10-OHG x DK-107	15.75	n o p q r s
	T25 - ADVANTA x CML-225	15.43	o p q r s t
	T28 - CML-225 x CML-226	15.25	p q r s t
	T10 - CML-451 x DK-107	15.20	p q r s t
	T26 - 16-HH x CML-225	15.00	p q r s t
	T12 - CML-225 x DK-107	14.95	p q r s t
	T27 - HH-131 x CML-225	14.80	q r s t
	T20 - 10-OHG x CML-451	14.45	r s t u
	T4 - CML-225 x DK-125	14.33	s t u
	T24 - SANTA ELENA x CML-225	14.30	s t u
∞	T18 - CML-225 x CML-451	14.05	t u v
	T44 - EXP-5	13.20	u v
	T43 - PM-213	12.55	v

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )



**Anexo 8: Valores medios del peso de 500 granos (g) de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido	Media
T36 - HH-131 x ADVANTA	237.50 a
T34 - 10-OHG x ADVANTA	234.03 a b
T20 - 10-OHG x CML-451	228.50 a b c
T15 - 10-OHG x DK-107	220.75 a b c d
T14 - ADVANTA x DK-107	216.25 a b c d e
T6 - ADVANTA x DK-125	216.25 a b c d e
T1 - DK-107 x DK-125	216.00 a b c d e
T30 - ADVANTA x CML-226	215.25 a b c d e f
T25 - ADVANTA x CML-225	213.50 a b c d e f
T17 - CML-226 x CML-451	211.75 a b c d e f
T18 - CML-225 x CML-451	211.13 a b c d e f g
T4 - CML-225 x DK-125	204.75 a b c d e f g h
T11 - CML-226 x DK-107	202.75 a b c d e f g h
T28 - CML-225 x CML-226	202.25 a b c d e f g h
T41 - ADVANTA x SANTA ELENA	200.75 a b c d e f g h
T40 - HH-131 x 10-OHG	200.30 a b c d e f g h
T29 - SANTA ELENA x CML-226	199.25 a b c d e f g h
T44 - EXP-5	198.78 a b c d e f g h
T3 - CML-226 x DK-125	198.00 a b c d e f g h
T35 - 16-HH x ADVANTA	196.63 a b c d e f g h
T31 - 10-OHG x CML-226	194.25 b c d e f g h
T43 - PM-213	192.50 b c d e f g h
T13 - SANTA ELENA x DK-107	190.00 c d e f g h i
T33 - HH-131 x CML-226	189.25 c d e f g h i
T16 - HH-131 x DK-107	189.10 c d e f g h i
T23 - ADVANTA x CML-451	188.50 c d e f g h i
T12 - CML-225 x DK-107	188.00 c d e f g h i
T37 - 10-OHG x ADVANTA	187.55 c d e f g h i
T21 - 16-HH x CML-451	186.00 d e f g h i
T42 - HH-131 x 16-HH	185.75 d e f g h i
T38 - 10-OHG x SANTA ELENA	183.25 d e f g h i
T32 - 16-HH x CML-226	182.75 d e f g h i
T27 - HH-131 x CML-225	181.75 d e f g h i j
T10 - CML-451 x DK-107	179.88 d e f g h i j
T19 - SANTA ELENA x CML-451	179.25 d e f g h i j
T9 - HH-131 x DK-125	178.50 e f g h i j
T5 - SANTA ELENA x DK-125	177.00 e f g h i j
T2 - CML-451 x DK-125	175.50 e f g h i j
T24 - SANTA ELENA x CML-225	174.25 e f g h i j
T7 - 10-OHG x DK-125	173.25 f g h i j
T45 - DK-7088	169.25 g h i j k
T22 - HH-131 x CML-451	165.25 h i j k
T26 - 16-HH x CML-225	148.50 i j k
T39 - 16-HH x 10-OHG	140.50 j k
T8 - 16-HH x DK-125	130.75 k

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

**Anexo 9: Valores medios de floración masculina (días) de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido		Media
T23	- ADVANTA x CML-451	114.00 a
T10	- CML-451 x DK-107	112.00 a b
T22	- HH-131 x CML-451	112.00 a b
T45	- DK-7088	111.50 a b
T9	- H-131 x DK-125	111.50 a b
T41	- ADVANTA x SANTA ELENA	111.00 a b c
T44	- EXP-5	111.00 a b c
T12	- CML-225 x DK-107	110.50 a b c
T20	- 10-OHG x CML-451	110.50 a b c
T21	- 16-HH x CML-451	110.50 a b c
T35	- 16-HH x ADVANTA	110.50 a b c
T43	- PM-213	110.50 a b c
T8	- 16-HH x DK-125	110.50 a b c
T1	- DK-107 x DK-125	110.00 a b c d
T14	- ADVANTA x DK-107	110.00 a b c d
T16	- HH-131 x DK-107	110.00 a b c d
T18	- CML-225 x CML-451	110.00 a b c d
T19	- SANTA ELENA x CML-451	110.00 a b c d
T2	- CML-451 x DK-125	110.00 a b c d
T25	- ADVANTA x CML-225	110.00 a b c d
T28	- CML-225 x CML-226	110.00 a b c d
T32	- 16-HH x CML-226	110.00 a b c d
T33	- HH-131 x CML-226	110.00 a b c d
T39	- 16-HH x 10-OHG	110.00 a b c d
T4	- CML-225 x DK-125	110.00 a b c d
T5	- SANTA ELENA x DK-125	110.00 a b c d
T13	- SANTA ELENA x DK-107	108.75 a b c d e
T17	- CML-226 x CML-451	108.75 a b c d e
T29	- SANTA ELENA x CML-226	108.75 a b c d e
T34	- 10-OHG x ADVANTA	108.75 a b c d e
T7	- 10-OHG x DK-125	108.75 a b c d e
T26	- 16-HH x CML-225	108.25 a b c d e
T27	- HH-131 x CML-225	108.25 a b c d e
T30	- ADVANTA x CML-226	108.25 a b c d e
T36	- HH-131 x ADVANTA	108.25 a b c d e
T42	- HH-131 x 16-HH	108.25 a b c d e
T3	- CML-226 x DK-125	107.50 b c d e
T38	- 10-OHG x SANTA ELENA	107.00 b c d e
T6	- ADVANTA x DK-125	106.25 b c d e
T37	- 10-OHG x ADVANTA	105.50 c d e
T40	- HH-131 x 10-OHG	105.25 c d e
T11	- CML-226 x DK-107	104.50 d e
T24	- SANTA ELENA x CML-225	104.50 d e
T31	- 10-OHG x CML-226	103.25 e
T15	- 10-OHG x DK-107	103.00 e

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

**Anexo 10: Valores medios de floración femenina (días) de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido		Media
T41	- ADVANTA x SANTA ELENA	115.25 a
T10	- CML-451 x DK-107	114.75 a
T23	- ADVANTA x CML-451	114.75 a
T19	- SANTA ELENA x CML-451	113.00 a b
T44	- EXP-5	113.00 a b
T9	- H-131 x DK-125	112.75 a b
T12	- CML-225 x DK-107	112.50 a b
T20	- 10-OHG x CML-451	112.50 a b
T4	- CML-225 x DK-125	112.50 a b
T43	- PM-213	112.50 a b
T18	- CML-225 x CML-451	112.00 a b
T22	- HH-131 x CML-451	112.00 a b
T45	- DK-7088	111.50 a b c
T8	- 16-HH x DK-125	111.50 a b c
T16	- HH-131 x DK-107	111.00 a b c d
T2	- CML-451 x DK-125	111.00 a b c d
T21	- 16-HH x CML-451	111.00 a b c d
T35	- 16-HH x ADVANTA	111.00 a b c d
T33	- HH-131 x CML-226	110.50 a b c d
T1	- DK-107 x DK-125	110.00 a b c d
T13	- SANTA ELENA x DK-107	110.00 a b c d
T14	- ADVANTA x DK-107	110.00 a b c d
T17	- CML-226 x CML-451	110.00 a b c d
T25	- ADVANTA x CML-225	110.00 a b c d
T28	- CML-225 x CML-226	110.00 a b c d
T32	- 16-HH x CML-226	110.00 a b c d
T34	- 10-OHG x ADVANTA	110.00 a b c d
T39	- 16-HH x 10-OHG	110.00 a b c d
T42	- HH-131 x 16-HH	110.00 a b c d
T5	- SANTA ELENA x DK-125	110.00 a b c d
T6	- ADVANTA x DK-125	110.00 a b c d
T7	- 10-OHG x DK-125	110.00 a b c d
T36	- HH-131 x ADVANTA	109.75 a b c d
T38	- 10-OHG x SANTA ELENA	109.75 a b c d
T24	- SANTA ELENA x CML-225	108.75 b c d e
T29	- SANTA ELENA x CML-226	108.75 b c d e
T3	- CML-226 x DK-125	108.75 b c d e
T26	- 16-HH x CML-225	108.25 b c d e
T27	- HH-131 x CML-225	108.25 b c d e
T37	- 10-OHG x ADVANTA	108.25 b c d e
T30	- ADVANTA x CML-226	107.50 b c d e
T40	- HH-131 x 10-OHG	107.50 b c d e
T11	- CML-226 x DK-107	106.00 c d e
T15	- 10-OHG x DK-107	105.25 d e
T31	- 10-OHG x CML-226	103.50 e

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

**Anexo 11: Valores medios de altura de planta (m) de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido	Media
T39 - 16-HH x 10-OHG	2.75 a
T7 - 10-OHG x DK-125	2.60 a b
T38 - 10-OHG x SANTA ELENA	2.58 a b c
T34 - 10-OHG x ADVANTA	2.55 a b c d
T44 - EXP-5	2.55 a b c d
T20 - 10-OHG x CML-451	2.48 a b c d e
T43 - PM-213	2.40 a b c d e f
T13 - SANTA ELENA x DK-107	2.35 a b c d e f g
T6 - ADVANTA x DK-125	2.23 a b c d e f g h
T19 - SANTA ELENA x CML-451	2.20 a b c d e f g h
T21 - 16-HH x CML-451	2.20 a b c d e f g h
T32 - 16-HH x CML-226	2.20 a b c d e f g h
T15 - 10-OHG x DK-107	2.18 b c d e f g h
T17 - CML-226 x CML-451	2.18 b c d e f g h
T41 - ADVANTA x SANTA ELENA	2.18 b c d e f g h
T45 - DK-7088	2.18 b c d e f g h
T5 - SANTA ELENA x DK-125	2.18 b c d e f g h
T14 - ADVANTA x DK-107	2.15 b c d e f g h
T30 - ADVANTA x CML-226	2.15 b c d e f g h
T31 - 10-OHG x CML-226	2.15 b c d e f g h
T35 - 16-HH x ADVANTA	2.15 b c d e f g h
T29 - SANTA ELENA x CML-226	2.13 b c d e f g h
T36 - HH-131 x ADVANTA	2.10 b c d e f g h
T37 - 10-OHG x ADVANTA	2.10 b c d e f g h
T42 - HH-131 x 16-HH	2.10 b c d e f g h
T23 - ADVANTA x CML-451	2.08 b c d e f g h
T40 - HH-131 x 10-OHG	2.05 b c d e f g h
T25 - ADVANTA x CML-225	2.05 b c d e f g h
T26 - 16-HH x CML-225	2.03 c d e f g h
T28 - CML-225 x CML-226	2.03 c d e f g h
T3 - CML-226 x DK-125	2.00 d e f g h
T11 - CML-226 x DK-107	1.98 e f g h
T24 - SANTA ELENA x CML-225	1.98 e f g h
T2 - CML-451 x DK-125	1.95 e f g h
T33 - HH-131 x CML-226	1.95 e f g h
T4 - CML-225 x DK-125	1.93 e f g h
T1 - DK-107 x DK-125	1.90 f g h
T12 - CML-225 x DK-107	1.90 f g h
T9 - HH-131 x DK-125	1.90 f g h
T18 - CML-225 x CML-451	1.88 f g h
T10 - CML-451 x DK-107	1.83 g h
T22 - HH-131 x CML-451	1.75 h
T8 - 16-HH x DK-125	1.73 h i
T27 - HH-131 x CML-225	1.70 h i
T16 - HH-131 x DK-107	1.18 i

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

**Anexo 12: Valores medios de altura de mazorca (m) de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido	Media
T39 - 16-HH x 10-OHG	1.60 a
T34 - 10-OHG x ADVANTA	1.50 a b
T7 - 10-OHG x DK-125	1.50 a b
T38 - 10-OHG x SANTA ELENA	1.45 a b c
T44 - EXP-5	1.40 a b c d
T43 - PM-213	1.38 a b c d e
T20 - 10-OHG x CML-451	1.35 a b c d e
T15 - 10-OHG x DK-107	1.33 a b c d e f
T31 - 10-OHG x CML-226	1.33 a b c d e f
T41 - ADVANTA x SANTA ELENA	1.28 a b c d e f
T13 - SANTA ELENA x DK-107	1.18 b c d e f g
T37 - 10-OHG x ADVANTA	1.18 b c d e f g
T5 - SANTA ELENA x DK-125	1.15 b c d e f g h
T6 - ADVANTA x DK-125	1.15 b c d e f g h
T29 - SANTA ELENA x CML-226	1.15 b c d e f g h
T36 - HH-131 x ADVANTA	1.15 b c d e f g h
T17 - CML-226 x CML-451	1.13 b c d e f g h
T19 - SANTA ELENA x CML-451	1.13 b c d e f g h
T30 - ADVANTA x CML-226	1.13 b c d e f g h
T32 - 16-HH x CML-226	1.10 b c d e f g h
T35 - 16-HH x ADVANTA	1.10 b c d e f g h
T14 - ADVANTA x DK-107	1.08 c d e f g h
T33 - HH-131 x CML-226	1.08 c d e f g h
T45 - DK-7088	1.08 c d e f g h
T40 - HH-131 x 10-OHG	1.05 c d e f g h
T25 - ADVANTA x CML-225	1.03 d e f g h i
T11 - CML-226 x DK-107	1.00 d e f g h i
T21 - 16-HH x CML-451	1.00 d e f g h i
T23 - ADVANTA x CML-451	1.00 d e f g h i
T24 - SANTA ELENA x CML-225	1.00 d e f g h i
T3 - CML-226 x DK-125	1.00 d e f g h i
T1 - DK-107 x DK-125	0.98 e f g h i
T26 - 16-HH x CML-225	0.98 e f g h i
T28 - CML-225 x CML-226	0.98 e f g h i
T12 - CML-225 x DK-107	0.93 f g h i
T4 - CML-225 x DK-125	0.93 f g h i
T42 - HH-131 x 16-HH	0.93 f g h i
T9 - HH-131 x DK-125	0.85 g h i
T8 - 16-HH x DK-125	0.85 g h i
T18 - CML-225 x CML-451	0.83 g h i
T2 - CML-451 x DK-125	0.83 g h i
T27 - HH-131 x CML-225	0.83 g h i
T10 - CML-451 x DK-107	0.78 g h i
T22 - HH-131 x CML-451	0.75 h i
T16 - HH-131 x DK-107	0.63 i

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

**Anexo 13: Valores medios de diámetro de tallo (cm) de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido		Media				
T13	- SANTA ELENA x DK-107	2.13	a			
T42	- HH-131 x 16-HH	2.11	a			
T19	- SANTA ELENA x CML-451	2.10	a			
T32	- 16-HH x CML-226	2.09	a	b		
T44	- EXP-5	2.09	a	b		
T21	- 16-HH x CML-451	2.09	a	b		
T1	- DK-107 x DK-125	2.02	a	b	c	
T6	- ADVANTA x DK-125	2.02	a	b	c	
T5	- SANTA ELENA x DK-125	2.01	a	b	c	d
T29	- SANTA ELENA x CML-226	2.00	a	b	c	d
T9	- H-131 x DK-125	1.99	a	b	c	d
T38	- 10-OHG x SANTA ELENA	1.98	a	b	c	d
T7	- 10-OHG x DK-125	1.98	a	b	c	d
T43	- PM-213	1.97	a	b	c	d
T20	- 10-OHG x CML-451	1.97	a	b	c	d
T2	- CML-451 x DK-125	1.94	a	b	c	d
T23	- ADVANTA x CML-451	1.94	a	b	c	d
T10	- CML-451 x DK-107	1.94	a	b	c	d
T14	- ADVANTA x DK-107	1.94	a	b	c	d
T22	- HH-131 x CML-451	1.93	a	b	c	d
T17	- CML-226 x CML-451	1.93	a	b	c	d
T35	- 16-HH x ADVANTA	1.93	a	b	c	d
T36	- HH-131 x ADVANTA	1.92	a	b	c	d
T39	- 16-HH x 10-OHG	1.92	a	b	c	d
T18	- CML-225 x CML-451	1.92	a	b	c	d
T3	- CML-226 x DK-125	1.90	a	b	c	d
T26	- 16-HH x CML-225	1.90	a	b	c	d
T15	- 10-OHG x DK-107	1.90	a	b	c	d
T24	- SANTA ELENA x CML-225	1.90	a	b	c	d
T40	- HH-131 x 10-OHG	1.90	a	b	c	d
T33	- HH-131 x CML-226	1.89	a	b	c	d
T31	- 10-OHG x CML-226	1.88	a	b	c	d
T12	- CML-225 x DK-107	1.87	a	b	c	d
T28	- CML-225 x CML-226	1.87	a	b	c	d
T41	- ADVANTA x SANTA ELENA	1.86	a	b	c	d
T45	- DK-7088	1.86	a	b	c	d
T30	- ADVANTA x CML-226	1.86	a	b	c	d
T11	- CML-226 x DK-107	1.85	a	b	c	d
T4	- CML-225 x DK-125	1.85	a	b	c	d
T25	- ADVANTA x CML-225	1.84	a	b	c	d
T27	- HH-131 x CML-225	1.81	a	b	c	d
T34	- 10-OHG x ADVANTA	1.75	a	b	c	d
T8	- 16-HH x DK-125	1.70		b	c	d
T16	- HH-131 x DK-107	1.64			c	d
T37	- 10-OHG x ADVANTA	1.62				d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

**Anexo 14: Valores medios de mazorcas por planta de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido		Media									
T7	- 10-OHG x DK-125	1.78	a								
T45	- DK-7088	1.75	a								
T43	- PM-213	1.68	a	b							
T39	- 16-HH x 10-OHG	1.65	a	b							
T32	- 16-HH x CML-226	1.63	a	b	c						
T20	- 10-OHG x CML-451	1.55	a	b	c	d					
T31	- 10-OHG x CML-226	1.55	a	b	c	d					
T38	- 10-OHG x SANTA ELENA	1.55	a	b	c	d					
T44	- EXP-5	1.53	a	b	c	d	e				
T34	- 10-OHG x ADVANTA	1.45	a	b	c	d	e	f			
T35	- 16-HH x ADVANTA	1.35	a	b	c	d	e	f	gg		
T6	- ADVANTA x DK-125	1.30		b	c	d	e	f	gg	h	
T19	- SANTA ELENA x CML-451	1.28		b	c	d	e	f	gg	h	
T4	- CML-225 x DK-125	1.28		b	c	d	e	f	gg	h	
T17	- CML-226 x CML-451	1.25		b	c	d	e	f	gg	h	
T29	- SANTA ELENA x CML-226	1.25		b	c	d	e	f	gg	h	
T13	- SANTA ELENA x DK-107	1.20			c	d	e	f	gg	h	
T26	- 16-HH x CML-225	1.20			c	d	e	f	gg	h	
T40	- HH-131 x 10-OHG	1.20			c	d	e	f	gg	h	
T42	- HH-131 x 16-HH	1.20			c	d	e	f	gg	h	
T25	- ADVANTA x CML-225	1.18				d	e	f	gg	h	
T30	- ADVANTA x CML-226	1.15				d	e	f	gg	h	
T1	- DK-107 x DK-125	1.13				d	e	f	gg	h	
T11	- CML-226 x DK-107	1.13				d	e	f	gg	h	
T3	- CML-226 x DK-125	1.13				d	e	f	gg	h	
T8	- 16-HH x DK-125	1.13				d	e	f	gg	h	
T15	- 10-OHG x DK-107	1.10					e	f	gg	h	
T41	- ADVANTA x SANTA ELENA	1.08						f	gg	h	
T5	- SANTA ELENA x DK-125	1.08						f	gg	h	
T21	- 16-HH x CML-451	1.08						f	gg	h	
T33	- HH-131 x CML-226	1.08						f	gg	h	
T18	- CML-225 x CML-451	1.05						f	gg	h	
T2	- CML-451 x DK-125	1.05						f	gg	h	
T23	- ADVANTA x CML-451	1.05						f	gg	h	
T27	- HH-131 x CML-225	1.05						f	gg	h	
T14	- ADVANTA x DK-107	1.03						f	gg	h	
T9	- HH-131 x DK-125	1.03						f	gg	h	
T28	- CML-225 x CML-226	1.00							gg	h	
T12	- CML-225 x DK-107	0.98							gg	h	
T22	- HH-131 x CML-451	0.98							gg	h	
T10	- CML-451 x DK-107	0.95							gg	h	
T37	- 10-OHG x ADVANTA	0.95							gg	h	
T36	- HH-131 x ADVANTA	0.93							gg	h	i
T24	- SANTA ELENA x CML-225	0.88								h	i
T16	- HH-131 x DK-107	0.50									i

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

**Anexo 15: Valores medios de hojas sobre mazorca de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido		Media				
T21	- 16-HH x CML-451	6.05	a			
T45	- DK-7088	6.03	a			
T19	- SANTA ELENA x CML-451	5.95	a	b		
T32	- 16-HH x CML-226	5.95	a	b		
T29	- SANTA ELENA x CML-226	5.90	a	b	c	
T10	- CML-451 x DK-107	5.83	a	b	c	d
T43	- PM-213	5.83	a	b	c	d
T3	- CML-226 x DK-125	5.80	a	b	c	d
T2	- CML-451 x DK-125	5.78	a	b	c	d
T41	- ADVANTA x SANTA ELENA	5.75	a	b	c	d
T13	- SANTA ELENA x DK-107	5.73	a	b	c	d
T17	- CML-226 x CML-451	5.73	a	b	c	d
T23	- ADVANTA x CML-451	5.70	a	b	c	d
T8	- 16-HH x DK-125	5.70	a	b	c	d
T22	- HH-131 x CML-451	5.65	a	b	c	d
T38	- 10-OHG x SANTA ELENA	5.65	a	b	c	d
T18	- CML-225 x CML-451	5.63	a	b	c	d
T30	- ADVANTA x CML-226	5.63	a	b	c	d
T33	- HH-131 x CML-226	5.63	a	b	c	d
T44	- EXP-5	5.60	a	b	c	d
T9	- HH-131 x DK-125	5.58	a	b	c	d
T35	- 16-HH x ADVANTA	5.55	a	b	c	d
T36	- HH-131 x ADVANTA	5.55	a	b	c	d
T5	- SANTA ELENA x DK-125	5.53	a	b	c	d
T20	- 10-OHG x CML-451	5.50	a	b	c	d
T14	- ADVANTA x DK-107	5.43	a	b	c	d
T31	- 10-OHG x CML-226	5.40	a	b	c	d
T6	- ADVANTA x DK-125	5.38	a	b	c	d
T11	- CML-226 x DK-107	5.33	a	b	c	d
T15	- 10-OHG x DK-107	5.33	a	b	c	d
T40	- HH-131 x 10-OHG	5.33	a	b	c	d
T42	- HH-131 x 16-HH	5.33	a	b	c	d
T25	- ADVANTA x CML-225	5.30	a	b	c	d
T28	- CML-225 x CML-226	5.28	a	b	c	d
T37	- 10-OHG x ADVANTA	5.25	a	b	c	d
T12	- CML-225 x DK-107	5.23	a	b	c	d
T26	- 16-HH x CML-225	5.23	a	b	c	d
T16	- HH-131 x DK-107	5.20	a	b	c	d
T1	- DK-107 x DK-125	5.18	a	b	c	d
T27	- HH-131 x CML-225	5.15	a	b	c	d
T24	- SANTA ELENA x CML-225	5.10		b	c	d
T7	- 10-OHG x DK-125	5.10		b	c	d
T34	- 10-OHG x ADVANTA	5.08		b	c	d
T4	- CML-225 x DK-125	5.00			c	d
T39	- 16-HH x 10-OHG	4.95				d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )



**Anexo 16: Valores medios de total de hojas por planta de híbridos simples de maíz amarillo duro en La Molina**

Tratamiento - Híbrido		Media	
T12	- CML-225 x DK-107	16.08	a
T43	- PM-213	14.85	a b
T20	- 10-OHG x CML-451	14.75	a b
T45	- DK-7088	14.70	a b c
T29	- SANTA ELENA x CML-226	14.65	a b c
T41	- ADVANTA x SANTA ELENA	14.65	a b c
T39	- 16-HH x 10-OHG	14.63	a b c
T23	- ADVANTA x CML-451	14.60	a b c
T44	- EXP-5	14.58	a b c
T19	- SANTA ELENA x CML-451	14.50	a b c
T21	- 16-HH x CML-451	14.50	a b c
T30	- ADVANTA x CML-226	14.30	a b c
T7	- 10-OHG x DK-125	14.30	a b c
T3	- CML-226 x DK-125	14.18	a b c
T32	- 16-HH x CML-226	14.13	a b c
T6	- ADVANTA x DK-125	14.08	a b c
T13	- SANTA ELENA x DK-107	14.05	a b c
T33	- HH-131 x CML-226	14.00	a b c
T8	- 16-HH x DK-125	13.83	a b c
T17	- CML-226 x CML-451	13.78	a b c
T38	- 10-OHG x SANTA ELENA	13.78	a b c
T35	- 16-HH x ADVANTA	13.70	a b c
T5	- SANTA ELENA x DK-125	13.68	a b c
T25	- ADVANTA x CML-225	13.68	a b c
T14	- ADVANTA x DK-107	13.45	a b c
T15	- 10-OHG x DK-107	13.45	a b c
T18	- CML-225 x CML-451	13.40	a b c
T34	- 10-OHG x ADVANTA	13.35	a b c
T28	- CML-225 x CML-226	13.30	a b c
T40	- HH-131 x 10-OHG	13.28	a b c
T2	- CML-451 x DK-125	13.10	a b c
T37	- 10-OHG x ADVANTA	12.98	a b c
T11	- CML-226 x DK-107	12.93	a b c
T9	- HH-131 x DK-125	12.90	a b c
T36	- HH-131 x ADVANTA	12.88	a b c
T26	- 16-HH x CML-225	12.75	a b c
T27	- HH-131 x CML-225	12.75	a b c
T22	- HH-131 x CML-451	12.73	a b c
T10	- CML-451 x DK-107	12.68	a b c
T4	- CML-225 x DK-125	12.55	a b c
T42	- HH-131 x 16-HH	12.55	a b c
T1	- DK-107 x DK-125	12.38	b c
T24	- SANTA ELENA x CML-225	12.20	b c
T31	- 10-OHG x CML-226	11.10	c d
T16	- HH-131 x DK-107	8.38	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )