

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“COMPORTAMIENTO DE 35 HÍBRIDOS SIMPLES
DE MAÍZ AMARILLO DURO (*Zea mays* L.)
EN LA MOLINA Y BARRANCA”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERA AGRÓNOMA

MYRIAM JULIZA YAURI CHOQUE

LIMA-PERÚ

2024

"COMPORTAMIENTO DE 35 HÍBRIDOS SIMPLES DE MAÍZ AMARILLO DURO (Zea mays L.) EN LA MOLINA Y BARRANCA"

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	Submitted to Universidad Nacional Agraria La Molina Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	biblioteca.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1%
6	www.biopasos.com Fuente de Internet	<1%
7	www.ovsa.njit.edu Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“COMPORTAMIENTO DE 35 HÍBRIDOS SIMPLES
DE MAÍZ AMARILLO DURO (*Zea mays* L.)
EN LA MOLINA Y BARRANCA”**

MYRIAM JULIZA YAURI CHOQUE

Tesis para optar el título de

INGENIERA AGRÓNOMA

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Ing. Mg. Sc. Braulio La Torre Martínez
PRESIDENTE

Ph. D. Elías Hugo Huanuqueño Coca
ASESOR

Dr. Raúl Humberto Blas Sevillano
MIEMBRO

Ing. Mg. Sc Héctor Baroni Cantaro Segura
MIEMBRO

LIMA – PERÚ

2024

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a mis padres, a quienes debo mi formación con los valores que siempre me han inculcado, su comprensión, fortaleza, temple, motivación, dedicación y apoyo incondicional en cada paso que doy en la vida.

A mis queridas hermanitas, por su tiempo y predisposición a ayudarme siempre que lo necesito.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por cada oportunidad que me concede en la vida.

A mi asesor, profesor Elías Hugo Huanuqueño Coca, por su apoyo y predisposición incondicional en mi orientación profesional.

A todo el equipo del Programa de Investigación y Proyección Social en Maíz, especialmente al Sr. Felandro Pozo y el Sr. Lucio Cárdenas, por su tiempo, conocimientos, paciencia y apoyo para el óptimo manejo de la investigación.

A Marco por su motivación, soporte y cooperación durante todo el avance y culminación de la tesis.

A Jacob, Andrea y Jonatan, por su empatía y apoyo en el desarrollo de la tesis.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	OBJETIVOS.....	2
1.1.1.	Objetivo general	2
1.1.2.	Objetivos específicos.....	2
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.	ORIGEN DEL MAÍZ.....	3
2.2.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	4
2.3.	IMPORTANCIA DEL MAÍZ	4
2.4.	FISIOLOGÍA Y MORFOLOGÍA DE LA PLANTA	5
2.5.	FENOLOGÍA	7
2.5.1.	Desarrollo del maíz.....	8
2.5.2.	Crecimiento del maíz.....	8
2.6.	TIPOS DE MAÍZ	9
2.7.	MAÍZ AMARILLO DURO	9
2.8.	IMPORTANCIA DEL MAÍZ AMARILLO DURO.....	9
2.8.1.	Producción nacional del maíz amarillo duro	9
2.8.2.	Importancia económica del cultivo del maíz amarillo duro	12
2.9.	REQUERIMIENTOS BÁSICO DEL CULTIVO DEL MAÍZ AMARILLO DURO.....	13
2.9.1.	Clima	13
2.9.2.	Periodos de siembra.....	14
2.9.3.	Suelo y Fertilización.....	14
2.9.4.	Agua	15
2.10.	MALEZAS	15
2.11.	PLAGAS	15
2.12.	DENSIDAD DE SIEMBRA Y SU INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO DEL MAÍZ.....	17
2.13.	MAÍZ HÍBRIDO	18
2.13.1.	Maíz híbrido simple.....	18
2.13.2.	Uso de híbridos de maíz	18

2.13.3. Heterosis	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. MATERIALES.....	20
3.1.1. Localización del campo experimental	20
3.1.2. Condiciones climáticas	20
3.1.3. Característica edafológica	23
3.1.4. Característica del Agua para riego	26
3.1.5. Material genético	27
3.1.6. Otros materiales.....	29
3.2. MÉTODOS.....	30
3.2.1. Características del campo experimental	30
3.2.2. Instalación y manejo del experimento	33
3.2.3. Caracteres evaluados	38
3.2.4. Procesamiento de datos	39
3.2.5. Diseño Experimental	40
3.2.6. Análisis Estadístico.	40
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1. ANÁLISIS DE VARIANCIA COMBINADO (LA MOLINA y BARRANCA)	43
4.2. ANÁLISIS DE VARIANCIA INDIVIDUAL- LA MOLINA	44
4.2.1. Rendimiento de grano.....	44
4.2.2. Altura de planta	47
4.2.3. Altura de mazorca principal	49
4.2.4. Diámetro del tallo	53
4.2.5. Días a floración masculina	55
4.2.6. Días a floración femenina.....	56
4.2.7. Índice de prolificidad (P).....	58
4.2.8. Número de mazorcas	60
4.2.9. Longitud de mazorca	62
4.2.10. Diámetro de mazorca.....	64
4.2.11. Índice de desgrane (ID)	66
4.2.12. Número de hileras por mazorca.....	68
4.2.13. Número de granos por hilera	70

4.2.14. Número de granos por mazorca.....	72
4.2.15. Peso de 500 semillas.....	74
4.2.16. Humedad de cosecha	76
4.2.17. Identificación de los mejores híbridos.....	77
4.3. ANÁLISIS DE VARIANCIA INDIVIDUAL- BARRANCA.....	80
4.3.1. Rendimiento de grano.....	80
4.3.2. Altura de planta	85
4.3.3. Altura de mazorca principal	87
4.3.4. Diámetro del tallo	89
4.3.5. Días a floración masculina	91
4.3.6. Días a floración femenina.....	93
4.3.7. Índice de Prolificidad (IP)	94
4.3.8. Número de mazorcas	98
4.3.9. Longitud de mazorca	99
4.3.10. Diámetro de mazorca.....	102
4.3.11. Índice de desgrane (ID)	104
4.3.12. Número de hileras por mazorca.....	106
4.3.13. Número de granos por hilera	108
4.3.14. Número de granos por mazorca.....	111
4.3.15. Peso de 500 semillas.....	113
4.3.16. Humedad de cosecha	115
4.3.17. Identificación de los mejores híbridos.....	117
V. CONCLUSIONES.....	120
VI. RECOMENDACIONES.....	122
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	123
VIII. ANEXOS	135

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Taxonomía del maíz	4
Tabla 2: Etapa vegetativa.....	7
Tabla 3: Etapa reproductiva.....	7
Tabla 4: Fases de desarrollo del maíz.....	8
Tabla 5: Rendimiento maíz amarillo duro (toneladas) a nivel de departamentos.	10
Tabla 6: Producción anual de Maíz amarillo duro (toneladas).....	11
Tabla 7: Superficie cosechada de maíz amarillo duro (Ha).....	11
Tabla 8: Importaciones según mercado de origen	12
Tabla 9: Producción nacional versus importaciones	12
Tabla 10: Evolución de las importaciones peruanas 2022-2023 (US\$ millones).....	13
Tabla 11: Datos climatológicos mensuales de julio 2022 a enero 2023, La Molina.	21
Tabla 12: Datos climatológicos mensuales de julio 2022 a enero 2023, Barranca.	22
Tabla 13: Análisis edafológico de la parcela experimental- La Molina.....	24
Tabla 14: Análisis edafológico de la parcela experimental- Barranca	25
Tabla 15: Análisis de agua para riego de la parcela experimental- La Molina	26
Tabla 16: Análisis de agua para riego de la parcela experimental- Barranca.....	27
Tabla 17: Líneas procedentes del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo....	28
Tabla 18: Cronograma de labores realizadas en La Molina	34
Tabla 19: Cronograma de labores realizadas en Barranca.....	37
Tabla 20: Tabla de análisis de varianza	41
Tabla 21: Tabla de análisis de varianza	42
Tabla 22. Análisis de variancia combinado para rendimiento de grano (t/ha).	43
Tabla 23. Variabilidad fraccionada por fuente de variación para rendimiento de MAD.....	43
Tabla 24: Análisis de varianza del rendimiento de grano.....	44
Tabla 25. Promedios de rendimiento de grano (t/ha)	45
Tabla 26: Análisis de varianza de altura de planta (m)	48
Tabla 27: Análisis de varianza de altura de mazorca (m).....	51
Tabla 28: Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo (mm).....	53
Tabla 29: Análisis de varianza de floración masculina (dds)	55
Tabla 30: Análisis de varianza de días a floración femenina (dds)	57
Tabla 31: Análisis de varianza de prolificidad	58

Tabla 32: Análisis de varianza para la variable número de mazorcas.....	60
Tabla 33: Análisis de varianza para la variable longitud de mazorca (cm).....	62
Tabla 34: Análisis de varianza para la variable diámetro de mazorca (mm).....	64
Tabla 35: Análisis de varianza para el índice de desgrane.	66
Tabla 36: Análisis de varianza para la variable número de hileras por mazorca.	68
Tabla 37: Análisis de varianza para la variable número de granos por hilera.....	70
Tabla 38: Análisis de varianza para la variable número de granos por mazorca	72
Tabla 39: Análisis de varianza para el peso de 500 semillas (kg).....	74
Tabla 40: Análisis de varianza para la variable humedad de cosecha (%).....	76
Tabla 41. Valores asignados a los genotipos conforme a la respuesta de 6 características evaluadas.	79
Tabla 42. Análisis de varianza del rendimiento de grano.....	80
Tabla 43: Promedios de rendimiento de grano (t/ha)	81
Tabla 44: Análisis de varianza de altura de planta (m)	85
Tabla 45: Análisis de varianza de altura de mazorca (m).....	87
Tabla 46: Análisis de varianza para la variable diámetro de mazorca (mm).....	89
Tabla 47: Análisis de varianza de floración masculina (dds)	91
Tabla 48: Análisis de varianza de floración femenina.....	93
Tabla 49: Análisis de varianza de prolificidad	96
Tabla 50: Análisis de varianza para la variable número de mazorcas.....	98
Tabla 51: Análisis de varianza para la variable longitud de mazorca (cm).....	100
Tabla 52: Análisis de varianza para la variable diámetro de mazorca (mm).....	102
Tabla 53: Análisis de varianza para el índice de desgrane	104
Tabla 54: Análisis de varianza para la variable número de hileras por mazorca.	106
Tabla 55: Análisis de varianza para la variable número de granos por hilera.....	109
Tabla 56: Análisis de varianza para la variable número de granos por mazorca	111
Tabla 57: Análisis de varianza para el peso de 500 semillas (Kg)	113
Tabla 58: Análisis de varianza para la variable humedad de cosecha (%).....	115
Tabla 59. Valores asignados a los genotipos conforme a la respuesta de 6 características evaluadas.	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Distribución de tratamientos en La Molina.....	32
Figura 2: Distribución de tratamientos en Barranca.....	32
Figura 3: Prueba de comparación de medias para rendimiento de grano de 35 genotipos de maíz amarillo duro.....	46
Figura 4: Prueba de comparación de medias para la altura de la planta (m).....	49
Figura 5: Prueba de comparación de medias para la altura de la mazorca (m).....	52
Figura 6: Prueba de comparación de medias para el diámetro del tallo (mm).....	54
Figura 7: Prueba de comparación de medias para la floración masculina.....	56
Figura 8: Prueba de comparación de medias para la floración femenina.....	57
Figura 9: Prueba de comparación de medias para la prolificidad.....	59
Figura 10: Prueba de comparación de medias para el número de mazorcas.....	61
Figura 11: Prueba de comparación de medias longitud de mazorca (cm).....	63
Figura 12: Prueba de comparación de medias para el diámetro de mazorca (mm).....	65
Figura 13: Prueba de comparación de medias para el índice de desgane.....	67
Figura 14: Prueba de comparación de medias para el número de hileras por mazorca.....	69
Figura 15: Prueba de comparación de medias para granos por hilera.....	71
Figura 16: Prueba de comparación de medias para granos por mazorca.....	73
Figura 17: Prueba de comparación de medias para peso de 500 semillas de 35 genotipos de maíz amarillo duro.....	75
Figura 18: Prueba de comparación de medias para humedad de cosecha (%)......	76
Figura 19. Identificación de los 7 mejores híbridos de maíz amarillo duro en condiciones de La Molina.....	78
Figura 20: Prueba de comparación de medias para rendimiento de grano de 35 genotipos de maíz amarillo duro.....	82
Figura 21: Diagrama de cajas para rendimiento de grano.....	83
Figura 22: Prueba de comparación de medias para la altura de planta (m).....	86
Figura 23: Prueba de comparación de medias para la altura de mazorca (m).....	88
Figura 24: Prueba de comparación de medias para el diámetro del tallo (mm).....	90
Figura 25: Prueba de comparación de medias para floración masculina.....	92
Figura 26. Promedios de días a floración femenina.....	94
Figura 27: Prueba de comparación de medias para la prolificidad.....	97
Figura 28: Prueba de comparación de medias para el número de mazorcas.....	99

Figura 29: Prueba de comparación de medias longitud de mazorca (cm).....	101
Figura 30: Prueba de comparación de medias para el diámetro de mazorca (mm).....	103
Figura 31: Prueba de comparación de medias para el índice de desgrane.....	105
Figura 32: Prueba de comparación de medias para el número de hileras por mazorca.	107
Figura 33: Prueba de comparación de medias para granos por hilera.	110
Figura 34: Prueba de comparación de medias para granos por mazorca.....	112
Figura 35: Prueba de comparación de medias para peso de 500 semillas de 35 genotipos de maíz amarillo duro	114
Figura 36: Prueba de comparación de medias para humedad de cosecha (%)	116
Figura 37. Identificación de los 7 mejores híbridos de maíz amarillo duro en condiciones de Barranca.	118

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: PANEL FOTOGRÁFICO	135
---	------------

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue identificar híbridos de buen rendimiento de grano en comparación del mejor testigo comercial, a través de la evaluación del comportamiento de treinta y cinco genotipos en dos ambientes. El ensayo se condujo bajo el diseño de bloques completos al azar (DBCA), con treinta y cinco híbridos, dos repeticiones y dos localidades, La Molina y Barranca. El distanciamiento de siembra fue de 80 cm entre surcos, 30 cm entre golpes, dos plantas por golpe y una densidad de 83,333 plantas/ha. Debido a que hubo diferencia estadística altamente significativa para la interacción genotipo x ambiente (IGA), la comparación de medias y la identificación de mejores híbridos se hizo por cada ambiente. Se evaluaron 16 características; en La Molina hubo diferencias estadísticas entre híbridos para 11 características evaluadas, excepto para longitud de mazorca, granos por hilera, granos por mazorca, peso de 500 granos y humedad de cosecha; en el caso de Barranca, las variables no significativas fueron: longitud de mazorca y diámetro de tallo. La alta variabilidad obtenida posiblemente se debe a la diferencia genética existente entre los progenitores de los híbridos dado que las líneas endogámicas se originaron de poblaciones de maíz de Chanchamayo, Puerto Bermúdez, Tarapoto y México, además del efecto ambiental de Barranca y La Molina. En base a su importancia, seis de los 16 atributos evaluados fueron tomados en cuenta para realizar la selección: días a la floración femenina, prolificidad, índice de desgrane, granos por mazorca, peso de 500 granos y rendimiento de grano. Por consiguiente, aplicando una presión de selección del 20 por ciento los híbridos simples seleccionados para La Molina fueron: 19dxT29_A, 18HxCORA_8, 19dxT30_A, 19d1xCORY_21, 18HxT28_A, 19dxT32_A y 23HxCORA_21; y para Barranca: 13HxCORI_104, 22dx40H, 23HxCORA_21, 19dxT31_A, 5dx40H, 23HxCORA_22 y 41dx39H.

Palabras clave: maíz amarillo duro, híbridos simples, interacción genotipo ambiente, rendimiento de grano.

ABSTRACT

The objective of this research was to identify hybrids with good grain yield compared to the best commercial witness, through the evaluation of the behavior of thirty-five genotypes in two environments. The trial was conducted under the randomized complete block design (RBCA), with thirty-five hybrids, two repetitions and two locations, La Molina and Barranca. The planting distance was 80 cm between rows, 30 cm between holes, two plants per hole and a density of 83,333 plants/ha. Because there was a highly significant statistical difference for the genotype x environment interaction (IGA), the comparison of means and the identification of best hybrids was done for each environment. 16 traits were evaluated; In La Molina there were statistical differences between hybrids for 11 evaluated traits, except for ear length, grains per row, grains per ear, weight of 500 grains and moisture harvest; In the case of Barranca, the non-significant variables were: ear length and stem diameter. The high variability obtained is possibly due to the genetic difference between the parents of the hybrids since the inbred lines originated from corn populations of Chanchamayo, Puerto Bermúdez, Tarapoto and Mexico, in addition to the environmental effect of Barranca and La Molina. Based on their importance, six of the 16 evaluated attributes were considered to make the selection: days to female flowering, prolificacy, shelling index, grains per ear, weight of 500 grains and grain yield. Therefore, applying a selection pressure of 20 percent, the simple hybrids selected for La Molina were: 19dxT29_A, 18HxCORA_8, 19dxT30_A, 19d1xCORY_21, 18HxT28_A, 19dxT32_A and 23HxCORA_21; and for Barranca: 13HxCORI_104, 22dx40H, 23HxCORA_21, 19dxT31_A, 5dx40H, 23HxCORA_22 and 41dx39H.

Keywords: Hard yellow corn, simple hybrids, genotype-environment interaction, grain yield.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz amarillo duro se encuentra dentro de los cultivos priorizados en el Marco Orientador de Cultivos de la campaña agrícola 2021-2022 aprobada mediante Resolución Ministerial N°0219-2021-MIDAGRI; ya que es un importante insumo para la industria procesadora de alimentos balanceados para animales principalmente la industria avícola. Sin embargo, en los últimos años ha tenido una tendencia de decrecimiento en la participación en la generación del valor bruto de producción (VBP) de la actividad agrícola pues al 2020, aportó el 3,1 % en comparación a los años 2018 con 3.8 % y 2015, cuyo aporte llegó a 4.9 %. Con relación al año 2010 el VBP agrícola disminuyó del 5.1 al 3.1 %, lo cual guarda relación con la caída de 1,3 % en promedio anual de la superficie cosechada entre el 2010 y 2020 (Ministerio de Agricultura y Riego, 2021).

En el 2020 la superficie cosechada anual de maíz amarillo duro en territorio nacional fue de 236 194.65 hectáreas y una producción anual de 1.13 toneladas (Sistema Integrado de Estadística Agraria, 2020); asimismo, en dicho año la oferta de maíz amarillo duro ascendió a 4.87 millones de toneladas, siendo coberturando el 76.9 % con la importación (Argentina y Estados Unidos) y 23.1 % con producción nacional. En ese sentido, la baja producción y alta demanda nacional del maíz amarillo duro para abastecer principalmente la industria de alimentos balanceados conlleva a buscar alternativas para mejorar la producción de maíz amarillo duro en el país y poder competir con el maíz foráneo.

En el Perú la mayor producción del maíz amarillo duro proviene de pequeñas unidades agropecuarias localizadas en 24 departamentos que conforman el país, siendo principalmente Ancash, Ica, Lima, San Martín, La Libertad y Loreto; de acuerdo con la estratificación de la INEI (Minagri, 2019), en la cual se cataloga a los predios menores de cinco hectáreas como pequeñas unidades agropecuarias. La producción a nivel de pequeñas unidades agropecuarias genera una baja rentabilidad y baja competencia en el mercado.

Teniendo en consideración las condiciones actuales del país y la existencia mayoritaria de pequeñas unidades agropecuarias productoras de maíz amarillo duro, se requiere optimizar la capacidad productiva por hectárea por medio de la siembra de híbridos simples de maíz de alto rendimiento de grano, de bajo porte y con plantas más uniformes que permitan incrementar la densidad de siembra.

En esa línea, el Programa de Investigación y Proyección Social en Maíz de la UNALM viene realizando investigaciones orientados a la obtención de híbridos simples de maíz mejorados cuya producción beneficiaria principalmente a los agricultores de la costa peruana.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

- Evaluar el comportamiento de 35 híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en La Molina y Barranca e identificar híbridos sobresalientes.

1.1.2. Objetivos específicos

- Evaluar el rendimiento de grano de 35 híbridos simples de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) y calcular la interacción GxA para La Molina y Barranca.
- Determinar los días transcurridos desde la siembra hasta la floración masculina y femenina en 35 híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en La Molina y Barranca.
- Evaluar las características fenotípicas de 35 híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en La Molina y Barranca.
- Identificar híbridos simples de maíz amarillo de buen rendimiento de grano y precoces para las localidades de Barranca y La Molina.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ORIGEN DEL MAÍZ

El maíz (*Zea mays* L.) es una planta herbácea anual que forma parte de la familia de las Poáceas o conocida también como gramíneas. Existe controversia sobre el origen del maíz; sin embargo, según lo mencionado por Wilkes y Goodman (1995), como se citó en Acosta (2009), el maíz surgió en el lapso de los años 8000 a 6000 a.C. y tuvo como origen el centro primario de Mesoamérica (México y Guatemala); resultando el segundo centro de diversificación los Andes Centrales (TAPIA y FRIES, 2007; ACOSTA, 2009), donde predominaba la tribu Maydeae (Tripsaceae) conformada por los géneros *Tripsacum*, *Euchlaena* y *Zea*, siendo este último el de más relevancia (IICA, 2020).

Existen muchas teorías acerca del origen del maíz; sin embargo, el polen fósil y mazorcas de maíz fueron halladas dentro de cuevas arqueológicas pertenecientes al territorio mexicano refuerza la posibilidad que el origen del maíz sea en México, asimismo, la teoría señala que el pariente silvestre del maíz es el teocintle, por lo que se encuentran genéticamente emparentados (Wilkes, 1989).

Origen del teocintle

La teoría más aceptable es que los teocintles son los antecesores silvestres del maíz, según Longley (1941) como consecuencia de la mutación de varios loci de teocintle importantes a locis menores (Galinat, 1988; Doebley, 1994); y por selección natural o como se refiere Beadle (1980) por domesticación realizada en Mesoamérica.

Asimismo, el *tga1* es un locus que marca la distinción entre el maíz cultivado y el teosinte (Paliwal, 2001).

2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Según establece el Global 12 biodiversity Information Facility (GBIF, 2013) la clasificación taxonómica del maíz es la establecida en el Tabla 1.

Tabla 1: Taxonomía del maíz

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta (Cronquist <i>et al.</i> , 1966)
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales (Small,1903)
Familia:	Poaceae
Género:	Zea (Linnaeus,1753)

Fuente: Elaborado con base en GBIF 2013

2.3. IMPORTANCIA DEL MAÍZ

El cereal de mayor relevancia que se cultiva en el mundo es el maíz (FAO, 2017). Existen diferentes tipos de maíz y una de las diferencias más importantes es el color de grano (blanco, amarillo, rojo o negro); de los cuales, el cultivo de maíz color amarillo es el preferido por los países industrializados, mientras que, en el continente africano, Centroamérica, cordillera de los Andes y así como la zona sur de los Estados Unidos opta por cultivar maíz de grano color blanco (Ranum *et al.*, 2014; Nuss *et al.*, 2012). La predisposición de la siembra de las variedades de maíz se debe a los siguientes factores: percepción del estatus social (África), mercado objetivo (alimentos balanceados para animales, edulcorantes, confitería, bebidas con y sin alcohol, producción de etanol como combustible para vehículos, entre otros), gastronomía y costumbre (Ranum *et al.*, 2014; Dowswell *et al.*, 1996).

Asimismo, se debe tener en consideración que los maíces cuyos colores predominantes son los amarillos y anaranjados contienen mayores concentraciones de betacaroteno y betacriptoxantina, dos importantes precursores de la vitamina A (Alfaro, *et al.*, 2004; FAO, 1993).

2.4. FISIOLOGÍA Y MORFOLOGÍA DE LA PLANTA

El maíz es de inflorescencia monoica (inflorescencia masculina y femenina separadas, pero localizadas en una misma planta). En la panoja (parte terminal del tallo) se encuentran las flores masculinas (estaminales), mientras que las flores femeninas (pistiladas) están ubicadas cerca a la sexta o quinta hoja, agrupándose en mazorcas (INIA y MINAGRI, 2020, citado por Martínez, 2022).

De naturaleza protándrica, es decir, primero se desarrollan las flores masculinas y luego las flores femeninas; y de polinización alógama mediante la cual son transportados los granos de polen a través del viento hasta alcanzar los estigmas (Martínez, 2022).

El sistema radicular de maíz se encuentra conformado por raíces seminales (nodales o coronarias) y las adventicias o de anclaje. Durante la germinación nacen las raíces seminales desde la radícula; dichas raíces serán importantes para el crecimiento de la planta en los primeros estadios; por otro lado, las raíces adventicias se formarán a partir de los primeros entrenudos del tallo sobre la superficie del suelo, facilitando a la planta el apropiado anclaje a medida que avanza su desarrollo (INIA, 2020).

Según INIA (2020) en los primeros metros de profundidad del suelo (120 a 150 cm) se concentra las tres cuartas partes de la masa radicular; en ese sentido, algunas raíces pueden sobrepasar los 180 cm.

El tallo es simple y erecto, logrando alcanzar hasta 4 metros de alto, por dentro es tipo cilíndrico y hueco (conformado por un tejido tipo corcho o suberoso), sus principales funciones son: proporcionar sostén a la planta, transportar nutrientes y almacenar carbohidratos. El cuerpo del tallo está estructurado por nudos y entrenudos cuya longitud fluctúa de 20 a 30 cm dependiendo de la variedad; en la parte apical del tallo se encuentra la inflorescencia masculina o panoja. Los primordios radiculares ubicados en la parte inferior de los nudos darán inicio a la formación raíces adventicias o secundarias, principalmente aquellos nudos próximos al suelo (Martínez, 2022).

En la etapa inicial de crecimiento y desarrollo de la plántula se origina la formación de los nudos y entrenudos; asimismo, el alargamiento de las células de los entrenudos origina el crecimiento del tallo, en consecuencia, una sequía al ser un ambiente poco favorable para la planta puede producir una reducción en el tamaño final de la misma (INIA, 2020).

A partir de las yemas de los entrenudos ubicados en los nudos superiores del tallo nacen las hojas lanceoladas, las cuales se distribuyen de forma alterna envolviendo y cubriendo completamente el tallo; sus dimensiones son aproximadamente de 1.5m de largo por 0.1 m de ancho (Martínez, 2022).

Los maíces amarillos duros poseen hojas de aspecto rígido, semi erecto y un área foliar con una gran superficie efectiva para la captación de los rayos del sol (INIA, 2021).

El maíz es una planta hermafrodita cuya panoja (flor masculina) dará origen al polen y la mazorca (flor femenina) los óvulos que luego de la fertilización se transformarán en semilla (Pioneer, 2020).

Una vez que se culmina la formación de todas las hojas, se empieza a desarrollar la panoja; en el ápice o parte terminal del tallo se originan las espigas conformando una ramificación compuestas por un eje central (raquis) y ramificaciones primarias y secundarias, a partir de las cuales se distribuyen las espiguillas en pares; asimismo, estas espiguillas se encuentran protegidas por dos brácteas o glumas que engloban a su vez tres estambres, a partir de los cuales se iniciará más adelante el desarrollo de los granos de polen y la antesis.

Las mazorcas o también denominadas inflorescencias femeninas se hallan en las yemas axilares de las hojas insertadas en los nudos, en forma de espigas cilíndrica conformando un raquis central donde se encajan las espiguillas por pares las cuales tienen a su vez dos flores pistiladas respectivamente (una fértil y otra abortiva) formando así pares de hileras de grano en cada mazorca.

Cada una de las flores femeninas posee un ovario único y simple, del cual se generan estilos que emergen a través de las brácteas conformando la denominado «barba del choclo» donde se adhiere y germina un único grano de polen. Los primeros estigmas en emerger son los ubicados en la parte basal de la mazorca; desarrollando así las primeras espiguillas (INIA, 2020).

Según (INIA y MINAGRI, 2020) las «pancas» o brácteas tienen la función de protegen a la mazorca en formación.

El tamaño de la mazorca está condicionado por factores ambientales en el que se desarrolla la planta; por ejemplo, respecto a la densidad de siembra, conforme se incrementa la población de plantas, el tamaño de las mazorcas disminuye. Asimismo, según la variedad del maíz, el número de hileras puede variar entre 8 a 24; de igual manera, el número de

granos por cada fila o hilera puede llegar a más de 40 granos (INIA y MINAGRI, 2020).

Los granos (cariósides) se encuentran insertados en la tusa y están formados por el pericarpio (5 y 6 % de la semilla), endospermo (80 y 85% de la semilla) y embrión (10 y 12 % de la semilla). El embrión contiene un tallo embrional (formado por el escutelo y el coleóptilo) y una radícula (primera estructura en emerger durante la germinación) (INIA, 2020) que dará origen a una nueva planta.

2.5. FENOLOGÍA

Ritchie y Hanway, (1982) dieron a conocer una escala fenológica que sería la más difundida para describir el ciclo del cultivo de maíz. Dentro de esta escala hay dos etapas muy importantes: la vegetativa (V) (Tabla 2) y la reproductiva (R) (Tabla 3). La fase vegetativa posee subdivisiones relacionadas al número de hojas emergidas y totalmente expandidas (lígula visible). La etapa reproductiva da inicio con la emergencia de los estigmas (R1) y culmina con la madurez fisiológica (R6).

Tabla 2: Etapa vegetativa

V	Estados vegetativos
Ve	Emergencia
V1	Primera hoja verdadera
V2	Segunda hoja verdadera
V3	Tercera hoja verdadera
V4	Cuarta hoja verdadera
V5	Quinta hoja verdadera
V6	Sexta hoja verdadera
V7	Séptima hoja verdadera
V8	Octava hoja verdadera
V9	Novena hoja verdadera
V10	Décima hoja verdadera
Vt	Panojamiento

Tabla 3: Etapa reproductiva

R	Estados reproductivos
R1	Surgimiento de estigma
R2	Cuaje (ampolla)
R3	Grano lechoso
R4	Grano pastoso
R5	Grano dentado
R6	Madurez fisiológica

Fuente: Ritchie y Hanway, (1982)

De acuerdo a Pioneer (2020) los términos “crecimiento” y “desarrollo” tienen diferentes significados, por un lado, el -crecimiento- es un aumento de tamaño afectado por factores favorables relacionados a la humedad, nutrientes, temperatura, etc.; y disminuye en condiciones desfavorables; por otro lado, la transición de una etapa a otra etapa más madura de la planta se denomina “desarrollo”.

2.5.1. Desarrollo del maíz

De acuerdo con INIA (2021) las fases de desarrollo de la planta son tres: vegetativa, productiva y maduración (Tabla 4). La etapa vegetativa es el periodo desde la siembra hasta el comienzo de la iniciación floral y; la etapa reproductiva surge con la iniciación floral y culmina con la madurez fisiológica de la semilla.

Tabla 4: Fases de desarrollo del maíz

Fase	Etapa/Estado Fenológico
Vegetativa (V)	Siembra
	Emergencia (brotamiento)
	Primer aporque
	Segundo aporque
	Crecimiento
	Aparición de inflorescencia masculina/Panoja
Reproductiva (R)	Floración masculina(50% con polen)/Polinización
	Floración femenina (50% con estigmas)/Inicio de formación de la mazorca
	Inicio de desarrollo de grano
	Desarrollo de grano
	Maduración fisiológica del grano

Fuente: INIA, 2021

2.5.2. Crecimiento del maíz

Tanaka y Yamaguchi (2014), señalan que las fases del crecimiento del maíz son cuatro:

- I. Fase vegetativa inicial: Influenciada por los factores relacionados a la humedad, nutrientes, temperatura, entre otros, que producen una acumulación de biomasa de forma lenta lo cual favorece el brotamiento de las hojas.
- II. Fase vegetativa activa: la materia seca acumulada produce el incremento constante del peso de hojas y tallo favoreciendo su desarrollo y del primordio de los órganos reproductivos. Termina con el surgimiento de los estigmas.

- III. Fase inicial de llenado de grano: El tallo y las hojas siguen ganando peso lentamente; asimismo, las espatas, raquis y los granos.
- IV. Fase de llenado activo del grano: en esta fase los granos incrementan rápidamente su peso, dado que se transportan los carbohidratos del tallo a la mazorca.

INIAP (2011) señala que el ciclo del cultivo de variedades mejoradas de maíz puede llegar hasta los 3 meses; no obstante, esto guarda relación con la variedad y la finalidad de la siembra (choclo o grano seco).

2.6. TIPOS DE MAÍZ

Según Paliwal (2001) el maíz posee una gran variabilidad clasificándose según el color de grano, el ambiente cultivado, su madurez, la composición del endosperma y del grano, y su uso.

La FAO (1952) clasifica las variedades de maíz en función a su precocidad y lo divide en 10 grupos, considerando ultraprecoces a las variedades que llegan a la madurez en un periodo menor a 85 días dds y ultratardíos a periodos mayores de los 150 días dds.

Teniendo en consideración la constitución del endosperma y del grano; y su uso, los maíces más representativos son el maíz duro, dentado, harinoso, tunicado, reventón, dulce y ceroso.

2.7. MAÍZ AMARILLO DURO

Este cultivar posee granos redondos, duros y de color amarillo; su endosperma está conformado principalmente por almidón córneo de consistencia dura y una porción pequeña en el centro de almidón blando (Paliwal, 2001).

Su importancia radica en la industria avícola; dado que es uno de los principales insumos para la alimentación balanceada de los animales; favoreciendo el normal funcionamiento de la cadena proteica animal (carnes) y la producción de huevos.

2.8. IMPORTANCIA DEL MAÍZ AMARILLO DURO

2.8.1. Producción nacional del maíz amarillo duro

En el Perú, el maíz se siembra en las tres regiones del territorio peruano: Costa, Sierra (encima de los 3800 msnm) y Selva (García, 2017). Asimismo, principalmente se cultivan dos tipos de maíz: el blanco amiláceo, predominante en la región sierra, y el amarillo duro en la región costa, valles interandinos y la región selva (García, 2017).

Según lo reportado por el Ministerio de Agricultura y Riego (2023), para la campaña agrícola 2022-2023 (agosto 2022 a julio 2023) se tuvo una superficie sembrada de maíz amarillo duro correspondiente a 285,057 mil hectáreas, la mayor participación se registra en los siguientes departamentos: San Martín, Loreto, Piura, Ica, Cajamarca, Lambayeque, Lima, Amazonas, La Libertad, Ancash y Ucayali.

Para la campaña 2023-2024 se tiene como intenciones de siembra 326, 284 mil hectáreas; lo cual significaría un incremento en 23,1 % en comparación al promedio de las últimas cinco campañas (265,125 mil hectáreas). Respecto a la intensión de siembra el 30 % se realizaría en la costa, el 46 % en la sierra y el 23 % en la selva; asimismo, el 36 % de la intención de siembra se daría con riego principalmente en la costa y en la selva por seco, es decir, determinada por los periodos de lluvias (DGPA, 2023).

Según los datos del SIEA (2023), para el año 2023 se registró una superficie cosechada a nivel nacional de 246,079 Ha (Fuente: SIEA- MIDAGRI

Tabla 7), de las cuales se logró una producción de 1,330,989 toneladas (Tabla 6), los cual equivalen a un rendimiento promedio de 5.41 t/ha.

Asimismo, durante el año 2023 (enero-noviembre), la mayor producción se alcanzó en los departamentos de San Martín, Ica, y Lima; así como los mejores rendimientos se obtuvieron en los departamentos de Ancash (10.7 t/ha) y Lima (10.01 t/ha) (SIEA, 2023), Tabla 5.

Tabla 5: Rendimiento maíz amarillo duro (toneladas) a nivel de departamentos.

Departamento	Superficie cosechada (ha) Enero-noviembre 2023	Producción (t) Enero-noviembre 2023	RDTO (Kg/Ha)
San Martín	62,763	242,970	3.871
Ica	19,845	180,615	9.101
Lima	13,921	139,365	10.011
La Libertad	13,105	97,846	7.466
Loreto	29,570	85,531	2.892
Ancash	7,590	81,118	10.687
Lambayeque	9,157	66,412	7.253
Cajamarca	17,397	62,249	3.578
Piura	12,248	48,044	3.923
Madre de Dios	9,363	46,214	4.936
Ucayali	10,310	39,022	3.785
Huánuco	8,738	33,840	3.873

Departamento	Superficie cosechada (ha)	Producción (t)	RDTO
	Enero-noviembre 2023	Enero-noviembre 2023	(Kg/Ha)
Amazonas	12,280	31,195	2.540
Continuación ...			
Junín	5,364	18,845	3.514
Pasco	4,244	9,095	2.143
Apurímac	2,220	7,175	3.233
Cusco	3,170	5,467	1.725
Puno	2,463	4,145	1.683
Ayacucho	1,113	2,742	2.464
Tumbes	607	1,973	3.252
Arequipa	140	1,262	9.011
Huancavelica	387	699	1.807
Moquegua	64	192	2.997
Lima Metropolitana	22	188	8.565
TOTAL	246,079	1,206,202	4.902

Fuente: SIEA- MIDAGRI

Tabla 6: Producción anual de Maíz amarillo duro (toneladas)

Producción Nacional (toneladas)			
2020*	2021*	2022	2023
1,126,957	1,270,978	1,255,631	1,330,989

Fuente: SIEA- MIDAGRI

Tabla 7: Superficie cosechada de maíz amarillo duro (Ha)

Superficie Cosechada (Ha)			
2020*	2021*	2022	2023
236,369	252,427	262,217	246,079

Fuente: SIEA- MIDAGRI

Por último, se debe tener en consideración que debido a la pandemia de la COVID-19 (año 2019, 2020 y 2021), el gobierno peruano impuso cuarentena obligatoria y limitaciones para evitar la transmisión de la enfermedad, dichas medidas restringieron temporalmente varias actividades productivas; sin embargo, la actividad agropecuaria fue considerada como un sector esencial para la seguridad alimentaria del país; por lo que la agricultura estuvo operativa durante el periodo de pandemia, no obstante recibió impacto de la COVID-19 con

referencia a la poca disponibilidad de mano de obra, menor demanda y variación en los precios de chacra.

2.8.2. Importancia económica del cultivo del maíz amarillo duro

En términos económicos, los tipos más sobresalientes de maíz cultivados son para grano (maíz duro, dentado, harinoso), forraje y ensilaje (maíz dentado) (Paliwal, 2001; FAO, 1993); dentro de dicha clasificación teniendo en cuenta la rentabilidad, la producción del maíz amarillo duro en el Perú está destinado principalmente a la industria de alimentos balanceados para aves.

Según lo reportado por el Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA) -MINAGRI, la producción nacional no cubre la demanda del MAD; siendo importado principalmente de Argentina, Estados Unidos y Brasil (Tabla 8).

Tabla 8: Importaciones según mercado de origen

PAIS	2020	2021	2022	2023
Argentina	2,994,627	3,011,208	3,320,445	3,232,573
EEUU	711,997	563,010	86,309	196,851
Brasil	9,576	55,494	51,168	55,225
Otros	6,658	25,516	104,192	340,329
TOTAL	3,722,858	3,655,228	3,562,114	3,824,978

Fuente: SIEA - MIDAGRI

Para el año 2022 la demanda nacional de MAD fue de 4,817,745 toneladas, y éste se incrementó en el 2023, a la suma de 5,155,967 toneladas. Con las importaciones, en el año 2022 se cobertura el 73.9% de la demanda nacional y en el año 2023 el 74.2% (Tabla 9).

Tabla 9: Producción nacional versus importaciones

Producción Nacional (toneladas)				Importación (Toneladas)			
2020*	2021*	2022	2023	2020*	2021*	2022	2023
1,126,957	1,270,978	1,255,631	1,330,989	3,722,858	3,655,228	3,562,114	3,824,978

Fuente: SIEA – MIDAGRI

Tabla 10: Evolución de las importaciones peruanas 2022-2023 (US\$ millones)

Mes	Toneladas		Precios CIF (US\$ x t)		US\$	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Enero	305,183	480,638	321.3	274.1	98,055,298	131,742,876
Febrero	202,290	307,422	330.9	335	66,937,761	102,986,370
Marzo	365,339	302,738	355.9	331.4	130,024,150	100,327,373
Abril	222,157	286,516	393.5	327.9	87,418,780	93,948,596
Mayo	351,175	150,114	399.7	323.3	140,364,648	48,531,856
Junio	272,930	311,747	383.7	285.3	104,723,241	88,941,419
Julio	173,702	315,464	365.7	271.9	63,522,821	85,774,662
Agosto	408,965	290,610	337.0	242.1	137,821,205	70,356,681
Setiembre	365,790	288,048	330.0	240	120,710,700	69,131,520
Octubre	224,375	334,958	331.6	245.1	74,402,750	82,098,206
Noviembre	255,440	393,954	331.9	247.8	84,780,536	97,621,801
Diciembre	414,769	362,767	326.4	243.7	135,380,602	88,406,318
TOTAL	3,562,114	3,824,978			1,244,142,491	1,059,867,678

Fuente: SIEA – MIDAGRI

Asimismo, las importaciones de MAD alcanzaron la suma de US\$ 1 244 millones 142 mil, para el año 2022 y US\$ 1 059 millones 867 mil para el 2023, a razón de los altos precios internacionales (Tabla 10).

2.9. REQUERIMIENTOS BÁSICO DEL CULTIVO DEL MAÍZ AMARILLO DURO

2.9.1. Clima

El maíz es una planta que responde muy bien a la luz, cuya temperatura óptima fluctúa en un rango de 25 a 30 °C (Ortas, 2008); sin embargo, logra tolerar temperaturas máximas de hasta 39 °C y mínimas de 8 °C (Cruz, 2013); asimismo, se debe tener en cuenta que a temperaturas extremas puede presentar serios problemas como una absorción poco eficiente de nutrientes minerales y agua; en ese sentido, los climas cálidos o templados con adecuada humedad desde el inicio de la siembra hasta el final de la floración son los más óptimos.

Asimismo, el maíz debido a su gran capacidad fotosintética requiere un fotoperiodo de 11 a 14 horas (INEGI, 1997; Bonilla, 2009).

2.9.2. Periodos de siembra

Hay dos periodos de siembra para que el híbrido exprese su potencial de rendimiento y calidad de grano. La costa norte del Perú tiene las condiciones para sembrar maíz durante todo el año, siendo los meses de abril a setiembre los más adecuados y el periodo óptimo los meses de mayo a julio (Díaz, 2017); por otro lado, en verano es entre octubre y diciembre (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019c). Según Manrique *et al.* (1993), el mes de junio es la mejor época para la siembra en invierno.

2.9.3. Suelo y Fertilización

El maíz posee gran adaptabilidad a diferentes suelos; sin embargo, suele desarrollarse adecuadamente en suelos profundos que contengan alto contenido de materia orgánica, de textura media (suelos francos), con una correcta capacidad de retención hídrica y sin proclividad a inundaciones (Deras, 2014; Ospina, 2015).

Asimismo, para obtener buenos rendimientos, la profundidad promedio del suelo debe ser entre 0.6 a 1 metro, debido a que las raíces pueden alcanzar de profundidad más de 2.5 metros (Manrique *et al.*, 1993).

De acuerdo a Deras (2014), el pH adecuado fluctúa entre 5.5 y 7.8, fuera de ese rango afecta la disposición de ciertos elementos ocasionando su toxicidad o déficit; en ese sentido, un pH inferior a 5.5 produce toxicidad por aluminio y manganeso, así como déficit de fósforo y magnesio; caso contrario, con un pH superior a 8 (o superior a 7 en suelos calcáreos), puede producirse deficiencias de hierro, manganeso y zinc.

El maíz es un cereal con mucha sensibilidad a la salinidad, puede tener pérdidas del 10 % del rendimiento si la conductividad eléctrica sobrepasa los 2,5 dS/m; asimismo, si la concentración es baja; es decir, cerca del 1,7 dS/m puede producirse una reducción del crecimiento de la planta (Cramer, 1994).

Según Sánchez (1976), para producir 4,000 kg/ ha granos de maíz se necesita un estimado de 100 kg/ha de nitrógeno, 68 kg/ha de potasio y 18 kg/ha de fósforo.

Además, la materia orgánica debe ser mayor al 4 %, para obtener un mayor rendimiento (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019b).

2.9.4. Agua

De acuerdo con Cruz (2013), un ciclo de cultivo de maíz de 120 días requiere un estimado de 600 a 700 mm en su periodo vegetativo. Por otro lado, Bonilla (2009) señala que el maíz requiere de 500 a 1,000 mm de agua a lo largo del periodo del cultivo. La germinación, floración y llenado del grano son las etapas con mayor sensibilidad híbrida (Ospina, 2015).

2.10. MALEZAS

De acuerdo a Deras (2014) una maleza es cualquier planta que ocasiona perjuicios al hombre, animales o en este caso particular los cultivos.

Durante los primeros 30 días el desarrollo del cultivo de maíz es crítico, motivo por el cual debe estar libre de competitividad con las malezas respecto a los nutrientes del suelo; se estima que esta competitividad puede causar la reducción en su rendimiento del 10 al 84 % (Deras, 2014).

Asimismo, es importante identificar si una maleza es de hojas anchas o gramíneas, para la correcta aplicación de herbicidas y eficientes métodos de control.

Entre las principales malezas tenemos *Euphorbia hypericifolia*, *Setaria verticillata*, *Portulaca oleracea*, *Bidens pilosa*, *Cyperus rotundus*, *Sorghum halepense*, entre otros.

2.11. PLAGAS

Principales insectos plaga en La Molina y Barranca:

a. Gusano cortador (*Agrotis ipsilon*)

Es una especie polífaga que afecta al maíz durante la germinación y emergencia; actúan como cortadoras afectando la parte basal de la planta o próximo a los cotiledones, ocasionando su muerte. Durante el día las larvas se esconden en el suelo debajo de las plantas o residuos, y en la noche salen a alimentarse. Las mayores infestaciones se dan en verano.

El control de malezas es un método eficiente para mitigar el ataque de esta plaga, dado que actúan como plantas hospederas; asimismo, una buena preparación del suelo ayuda a destruir las larvas mediante el uso de rastras. Como método de control biológico se pueden usar parasitoides de larvas, por ejemplo, dípteros de la familia Tachinidae e himenópteros del

género *Apanteles*; también puede ser controlado naturalmente por microavispijas del género *Trichogramma* (Estay, 2018).

b. Cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Es una especie polífaga que afecta especialmente al maíz. Durante la emergencia de la semilla la larva puede actuar como cortadora afectando la parte basal de la planta, asimismo, puede llegar a defoliarla parcial o totalmente durante los primeros días de desarrollo de la planta causándole la muerte. Durante el período de desarrollo vegetativo el daño se presenta generalmente en el cogollo; y por último también puede afectar la panoja, estigmas y granos, lo cual afecta a su vez la densidad y rendimientos del maíz (Pioneer, 2020). Esta plaga prolifera más en temperaturas mayores a 25°C y una humedad relativa menor al 60 %.

Para evitar su ataque o disminuir su incidencia se recomienda eliminar las malezas (grama china y otras gramíneas) de los campos (INIA, 2014), asimismo, el agente de control biológico más utilizado es *Bacillus thuringiensis*.

c. Pulgón negro del maíz (*Rhopalosiphum maydis*)

De acuerdo a INIA (2014) esta plaga se ve favorecida con el incremento de la temperatura y presencia de sequía; inicialmente las hojas basales (primeras etapas de crecimiento del maíz) le sirven de alimento y después migran hasta la hoja bandera (última hoja) y la panoja (fase de inicio de floración).

Los pulgones se localizan principalmente en el cogollo de la planta; sin embargo, pueden llegar a invadir toda la planta fomentando el ataque secundario del hongo *Fumagina* afectando así la capacidad fotosintética de la planta, lo cual afecta el rendimiento y la calidad de grano.

Para el manejo fitosanitario de los pulgones se sugiere optar por el uso de controladores biológicos tales como las mariquitas (*Hippodamia spp.*) y las *Crysopas*; sin embargo, cuando el ataque toma mayor relevancia, resulta necesario el control químico mediante aplicaciones de insecticidas específicos o detergentes agrícolas (INIA, 2014).

d. Gusano del choclo (*Helicoverpa zea*)

Es una especie polífaga que afecta principalmente la mazorca del maíz, facilitando el ingreso de otros insectos plaga o microorganismos que causan enfermedades en la planta. Las larvas migran desde los estigmas internos hacia los granos lechosos ubicados en la punta de la

mazorca ocasionando el daño el cual se puede extender al resto de la mazorca conforme va alimentándose la larva (DGSV, 2014).

Para el manejo fitosanitario de *Helicoverpa*, se debe realizar un arado profundo y desmalezado para así evitar plantas hospederas; asimismo, el uso de *Trichogramma spp.* como parasitoide de los huevos de *Heliothis zea* (DGSV, 2014). Sarmiento *et al.* (1974) encontraron que la época más oportuna para iniciar las aplicaciones de plaguicidas es cuando se observa un 30 % de mazorcas con pistilos.

e. Mosca del choclo (*Euxesta spp*)

Es una especie polífaga, cuya larva se alimenta de los estigmas, granos en desarrollo y restos de la mazorca; es común encontrar las larvas de *Euxesta* asociadas a los daños ocasionados por las larvas de *Helicoverpa zea*. La proliferación de las poblaciones de *Euxesta* está controlada por la temperatura y la humedad (Curis *et al.*, 2015).

Para el manejo fitosanitario, Tejada (1990) recomienda usar aceite de consumo humano para reducir el índice de daño de *Euxesta* y *Heliothis* en las mazorcas de maíz. Se deberá realizar la primera aplicación cuando la floración femenina tenga de 30 a 40 % y con posturas de *Heliothis zea* de 9 a 10 %, la segunda aplicación a los 7 días de la primera; y la tercera a los 15 días.

2.12. DENSIDAD DE SIEMBRA Y SU INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO DEL MAÍZ

Una densidad óptima de siembra permite el adecuado aprovechamiento de la luz solar, nutrientes y minerales del terreno; así como una mejor competitividad con las malezas; en ese sentido, la densidad de siembra debe tener en consideración los siguientes factores: genotipo, fertilidad y humedad del suelo, porcentaje de germinación de las semillas, sistema de producción, periodos de siembra y dimensiones de los surcos (Cruz, 2013).

Barnett (1980) menciona que la variedad y las características del suelo afecta la densidad óptima; eso quiere decir que los suelos con capacidad baja para la retención hídrica y de nutrientes van a requerir una densidad de siembra menor; al igual que una variedad de porte alto y con abundante follaje.

La producción de maíz con fines económicos se basa en altas densidades de siembra como factor clave para un mayor rendimiento; sin embargo, tener un número de plantas mayor a

lo óptimo ocasiona un incremento en la competitividad por la luz solar, el agua y los nutrientes del suelo (Sher *et al.*, 2017); por el contrario, un menor número plantas por superficie promueve la presencia de malezas y residuos en el suelo (Njoka *et al.*, 2005).

El rendimiento de grano por cada planta está asociado al número de granos que alcanzan la madurez fisiológica (Rossini *et al.*, 2011; Shi *et al.*, 2016, como se citó en Hidalgo 2018) y del peso de cada uno de los granos (Cui *et al.*, 2015; Liu *et al.*, 2017, como se citó en Hidalgo 2018); por lo que un incremento en la densidad poblacional del maíz incrementa el rendimiento por superficie.

Un exceso sobre la densidad óptima de la población ocasiona una disminución en el rendimiento, como consecuencia de la reducción en el número y tamaño de mazorcas (Xu *et al.*, 2017, como se citó en Hidalgo 2018).

2.13. MAÍZ HÍBRIDO

Según Paliwal *et al.* (2001), el maíz híbrido es uno de los cultivos más sometidos a innovaciones productivas en el ámbito de fitomejoramiento.

Beingolea *et al.* (1993), señala que el maíz híbrido surge de un cruzamiento controlado de plantas previamente seleccionadas y que no están emparentadas genéticamente (MacRobert *et al.*, 2014), las cuales fueron elegidas por su capacidad productiva; por lo que se espera que la semilla resultante del cruzamiento de origen a una planta mejorada y con un gran “vigor híbrido”, para la obtención de altos rendimientos por hectárea y características mejoradas como resistencia a plagas y enfermedades, madurez específica, color y calidad de grano, entre otros (Macrobert, Setimela, Gethi, & Regasa, 2015).

2.13.1. Maíz híbrido simple

Berger (1967), señala que el híbrido simple es resultado de un cruce sencillo de dos líneas puras (Carrera *et al.*, 2005); cuyo precio es elevado, sin embargo, estos híbridos tienen características uniformes y el más alto rendimiento de grano.

2.13.2. Uso de híbridos de maíz

Salhuana y Scheuch (2004) citado por Uzategui (2019), en un ensayo ejecutado en la costa central durante los años 1982 y 1988 en donde el híbrido PM alcanzó 8.2 t/ha, se pudo

comprobar la relevancia de utilizar semillas híbridas para la obtención de buenos rendimientos; superando al promedio de rendimiento de semillas certificadas (4.2 t/ha).

Silva *et al.* (2009) señala la importancia de la sincronización y uniformidad de la duración de la floración (masculina y femenina) para el llenado de grano.

Chura y Sevilla (2002), mencionan que los híbridos de maíz ideales para la producción en la zona costera del Perú deben ser más precoces y de porte más bajo, con hojas superiores erectas y hojas horizontales inferiores para un uso más eficiente de la radiación (Paliwal, 2001); con estas características se optimiza la producción, ya que permite una siembra a mayor densidad; asimismo, se busca que los híbridos sean tolerantes a enfermedades de las razas nativas peruanas.

2.13.3. Heterosis

Poehlman y Sleper (2002) citado por Chura (2019), definen a la heterosis o vigor híbrido como “el incremento en tamaño, vigor o productividad de una planta híbrida con referencia al promedio de sus progenitores”.

Pioner (2015) refiere que cuanto menos relacionadas o vinculadas están dos endogamias, más heterosis se producirá en su descendencia.

Zhang *et al.* (2002) indican que “la heterosis en el maíz es de gran importancia para impulsar el rendimiento del grano en diferentes grupos heteróticos”.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Localización del campo experimental

Este trabajo de investigación se llevó a cabo en 02 localidades del departamento de Lima:

La primera parcela se ubicó en 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 “Chiquero I”, durante el periodo de julio 2022 a enero 2023.

Ubicación geográfica:

- Latitud 12° 04'55" S
- Longitud 76° 57'14" W
- Altitud 246 msnm

La segunda parcela se ubicó en la provincia Barranca, distrito Supe; en los campos del Fundo “Medrano”, durante el periodo de julio 2022 a enero 2023.

Ubicación geográfica:

- Latitud 10° 50'49" S
- Longitud 77° 39'05" W
- Altitud 84 msnm

3.1.2. Condiciones climáticas

- **La Molina**

Los datos meteorológicos del área experimental ubicado en La Molina (periodo julio 2022 a enero 2023) se muestran en la Tabla 11.

Los datos fueron obtenidos de Senamhi y determinados por el Observatorio Meteorológico Alexander Von Humboldt de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Tabla 11: Datos climatológicos mensuales de julio 2022 a enero 2023, La Molina.

Fecha	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Promedio (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación Total (mm)
Julio-2022	18.2	12.2	14.7	83.8	1.5
Agosto-2022	18.7	12.3	14.6	84.2	2.2
Setiembre-2022	19.1	12.3	14.9	82.0	0.5
Octubre-2022	19.7	12.1	15.3	80.7	0.2
Noviembre-2022	22.0	14.3	17.7	78.1	0.0
Diciembre-2022	25.1	16.9	20.5	76.4	0.2
Enero-2023	27.1	17.5	21.9	73.0	0.7

Fuente: SENAMHI / DRD Estación meteorológica Alexander Von Humboldt – UNALM.

Durante el desarrollo fenológico del cultivo la temperatura promedio en la Molina se mantuvo de manera equilibrada durante los meses de julio a setiembre 2022; sin embargo, fue presentando un incremento gradual desde octubre 2022 a enero 2023. La temperatura durante todo el cultivo varió de 12.1 °C a 27.1°C (Tabla 11).

Según Ortas (2008) el cultivo de maíz requiere una temperatura promedio de 25 a 30°C; sin embargo, puede llegar a soportar temperaturas mínimas de 8 °C y hasta máximas de 39 °C (Cruz, 2013).

Según Sanabria (2002), para la germinación la temperatura media diurna óptima tiene el rango de 18 a 20 °C; asimismo, para el desarrollo vegetativo la temperatura ideal es de 20 a 30 °C (Hidalgo, 2002); en ese sentido, el experimento tuvo condiciones aceptables para su desarrollo.

Con respecto a la humedad relativa, la cual guarda una relación inversa al parámetro de temperatura, se presentó una disminución durante el paso de los meses, obteniendo los valores más elevados en el mes de agosto (84.2 %) y los mínimos en los meses próximos a la cosecha; es decir, en el mes de enero presentó un valor del 73.0 %.

Los valores más altos de precipitación se dieron durante los primeros estadios fenológicos del cultivo el cual coincide con la estación de invierno en la costa peruana correspondiente a los meses de julio (5 días) y agosto (11 días) con un valor total acumulado de precipitación de 1.5 y 2.02 mm, respectivamente.

Asimismo, se debe precisar que durante las estaciones de primavera y verano correspondiente a los meses de setiembre 2022 (5 días), octubre 2022 (1 día), diciembre 2022 (1 día) y enero 2023 (1 día) también se presentaron precipitaciones, pero en menor proporción.

- **Barranca**

Los datos meteorológicos del área experimental ubicado en Barranca (periodo julio 2022 a enero 2023) se muestran en la Tabla 12.

Los datos fueron obtenidos de la página Accuweather (pronósticos meteorológicos).

Tabla 12: Datos climatológicos mensuales de julio 2022 a enero 2023, Barranca.

Fecha	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Promedio (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación Total (mm)
Julio-2022	23.2	19.7	21.5	82.0	0.0
Agosto-2022	23.3	19.7	21.5	81.7	0.0
Setiembre-2022	21.6	18.0	19.8	81.9	0.0
Octubre-2022	22.3	17.8	20.0	79.0	0.0
Noviembre-2022	22.5	18.3	20.4	78.9	0.0
Diciembre-2022	24.5	20.1	22.3	78.8	0.0
Enero-2023	28.0	19.0	23.5	76.7	0.0

Fuente: www.accuweather.com

Durante el desarrollo fenológico del cultivo la temperatura promedio en Barranca se mantuvo de manera equilibrada durante los meses de julio a noviembre 2022; sin embargo, fue presentando un incremento gradual desde diciembre 2022 a enero 2023. La temperatura durante todo el cultivo varió de 17.8 °C a 28.0°C (Tabla 12).

Según Sanabria (2002), para la germinación la temperatura media diurna óptima tiene el rango de 18 a 20 °C; asimismo, para el desarrollo vegetativo la temperatura ideal es de 20 a 30 °C (Hidalgo, 2002); en ese sentido, el experimento contó con condiciones favorables.

Con respecto a la humedad relativa, la cual guarda una relación inversa al parámetro de temperatura, se presentó una disminución durante el paso de los meses, obteniendo los

valores más elevados en el mes de julio (82.0 %) y los mínimos en los meses próximos a la cosecha; es decir, en el mes de enero presentó un valor del 76.7 %.

No hubo registro de precipitaciones.

3.1.3. Característica edafológica

- **La Molina**

Para determinar las características físico-químicas del área experimental, se recolecto aleatoriamente una muestra representativa del suelo la cual fue llevada al laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

De los resultados obtenidos (Tabla 13), se puede verificar que el suelo posee una textura franco arenoso, capacidad moderada de retención hídrica, adecuada permeabilidad y una buena aireación, el pH es ligeramente básico o alcalino (7.75); así como ligeramente salino (2.01dS/m) y contenido de materia orgánica relativamente bajo. El pH de 7.75 podría originar baja disponibilidad de P y micronutrientes, así como, altos niveles de Ca, Mg.

Porta *et al.* (2003), reportan que el maíz tiene tolerancia hasta 8 dS/m de salinidad del suelo.

Respecto al CaCO₃ su exceso puede provocar una retención de nutrientes, dado que puede llegar a precipitar el fósforo y crear fosfatos insolubles los cuales no pueden ser absorbidos por la planta; para el caso de la parcela se tiene un nivel bajo de CaCO₃, lo cual, para el caso del maíz no supone ningún peligro.

Acorde con Bertsch (1987) el contenido de cationes en el suelo (Ca, Mg y K) puede llegar a ser alto y a pesar de ello ofrecer malas posibilidades de absorción para la planta; esto debido a las proporciones desequilibradas en las que se encuentran.

La cantidad de fósforo disponible (19.7 ppm) y potasio disponible (396 ppm) se encuentra en un nivel alto. La CIC (10.40 cmol (+) / kg) es bajo, mostrando una fertilidad pobre del suelo. Las relaciones catiónicas Ca/Mg=7.35 (deficiencia de Mg), Ca/K=16.36 (adecuado) y Mg/K=2.22 (aceptable) muestran que el Ca está por encima del nivel de equilibrio, se espera que el cultivo tenga respuesta positiva a la aplicación de Mg.

Tabla 13: Análisis edafológico de la parcela experimental- La Molina

Determinación	Valor	Unidades
pH _(1:1)	7.75	
C.E. (1:1)	2.01	dS/m
CaCO ₃	2.41	%
M.O.	1.21	%
P(disponible)	19.7	ppm
K(disponible)	396	ppm
Análisis mecánico		
Arena	53	%
Limo	28	%
Arcilla	19	%
Clase Textural	Franco arenoso	
CIC	10.4	meq/100g
Cationes Cambiables		
Ca ⁺²	8.67	meq/100g
Mg ⁺²	1.18	meq/100g
K ⁺	0.53	meq/100g
Na ⁺	0.02	meq/100g
Al ⁺³ + H ⁺	0.00	meq/100g

Fuente: Laboratorio de Análisis de suelos, plantas, agua y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina

- **Barranca**

Para determinar las características físico-químicas del área experimental, se recolecto aleatoriamente una muestra representativa del suelo la cual fue llevada al laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

De los resultados obtenidos (Tabla 14), se puede verificar que el suelo presenta una textura arenosa, baja capacidad de retención hídrica, elevada permeabilidad y aireación, un pH fuertemente básico o alcalino (8.72); así como muy ligeramente salino (0.33 dS/m) y contenido de materia orgánica relativamente bajo. El pH de 8.72 podría originar severas limitaciones en la disponibilidad de algunos nutrientes; asimismo, el nivel de Na puede ser tóxico.

Porta *et al.* (2003), reportan que el maíz tiene tolerancia hasta 8 dS/m de salinidad del suelo. Respecto al CaCO₃ su exceso puede provocar una retención de nutrientes, dado que puede llegar a precipitar el fósforo y crear fosfatos insolubles los cuales no pueden ser absorbidos por la planta; para el caso de la parcela se tiene un nivel bajo de CaCO₃, lo cual, para el caso del maíz no supone ningún peligro.

La cantidad de fósforo disponible (6.8 ppm) y potasio disponible (98 ppm) se encuentra en un nivel bajo. La CIC (3.52 cmol (+) / kg) es muy bajo, mostrando una fertilidad muy pobre del suelo. Las relaciones catiónicas Ca/Mg=4.46 (adecuado), Ca/K=35.13 (deficiencia de potasio) y Mg/K=7.88 (ligera deficiencia de potasio) muestran que el K está por debajo del nivel de equilibrio, se espera que el cultivo tenga respuesta positiva a la aplicación de K.

Tabla 14: Análisis edafológico de la parcela experimental- Barranca

Determinación	Valor	Unidades
pH _(1:1)	8.72	
C.E. (1:1)	0.33	dS/m
CaCO ₃	1.43	%
M.O.	0.4	%
P(disponible)	6.8	ppm
K(disponible)	98	ppm
Análisis mecánico		
Arena	93	%
Limo	6	%
Arcilla	1	%
Clase Textural	Arena	
CIC	3.52	meq/100g
Cationes Cambiables		
Ca ⁺²	2.81	meq/100g
Mg ⁺²	0.63	meq/100g
K ⁺	0.08	meq/100g
Na ⁺	0.01	meq/100g
Al ⁺³ + H ⁺	0.00	meq/100g

Fuente: Laboratorio de Análisis de suelos, plantas, agua y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina

3.1.4. Característica del Agua para riego

- **La Molina**

El agua utilizada para el riego proviene de la red de agua potable de la Molina; se clasifica según USDA (1979) como C2 – S1: salinidad media y bajo contenido de sodio, por lo que solo las plantas sensibles podrían mostrar síntomas de estrés; sin embargo, mediante una moderada lixiviación se puede prevenir la acumulación de sales (Tabla 15).

Tabla 15: Análisis de agua para riego de la parcela experimental- La Molina

Determinación	Valor	Unidades
pH	7.05	
C.E.	0.63	dS/m
SUMA DE CATIONES	6.01	meq/L
Calcio	4.39	meq/L
Magnesio	0.73	meq/L
Potasio	0.13	meq/L
Sodio	0.76	meq/L
SUMA DE ANIONES	6.02	meq/L
Nitratos	0.02	meq/L
Carbonatos	0.00	meq/L
Bicarbonatos	2.47	meq/L
Sulfatos	1.38	meq/L
Cloruros	2.15	meq/L
Sodio	12.59	%
Boro	0.37	ppm
Clasificación	C2-S1	

Fuente: Laboratorio de Análisis de suelos, plantas, agua y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina

- **Barranca**

El agua utilizada para el riego proviene del río Pativilca y se clasifica según USDA (1979) como C3 – S1: salinidad alto y bajo contenido de sodio, por lo que solo su uso debe ser aplicado a plantas tolerantes a sales; asimismo, los suelos deberán ser bien drenados y con adecuada lixiviación (Tabla 16).

Tabla 16: Análisis de agua para riego de la parcela experimental- Barranca

Determinación	Valor	Unidades
pH	7.81	
C.E.	0.85	dS/m
SUMA DE CATIONES	8.17	meq/L
Calcio	3.88	meq/L
Magnesio	1.43	meq/L
Potasio	0.08	meq/L
Sodio	2.78	meq/L
SUMA DE ANIONES	8.40	meq/L
Nitratos	0.01	meq/L
Carbonatos	0.00	meq/L
Bicarbonatos	5.37	meq/L
Sulfatos	0.72	meq/L
Cloruros	2.30	meq/L
Sodio	34.04	%
Boro	0.26	ppm
Clasificación	C3-S1	

Fuente: Laboratorio de Análisis de suelos, plantas, agua y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina

3.1.5. Material genético

Se trabajó con un total de 35 genotipos de maíz amarillo duro: 34 híbridos simples y 1 testigo comercial.

a. Híbridos simples

Los 34 híbridos simples fueron obtenidos por cruzamiento entre líneas derivadas de germoplasma peruano y líneas de procedencia del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo – CIMMYT, México; y 01 híbrido testigo denominado DK-7088 (DEKALB).

- Líneas procedentes del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT):

Tabla 17: Líneas procedentes del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo

Líneas puras	Fuente de germoplasma
1d = CML 29	Población 27
5d = CML 51	Población 79
19d = CML 226	SUWAN1
22d = CML 228	SUWAN1
26d = CML 286	Población 24
41d = CML 451	Pool 25

CML = CIMMYT Maize Line

Fuente: CIMMYT

Las líneas CML, son materiales homogéneos y uniformes que tienen en promedio entre seis y ocho autofecundaciones (Vargas *et al.*, 2014).

- Líneas derivadas de germoplasma peruano:

Líneas: H13, H18, H23, H29, H33, H38, H39 y H40. Las líneas “H” son líneas S₁ obtenidas de una población de Chanchamayo que fue proporcionado por la familia Huanuqueño (H). Todas tienen una generación de autofecundación y los números que acompañan a la letra H representan a la posición de la planta que fue seleccionado y auto polinizado.

Líneas Cora y Cori: son líneas S₁ que fueron obtenidas de una población de Tarapoto denominado Corontillo. Romero (2020), menciona que la población nativa de maíz amarillo duro de la selva peruana denominado “Corontillo” posee mazorcas que son frecuentemente de corontas delgadas; asimismo, tienen valores superiores al 86 % respecto al índice de desgrane (ID).

Líneas T: son líneas S₁ que fueron obtenidas de una población de Puerto Bermúdez denominado Tusilla. Silva, Murillo, Yáñez, Proaño y Taipe (2014), señalan que el maíz criollo denominado “Tusilla”, se encuentran desde 90 a 1500 msnm. La planta posee hojas largas, delgadas y rígidas, mientras que sus tallos delgados presentan nudos bien pronunciados; sus mazorcas son medianas, delgadas, cilíndricas, y con granos redondos duros de color amarillo naranja.

Salazar (2018), recomienda para la raza “Tusilla”, en condiciones de Pastaza ubicado en la región amazónica del Ecuador con clima tropical húmedo; una distancia de siembra de 0,30

m entre planta y 0,80 m entre surco, favoreciendo resultados en las variables: diámetro del tallo (1.85 cm), número de hojas (11.96), área foliar (0.70 m²) y en los índices de rendimiento para potencial fotosintético (índice de área foliar de 2.90); asimismo, el uso del Compost (13,44 kg y 4,68 g de P₂O₅ para un área de 24 m²) como fertilizante orgánico favoreciendo a las siguientes variables: altura de planta (1.13 m), diámetro del tallo (1.87 cm), número de hojas (11.90), área foliar (0.76 m²) y en los índices de rendimiento para potencial fotosintético (índice de área foliar de 3.89).

Respecto a la precocidad en emisión de flor femenina fue de 58 días después de la germinación, teniendo en consideración una distancia de siembra a 0,30 m y el uso de compost. Respecto a la precocidad en emisión de flor masculina fue de 52 días sin diferencias entre las densidades de siembra.

b. Híbrido testigo

DK-7088 (DEKALB), la empresa Hortus detalla que es un híbrido simple, con hojas semi erectas, rústico, resistente a enfermedades y con alto potencial de rendimiento. Posee además una buena cobertura de mazorca y calidad de grano, se le considera un material estable el cual se aclimata a diferentes valles y zonas agroclimáticas. Se caracteriza por tener una altura de planta de 228 cm, altura de mazorca 115 cm, mazorcas de 16 a 20 hileras, con tusa delgada, grano de textura semi cristalino; y semi dentado.

DEKALB 7088 puede sembrarse en la costa durante todo el año; sin embargo, se obtienen óptimos resultados con siembras en los meses de Julio a diciembre. El periodo de siembra a cosecha durante la campaña de verano es de 130 a 140 días y de 155 a 175 días en la campaña de invierno (Alegría, 2021).

Respecto a la densidad de siembra se recomienda sembrar 78,000 plantas por hectárea para llegar a 72,000 plantas por hectárea a cosecha de grano; para ello se debe tener en consideración la siembra de 02 semillas/golpe, la distancia entre golpes de 30 cm y entre surcos de 80 cm (HORTUS, 2017).

3.1.6. Otros materiales

En campo: Cuaderno de campo, cámara digital, agroquímicos (insecticidas y fungicidas), mochila de aplicación (Jacto de 20 L), lápiz, bolsas de papel y plástico, plumón de tinta indeleble, azada, tijeras, pico, hoz, rastrillo, pulverizador, cartulina, regla graduada 3 metros, cinta de embalaje, cinta métrica, hilo pabilo, costales, letreros, guantes y traje de aplicación.

En laboratorio: Papel bond, bolsas de papel kraft, engrapador, balanza digital, vernier, cámara digital, cinta métrica, tijera, medidor de humedad AgraTronix.

3.2. MÉTODOS

Se evaluó el comportamiento de 35 híbridos de maíz amarillo duro en condiciones de la Molina y Barranca; para ello, en cada campo experimental (La Molina y Barranca) se estableció 02 bloques con 35 camas de producción cada uno de ellos; cada cama tuvo 20 repeticiones de un mismo híbrido los cuales fueron evaluados desde su siembra a cosecha con la finalidad de conocer el comportamiento de los híbridos y obtener como resultado el mejor rendimiento de grano, precocidad y buenas características fenotípicas.

3.2.1. Características del campo experimental

Cada parcela ubicada en La Molina y Barranca tuvieron las siguientes características:

Área efectiva: 200 m².

Del Bloque

Área efectiva: 84 m².

Número de bloques: 2

Número de parcelas por bloque: 35

De las sub-parcelas

Largo: 3 metros.

Ancho: 0.8 metros.

Área efectiva: 2.4 m².

Número de surcos: 1

Número de golpes/surco: 10

Distanciamiento entre golpes: 0.30 m

Número de plantas por golpe: 2

Distanciamiento entre surcos: 0.80 metros.

Total de parcelas: 35

La distribución de los tratamientos sigue un diseño experimental de Bloques completamente al azar, se aprecia en la **Figura 1** (La Molina) y

Figura 2 (Barranca), donde se encuentran aleatorizados en dos bloques.

Bloque I	101 (40d x 40H)	102 (18H x T27_A)	103 (23H x CORA_22)	104 (19d x T30_A)	105 (23H x CORA_21)	106 (18H x CORA_24)	107 (5d x 40H)	108 (13H x 41d)	109 (13H x CORI_104)	110 (23H x CORA_20)	111 (23H x CORA_17)	112 (13H x CORA_28)	113 (13H x CORA_27)	114 (22d x 40H)	115 (18H x CORA_12)	116 (33H x 40H)	117 (26d x 29H)	118 (18H x CORA_9)
	119 (DK_7088)	120 (38H x 40H)	121 (19d x T32_A)	122 (18H x CORA_10)	123 (18H x CORA_8)	124 (26d x 39H)	125 (19d1 x CORY_5)	126 (19d x 39H)	127 (18H x 19d)	128 (19d x T33_A)	129 (19d x T31_A)	130 (41d x 39H)	131 (19d1 x CORY_21)	132 (19d x T29_A)	133 (38H x 19d)	134 (1d x 29H)	135 (18H x T28_A)	

Bloque II	201 (13H x CORI_104)	202 (19d x T31_A)	203 (18H x CORA_8)	204 (5d x 40H)	205 (23H x CORA_20)	206 (19d x T30_A)	207 (18H x T27_A)	208 (19d x T33_A)	209 (19d x 39H)	210 (40d x 40H)	211 (19d x T29_A)	212 (19d1 x CORY_5)	213 (26d x 39H)	214 (13H x CORA_27)	215 (18H x T28_A)	216 (18H x CORA_24)	217 (18H x CORA_9)	218 (23H x CORA_22)
	219 (19d x T32_A)	220 (1d x 29H)	221 (13H x CORA_28)	222 (23H x CORA_21)	223 (18H x CORA_10)	224 (41d x 39H)	225 (22d x 40H)	226 (18H x 19d)	227 (26d x 29H)	228 (38H x 19d)	229 (18H x CORA_12)	230 (19d1 x CORY_21)	231 (38H x 40H)	232 (33H x 40H)	233 (13H x 41d)	234 (23H x CORA_17)	235 (DK_7088)	

Figura 1: Distribución de tratamientos en La Molina

Bloque I	101 (40d x 40H)	102 (18H x T27_A)	103 (23H x CORA_22)	104 (19d x T30_A)	105 (23H x CORA_21)	106 (18H x CORA_24)	107 (5d x 40H)	108 (13H x 41d)	109 (13H x CORI_104)	110 (23H x CORA_20)	111 (23H x CORA_17)	112 (13H x CORA_28)	113 (13H x CORA_27)	114 (22d x 40H)	115 (18H x CORA_12)	116 (33H x 40H)	117 (26d x 29H)	118 (18H x CORA_9)
	119 (DK_7088)	120 (38H x 40H)	121 (19d x T32_A)	122 (18H x CORA_10)	123 (18H x CORA_8)	124 (26d x 39H)	125 (19d1 x CORY_5)	126 (19d x 39H)	127 (18H x 19d)	128 (19d x T33_A)	129 (19d x T31_A)	130 (41d x 39H)	131 (19d1 x CORY_21)	132 (19d x T29_A)	133 (38H x 19d)	134 (1d x 29H)	135 (18H x T28_A)	

Bloque II	201 (13H x CORI_104)	202 (19d x T31_A)	203 (18H x CORA_8)	204 (5d x 40H)	205 (23H x CORA_20)	206 (19d x T30_A)	207 (18H x T27_A)	208 (19d x T33_A)	209 (19d x 39H)	210 (40d x 40H)	211 (19d x T29_A)	212 (19d1 x CORY_5)	213 (26d x 39H)	214 (13H x CORA_27)	215 (18H x T28_A)	216 (18H x CORA_24)	217 (18H x CORA_9)	218 (23H x CORA_22)
	219 (19d x T32_A)	220 (1d x 29H)	221 (13H x CORA_28)	222 (23H x CORA_21)	223 (18H x CORA_10)	224 (41d x 39H)	225 (22d x 40H)	226 (18H x 19d)	227 (26d x 29H)	228 (38H x 19d)	229 (18H x CORA_12)	230 (19d1 x CORY_21)	231 (38H x 40H)	232 (33H x 40H)	233 (13H x 41d)	234 (23H x CORA_17)	235 (DK_7088)	

Figura 2: Distribución de tratamientos en Barranca

- H: Son líneas S1 obtenidas de una población de Chanchamayo que fue proporcionado por la familia Huanuqueño (H).
- T: Tusilla
- d: Líneas provenientes del CIMMYT
- Cora, Cori: Corontillo
- Dk-7088: Dekalb

3.2.2. Instalación y manejo del experimento

a. La Molina

a.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno comenzó el 15 de julio limpiando el campo de los restos de la campaña anterior, se prosiguió a la eliminación de terrones y arado para la nivelación del terreno; dichas labores tienen como función el control de las malezas, incorporación de materia orgánica y mejor aireación del suelo, para el mejor desarrollo de las raíces principales.

Asimismo, se procedió a realizar el surcado para la instalación de la tesis.

a.2. Siembra

La siembra fue manual y se realizó el 19 de julio, las semillas fueron colocadas a una profundidad de 5 cm; se utilizó un cordel sembrador para el distanciamiento de cada golpe en el cual se depositó 02 semillas cada 30 cm de distancia.

a.3. Desmalezado

El 31 de agosto se usó Nicosulfuron con una dosis de 2.5 ml/l; dicho herbicida sistémico fue absorbido por el follaje y raíces.

Después de dicha aplicación los desmalezados se realizaron en dos oportunidades y de forma manual mediante el uso de azada; antes del inicio de la floración.

a.4 Aporque

El aporque mecánico se realizó 64 días después de la siembra con la finalidad de mantener la humedad del suelo, facilitar el drenaje, mejorar el enraizamiento y otorgar mayor estabilidad a la planta evitando el “tumbado”.

a.5 Riego

El tipo de riego fue por gravedad y se realizó uniformemente hasta la maduración de la mazorca, haciendo un total de 20 riegos equivalentes a 5,500 m³/ha.

a.6 Fertilización

El primer abonamiento se realizó a los 10 días de siembra con NPK de dosis 80-100-100; la finalidad de dicho abonamiento es brindar todos los nutrientes para el óptimo crecimiento vegetativo de la planta y su enraizamiento.

La segunda fertilización fue cuando la planta alcanzó las 6 hojas completas coincidiendo con el inicio de la floración y aporque, la dosis fue 160 kg/ha de Nitrógeno y se agregó sulfato de magnesio (6.5 gr/golpe).

También, se realizó una fertilización foliar con micronutrientes (Fertrilon-Combi 1) debido a que las plántulas presentaron síntoma de estrés (hojas amarillentas) por la aplicación de herbicida, para ello se usó una dosis de 0.7 kg/ha.

a.7 Otras labores agronómicas

Se realizaron 03 aplicaciones de plaguicidas; la primera a los 07 dds, se usó productos químicos cuyo nombre comercial son: Lorsban (2 ml /l) y Proclaim (0.5 gr/l), para controlar *Agrotis ipsilon* y *Spodoptera frugiperda*. La segunda aplicación a los 38 dds, se usó Lorsban (2 ml /l) y Dipterex (8 kg/ha), para controlar *Spodoptera frugiperda*; y la tercera aplicación a los 74 dds, se usó Proclaim (0.5 gr/l).

Asimismo, se realizó la instalación de discos para ahuyentar a las aves y proteger los granos de las mazorcas.

a.8 Cosecha

Al culminar el ciclo del cultivo de maíz, exactamente a los 177 DDS se procedió a realizar la cosecha de las mazorcas para su evaluación; éstas fueron llevadas al laboratorio para su análisis bajo los criterios establecidos en esta investigación.

Las actividades realizadas en el área experimental de La Molina se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 18: Cronograma de labores realizadas en La Molina

Actividad	Fecha
Limpieza y nivelación de terreno	15/07/2022
Formación de surcos y distribución de parcelas	16/07/2022
Siembra	19/07/2022
Riego	20/07/2022
Riego	26/07/2022
Emergencia	29/07/2022
Aplicación Plaguicida	29/07/2022
Riego	02/08/2022
Riego	16/08/2022
1 era Aplicación-Fertilización	22/08/2022
Riego	23/08/2022
Aplicación Plaguicida	26/08/2022

Continuación ...

Actividad	Fecha
Aplicación herbicida	31/08/2022
1era Evaluación	02/09/2022
Riego	13/09/2022
Desmalezado manual	16/09/2022
2 da Aplicación-Fertilización	21/09/2022
Riego	22/09/2022
Riego	27/09/2022
3 era Aplicación-Fertilización Foliar	01/10/2022
Aplicación Plaguicida	01/10/2022
Etiquetado	03/10/2022
Riego	04/10/2022
Desmalezado manual	14/10/2022
2 da Evaluación	17/10/2022
Riego	18/10/2022
3 era Evaluación	24/10/2022
Riego	01/11/2022
Riego	15/11/2022
Riego	29/11/2022
Riego	10/12/2022
Instalación de discos para ahuyentar aves	26/12/2022
4ta Evaluación	12/01/2023
Cosecha	12/01/2023

b. Barranca

b.1 Preparación del terreno

Previo a la preparación del terreno, se realizó aplicación localizada del producto químico Glifosato 48% SL con una dosis de 50 ml/mochila de 20 l.

El 28 de junio se inició la limpieza del campo (restos de la campaña anterior), se prosiguió a la eliminación de terrones y arado para la nivelación del terreno; dichas labores tienen como función el control de las malezas, incorporación de materia orgánica y mejor aireación del suelo, para el mejor desarrollo de las raíces principales.

Asimismo, se procedió a realizar el surcado para la instalación de la tesis.

b.1 Tomeo

El 29 de junio, se realizó la limpieza de los canales de riego para la distribución del agua al campo.

Asimismo, el 30 de junio se realizó el riego de enseño durante 4 horas.

b.3 Siembra

La siembra fue manual y se realizó el 18 de julio, las semillas fueron colocadas a una profundidad de 5 cm; se utilizó un cordel sembrador para el distanciamiento de cada golpe en el cual se depositó 02 semillas cada 30 cm de distancia.

b.4 Desmalezado

Después de dicha aplicación los desmalezados se realizaron en dos oportunidades y de forma manual mediante el uso de azada; antes del inicio de la floración.

b.5 Riego

El tipo de riego fue por gravedad y se realizó uniformemente hasta la maduración de la mazorca, haciendo un total de 18 riegos equivalentes a 4,000 m³/ha.

b.6 Fertilización

El primer abonamiento se realizó a los 28 dds; para ello se usó 4.96 kg del producto químico Molimax 20-20-20, como fuente de NPK.

El segundo abonamiento se realizó a los 42 dds; para ello se usó Soil+ (abono órgano - mineral nitrogenado líquido) con una dosis de 3ml/1L.

b.7 Otras labores agronómicas

Otros productos químicos utilizados fueron Metomil 90 PS (1.25 gr/l), adherente (0.3 ml/ l), regulador pH (0.75 ml/ l); y *Basillus Turingiensis* (1 gr/l), para controlar *Agrotis ípsilon* y *Spodoptera frugiperda*; así como Proclaim 5 SG (150 g/ha) para controlar larvas de *Euxesta spp.* Asimismo, se realizó la instalación de discos para ahuyentar a las aves y proteger los granos de las mazorcas.

b.8 Cosecha

Al culminar el ciclo del cultivo de maíz, exactamente a los 174 DDS se procedió a realizar la cosecha de las mazorcas para su evaluación; éstas fueron llevadas al laboratorio para su análisis bajo los criterios establecidos en esta investigación.

Las actividades realizadas en el área experimental de Barranca se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 19: Cronograma de labores realizadas en Barranca

Actividad	Fecha
Aplicación de Herbicida	25/06/2022
Limpieza y nivelación de terreno	28/06/2022
Formación de surcos y distribución de parcelas	28/06/2022
Tomeo	29/06/2022
Riego de enseño	30/06/2022
Siembra	18/07/2022
Riego	19/07/2022
Riego	23/07/2022
Emergencia	25/07/2022
Riego	30/07/2022
Desmalezado manual	09/08/2022
Riego	13/08/2022
1 era Aplicación-Fertilización	15/08/2022
Aplicación Plaguicida	15/08/2022
Riego	27/08/2022
Aplicación Plaguicida	29/08/2022
2 da Aplicación-Fertilización	29/08/2022
Riego	03/09/2022
1era Evaluación	04/09/2022
Desmalezado manual	05/09/2022
Riego	10/09/2022
Aplicación Plaguicida	13/09/2022
Etiquetado	24/09/2022
Riego	24/09/2022
Riego	08/10/2022
2 da Evaluación	18/10/2022
3 era Evaluación	20/10/2022
Riego	15/10/2022
Riego	22/10/2022
Riego	29/10/2022
Riego	05/11/2022
Riego	12/11/2022
Aplicación Plaguicida	03/12/2023
Instalación de Discos para ahuyentar aves	18/12/2022
4ta Evaluación	08/01/2023
Cosecha	08/01/2023

3.2.3. Caracteres evaluados

Identificadas y etiquetadas cada parcela se procedió a la recolección de datos:

a. Antes de la cosecha

- **Días transcurridos para la floración masculina:** se procedió con el registro de la fecha de inicio de floración masculina cuando más del 50 % de las plantas de maíz habían comenzado a emitir polen.
- **Días transcurridos para la floración femenina:** se procedió con el registro de la fecha de inicio de floración femenina cuando más del 50 % de las plantas de maíz presentaron sus estigmas visibles.
- **Altura de planta:** se midió al azar 10 plantas y se procedió a medir la altura desde la base del tallo hasta el inicio de la inserción de la panoja.
- **Altura de mazorca:** para las mismas 10 plantas seleccionadas, se procedió a medir la altura desde la base del tallo hasta el nudo donde se origina la mazorca superior.
- **Diámetro del tallo:** para las mismas 10 plantas seleccionadas, se procedió a medir el diámetro del tallo con ayuda de un vernier, tomando como referencia la altura del primer entrenudo.
- **Número de plantas por parcela:** antes de iniciar con la cosecha, se procedió a contar el total de plantas vivas por cada parcela.
- **Número de fallas por parcela:** vinculado al número de golpes fallidos; el detalle es el siguiente: 2 plantas vivas por golpe se consideran como 0 fallas, 1 planta viva por golpe sería 0.5 fallas y ninguna planta viva por golpe es 1 falla. La sumatoria de las fallas por parcela permite obtener el factor de corrección (f), el cual multiplicado por el peso registrado en el campo experimental permite obtener un peso corregido.

b. Después de la cosecha

- **Número de mazorcas:** culminada la cosecha se realizó el conteo del total de mazorcas recolectadas por parcela.
- **Peso de cosecha (Pc):** se procedió a pesar todas las mazorcas cosechadas por cada parcela obteniéndose el peso de campo por parcela.

c. En gabinete

Se tomó 6 mazorcas al azar de cada parcela (tratamiento) y se evaluó lo siguiente:

- **Longitud de mazorca (LM):** se midió el largo de cada mazorca de extremo a extremo con ayuda de una regla, obteniéndose un promedio.
- **Diámetro de la mazorca (DM):** se midió el ancho de cada mazorca (a nivel del tercio medio) con ayuda de un vernier, obteniéndose un promedio.
- **Número de hileras por mazorca (HM):** ubicada la parte media de la mazorca, se procedió a contar en cada mazorca el número de hileras, obteniéndose un promedio.
- **Número de granos por hilera (GH):** se contó el número de granos por hilera en cada mazorca, obteniéndose un promedio.
- **Número de granos por mazorca (GM):** es el producto del número de hileras por el número de granos por hilera que posee una misma mazorca.
- **Humedad del grano a la cosecha (H):** se tomó al azar 6 mazorcas por cada parcela, se procedió a desgranar tres hileras de cada una de las mazorcas hasta conseguir 300 g, los cuales con ayuda del AgraTronix sirvieron para determinar el porcentaje de humedad del grano por parcela.
- **Peso de 500 semillas:** desgranado las 6 mazorcas, se tomó al azar 500 semillas y se procedió a registrar el peso de la muestra con ayuda de una balanza electrónica.
- **Peso de grano (Pg):** desgranado todas las mazorcas obtenidas por cada parcela y retirada la coronta; se procedió al registro del peso con ayuda de una balanza electrónica.

3.2.4. Procesamiento de datos

Culminado el registro de los datos por cada parcela, obtenidos antes y después de cosecha, así como en gabinete, se procedió a la creación de una data digital para los cálculos y análisis estadísticos de todos los caracteres a evaluar.

Rendimiento de grano (RG): con la finalidad de expresar los rendimientos de cada tratamiento (kg/ha), se multiplicará el peso total de mazorca cosechada por cada tratamiento, por el coeficiente de contorno (0.971), por el % desgrane y los factores de corrección de humedad y fallas; para el área de cada parcela.

La fórmula es la siguiente:

$$RG = Pc * 0.971 * \%D * Fh * Ff * \frac{10000}{A}$$

Donde:

RG = Rendimiento de grano (kg/ha)

Pc = Peso total de mazorca cosechada en la parcela

0.971 = Factor de contorno

%D = Porcentaje de desgrane (peso de grano Pg /Pc * 100)

A = área de la parcela (m²)

Fh = Factor de corrección por humedad

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

Ff = Factor de corrección por fallas

$$Ff = \frac{22 - 0,3 * F}{22 - F}$$

3.2.5. Diseño Experimental

El experimento fue realizado bajo el diseño de bloques completos al azar (DBCA), el cual constó de 35 tratamientos y 02 repeticiones o bloques, establecidos en La Molina y Barranca.

3.2.6. Análisis Estadístico.

a. Análisis de variancia individuales:

Previa prueba de normalidad y homogeneidad de variancias, se realizó el análisis individual en ambas localidades (La Molina y Barranca) para todos los caracteres evaluados.

Modelo aditivo lineal

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

$$Y_{jk} = \mu + B_k + G_j + e_{jk}$$

Donde:

- Y_{jk} = observación correspondiente a la unidad experimental en la que se sembró el genotipo **j** (híbrido) en el bloque **k**.
- μ = efecto de la media general.
- B_k = efecto del **k**-ésimo bloque.
- G_j = efecto del **j**-ésimo genotipo.
- e_{jk} = efecto aleatorio del error asociado a la observación Y_{jk} .

Para:

- $j = 1, 2, 3, \dots, 35$ híbridos simples de maíz.
- $k = 1$ y 2 bloques

Tabla 20: Tabla de análisis de varianza

F. de variación	gl	SC	CM	Valor F	Valor P
Genotipos	$g-1$	SC genotipo	CM genotipo	CM genotipo / CM error	$F(\alpha, gl_{genotipo}, gl_{error})$
Bloques	$b-1$	SC bloques	CM bloques	CM bloque / CM error	$F(\alpha, Gl_{bloques}, gl_{error})$
Error experimental	$(b-1)(g-1)$	SC error	CM error		
Total	$bg-1$	SC totales			

b. Análisis de variancia combinado:

Previa prueba de normalidad y homogeneidad de variancias, se realizó el análisis de variancia combinado de ambas localidades (La Molina y Barranca) para determinar la existencia o no de la interacción Genotipo*Ambiente, para la variable de rendimiento.

Modelo aditivo lineal

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

$$Y_{jkl} = \mu + B_{k(l)} + A_l + G_j + (GA)_{jl} + e_{jkl}$$

Donde:

Y_{jkl} = observación correspondiente al genotipo **j** (híbrido) en el bloque **k** del ambiente **l**.

μ = efecto de la media general.

$B_{k(l)}$ = efecto del **k**-ésimo bloque del ambiente **l**.

A_l = efecto del **l**-ésimo ambiente.

G_j = efecto del **j**-ésimo genotipo.

$(GA)_{jl}$ = efecto de la interacción del genotipo **j** con el ambiente **l**.

e_{jkl} = efecto aleatorio del error asociado a la observación Y_{jkl} .

Para:

$j = 1, 2, 3, \dots, 35$ híbridos simples de maíz.

$k = 1$ y 2 bloques

$l =$ Barranca y La Molina.

Tabla 21: Tabla de análisis de varianza

F. de variación	gl	SC	CM	Valor F	Valor p
Genotipo (G)	$g-1$	SC G	CM G	$\frac{CM\ G}{CM\ error}$	$F(\alpha, gl\ G, glerror)$
Bloque / Ambiente (B)	$a(b-1)$	SC B	CM B		
Ambiente (A)	$a-1$	SC A	CM A	$\frac{CM\ A}{CM\ error}$	$F(\alpha, gl\ A, glerror)$
Interacción G x A	$(g-1)(a-1)$	SC GA	CM GA	$\frac{CM\ GA}{CM\ error}$	$F(\alpha, gl\ GA, glerror)$
Error	$a(b-1)(g-1)$	SC error	CM error		
Total	abg-1	SC totales			

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS DE VARIANCIA COMBINADO (LA MOLINA y BARRANCA)

En la Tabla 22 se observa alta significación en genotipo y ambiente. Asimismo, tanto para bloques como para la interacción genotipo x ambiente (IGA) fueron altamente significativa.

Tabla 22. Análisis de variancia combinado para rendimiento de grano (t/ha).

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Genotipo	34	240.86	7.08	14.165	< 2.2e-16	***
Ambiente	1	2,107.78	2,107.78	179.863	0.005514	**
Bloque /Ambiente	2	23.44	11.72	23.432	1.82E-08	***
Interacción G x A	34	201.16	5.92	11.83	< 2.2e-16	***
Error	68	34.01	0.5			

Significancia Estadística: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 CV: 6.74 % Media 10.50

La variabilidad encontrada para el rendimiento de grano estuvo fraccionada por el aporte de cada fuente de variación (Tabla 23); respecto a la suma de cuadrados total, la mayor contribución fue ejercida por el factor localidad o ambiente con 81.91%, seguida del factor Genotipo con 9.36% y la IGA con 7.82 %.

Según Valverde (2014), si resulta significativa la IGA señala que los híbridos no se comportaron igual en las localidades (ambientes), por lo cual es necesario realizar evaluaciones individuales por cada localidad.

Tabla 23. Variabilidad fraccionada por fuente de variación para rendimiento de MAD

Fuente de Variación	SC	SC (%)	Acumulado SC (%)
Genotipo	240.86	9.36	9.36
Localidad	2,107.78	81.91	91.27
Bloques	23.44	0.91	92.18
Interacción G x A	201.16	7.82	100.00

SC=suma de cuadrados

4.2. ANÁLISIS DE VARIANCA INDIVIDUAL- LA MOLINA

4.2.1. Rendimiento de grano

En la Tabla 24 se evidencia que no existe diferencia estadística significativa para los bloques. Asimismo, se puede constatar que el factor genotipo resultó ser altamente significativo; en ese sentido, se puede afirmar que por lo menos un genotipo tiene rendimiento de grano que difiere estadísticamente con el resto.

Tabla 24: Análisis de varianza del rendimiento de grano

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	1.906	1.906	2.294	0.139	n.s
Genotipo	34	288.907	8.497	10.225	4.021E-10	***
Error	34	28.254	0.831			

Significancia Estadística: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 CV: 6.34 % Media 14.38

La media del rendimiento de grano de los 35 genotipos fue de 14.38 t/ha, monto que está por encima del rendimiento promedio producido en el departamento de Lima (10.01 t/ha) (SIEA, 2023).

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el híbrido 18HxT28_A presentó el mejor rendimiento de grano con 18.27 t/ha, por encima del tratamiento testigo (DK_7088) el cual se ubica en el vigésimo lugar con 14.50 t/ha (Tabla 25).

Comparando los promedios de los tratamientos (Figura 3) se constata que aunque los híbridos 18HxT28_A y 18HxCORA_9 hayan obtenido rendimientos de 18.27 t/ha y 17.01 t/ha, respectivamente, éstos poseen similitud estadística con los híbridos 19dxT29_A, 19dx39H, 38Hx40H, 18HxCORA_8, 38Hx19d, 13HxCORI_104, 19d1xCORY_21, 41dx39H, 26dx39H, 19dxT30_A, 40dx40H, 23HxCORA_21, 23HxCORA_20, 18HxCORA_24, 13HxCORA_28, 23HxCORA_22, 33Hx40H, DK_7088 (testigo) y 18HxT27_A con rendimientos de 16.94, 16.76, 16.65, 16.36, 16.30, 16.16, 15.72, 15.60, 15.55, 15.21, 15.20, 15.12, 15.10, 15.06, 14.97, 14.85, 14.62, 14.50 y 14.47 t/ha, respectivamente, superado al promedio regional (10.01 t/ha)

Tabla 25. Promedios de rendimiento de grano (t/ha)

Genotipo	Rendimiento (t/ha)	Grupos
18HxT28-A	18.27	a
18HxCORA-9	17.01	ab
19dxT29-A	16.94	ab
19dx39H	16.76	ab
38Hx40H	16.65	abc
18HxCORA-8	16.36	abcd
38Hx19d	16.30	abcd
13HxCORI-104	16.16	abcde
19d1xCORY-21	15.72	abcdef
41dx39H	15.60	abcdef
26dx39H	15.55	abcdefg
19dxT30-A	15.21	abcdefgh
40dx40H	15.20	abcdefgh
23HxCORA-21	15.12	abcdefghi
23HxCORA-20	15.10	abcdefghi
18HxCORA-24	15.06	abcdefghi
13HxCORA-28	14.97	abcdefghi
23HxCORA-22	14.85	abcdefghi
33Hx40H	14.62	abcdefghi
DK-7088	14.50	abcdefghi
18HxT27-A	14.47	abcdefghi
19dxT32-A	14.41	bcdefghi
1dx29H	14.19	bcdefghi
19dxT31-A	13.85	bcdefghi
18HxCORA-12	13.34	bcdefghij
23HxCORA-17	12.92	cdefghijk
19d1xCORY_5	12.79	defghijk
22dx40H	12.73	defghijk
26dx29H	12.49	efghijk
18HxCORA-10	12.10	fghijk
19dxT33-A	11.76	ghijk
5dx40H	11.61	hijk
13Hx41d	11.40	ijk
13HxCORA-27	9.98	jk
18Hx19d	9.30	k

Posterior a estos se encuentran los genotipos 19dxT32_A, 1dx29H, 19dxT31_A y 18HxCORA_12, con rendimientos de 14.41, 14.19, 13.85 y 13.34 t/ha, respectivamente, y estadísticamente diferente a los anteriores mencionados, ubicándose por debajo del tratamiento testigo (DK_7088), pero por encima del promedio regional (10.01 t/ha).

El menor rendimiento promedio lo obtuvo el genotipo 18Hx19d con 9.30 t/ha, siendo estadísticamente inferior a sus antecesores y ubicándose por debajo del promedio regional (10.01 t/ha).

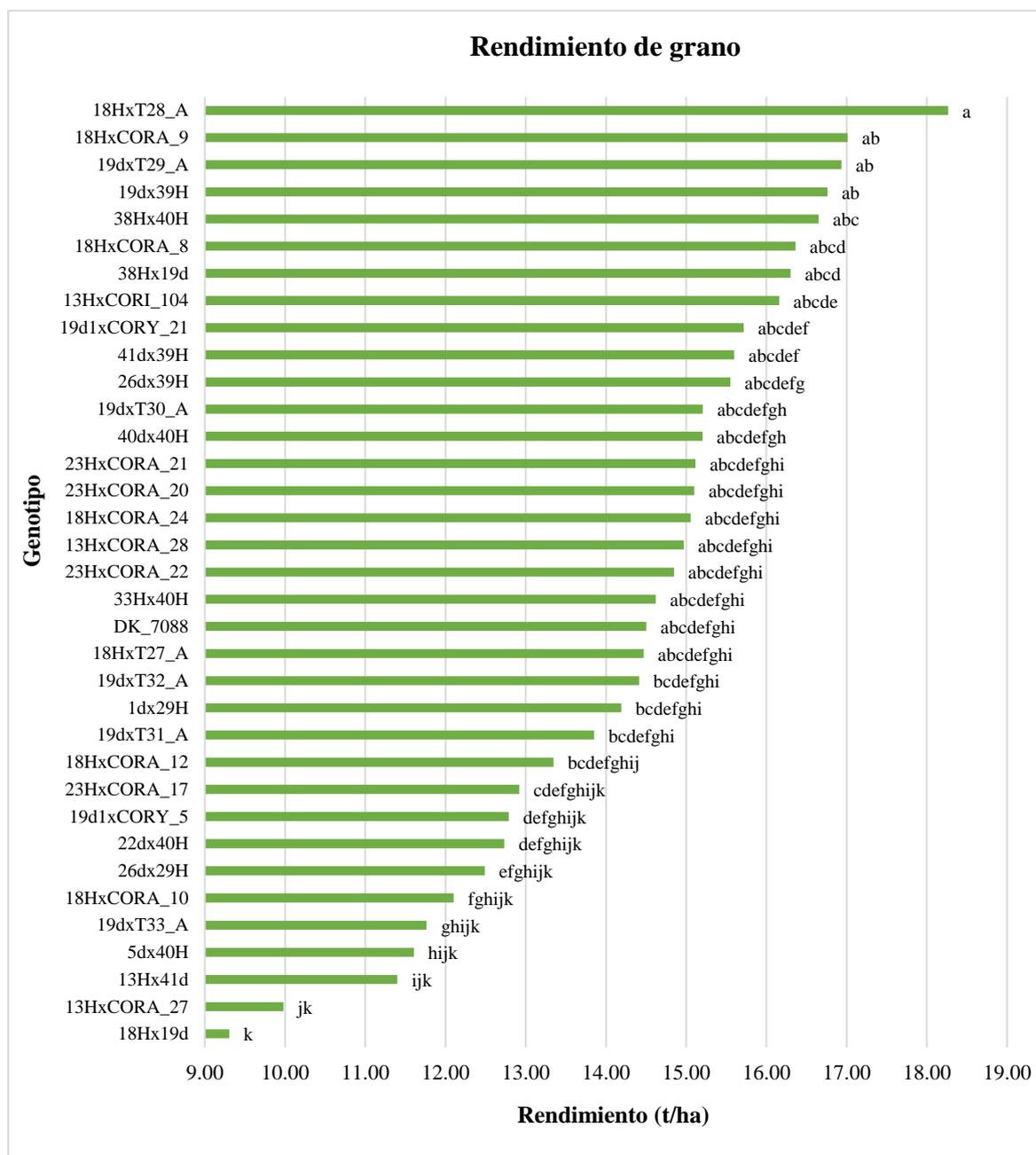


Figura 3: Prueba de comparación de medias para rendimiento de grano de 35 genotipos de maíz amarillo duro

En ese sentido, de acuerdo con los resultados obtenidos y siendo el factor Genotipo significativo, el mejor híbrido respecto a la variable rendimiento de grano fue 18HxT28_A;

a pesar de ello esta diferencia sólo fue numérica dado que es estadísticamente similar con otros 20 genotipos. Dicho híbrido fue resultado de la cruce de la raza Tusilla con una línea “H” obtenida de una población de Chanchamayo perteneciente a la familia Huanuqueño (H); por lo que estos resultados guardan relación con lo descrito por Salazar (2018), en un ensayo en la región amazónica del Ecuador, donde señala que la raza “Tusilla” obtuvo mejores rendimientos considerando una distancia de 30 cm entre golpes y 80 cm entre surcos; asimismo, Martínez *et al.*, (1988), sostuvieron que la heterosis o vigor híbrido señala la superioridad de la generación F₁ con referencia a sus progenitores.

De los 35 híbridos simples que conforman el experimento, 33 genotipos obtuvieron rendimientos por encima del promedio regional, apoyando lo descrito por Eyherabide (2015) sobre utilizar en ambiente favorables híbridos simples debido a que poseen un mayor potencial de rendimiento de grano.

Asimismo, se debe tener en consideración que a pesar de que los progenitores sean similares, los híbridos pueden presentar diferencias tanto morfológicamente como características fisiológicas, esto se debe a que conforme se acentúa la diversidad genética de los progenitores se hace más evidente las diferencias entre los cruzamientos por causa de la heterosis (Clemente *et al.*, 2022). La interacción de diversos genes controla la genética del rendimiento (Jugenheimer, 1981).

Finalmente, teniendo en consideración que el bloque como fuente de variabilidad no fue significativo, es de considerar que de los 33 tratamientos (genotipos) cuyo rendimiento promedio está por encima del promedio regional, 21 de ellos son estadísticamente similares al tratamiento testigo; y de los cuales 02 genotipos llegaron alcanzar 18.27 (18HxT28_A) y 17.01 (18HxCORA_9) t/ha; en ese sentido, se podría contemplar que dichos híbridos experimentales pueden servir como material de estudio para mejorar las variedades de maíz.

4.2.2. Altura de planta

En la Tabla 26 se evidencia que existe alta significancia estadística para el factor Genotipo, por lo que se puede afirmar que por lo menos un genotipo tiene una altura promedio que difiere estadísticamente con el resto. Asimismo, los bloques mostraron diferencia estadística significativa.

Tabla 26: Análisis de varianza de altura de planta (m)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	0.403	0.403	15.824	3.45E-04	***
Genotipo	34	3.654	0.108	4.222	3.06E-05	***
Error	34	0.866	0.026			

Significancia Estadística: 0 '***' 0.001 '***' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 CV: 6.51 % Media 2.45

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el híbrido 23HxCORA_17 presentó la menor altura promedio de planta con 2.06 m y es similar estadísticamente con 28 genotipos incluido el Testigo (DK_7088) y 18HxT28_A (híbrido con el mejor rendimiento promedio en La Molina) con valores de 2.28 y 2.60 m, respectivamente; es decir, no muestran diferencias significativas con respecto a este componente (

Figura 4). Asimismo, el genotipo 23HxCORA_17 obtuvo rendimiento promedio de grano inferior estadísticamente al híbrido 18HxT28_A.

El híbrido 38Hx40H presentó la mayor altura promedio de planta con 2.98 m, siendo estadísticamente diferente al resto; sin embargo, el genotipo obtuvo un rendimiento promedio de grano inferior pero similar estadísticamente al híbrido 18HxT28_A.

Teniendo en consideración los valores obtenidos, la media de la variable altura es 2.45 m, la cual está relacionada a una densidad de 83,333 plantas/ha que generan un rendimiento promedio de grano de 14.38 t/ha, superando a lo reportado por Chumpitaz (2018) en un ensayo de densidades de siembra para dos híbridos dobles de maíz amarillo duro con abono foliar en la Molina, en la que a una densidad de 83,333 plantas/ha se obtuvo una altura promedio de planta de 2.90 m y un rendimiento de 10.122 t/ha; por lo que se podría decir que a mayor heterosis en el maíz la altura de plantas es más cortas (Sevilla & Holle, 2004).

Sánchez (2021) considera que la altura de planta es una expresión propia de cada híbrido, independiente del tipo de hibridación (simple, triple o doble). Esto como resultado de un ensayo realizado para evaluar comportamiento de tres genotipos de maíz de grano duro bajo tres dosis de potasio en La Molina; de la prueba de comparación de medias solo para el factor Genotipo, se encontró diferencia estadística significativa; el híbrido doble Exp-05 alcanzó el mayor promedio con una altura de planta de 3.04 m y es estadísticamente diferente a los

niveles Pool 19 y el híbrido simple CML-504 x CML-507, los cuales obtuvieron medias de 2.42 y 2.37 m, siendo estadísticamente iguales.

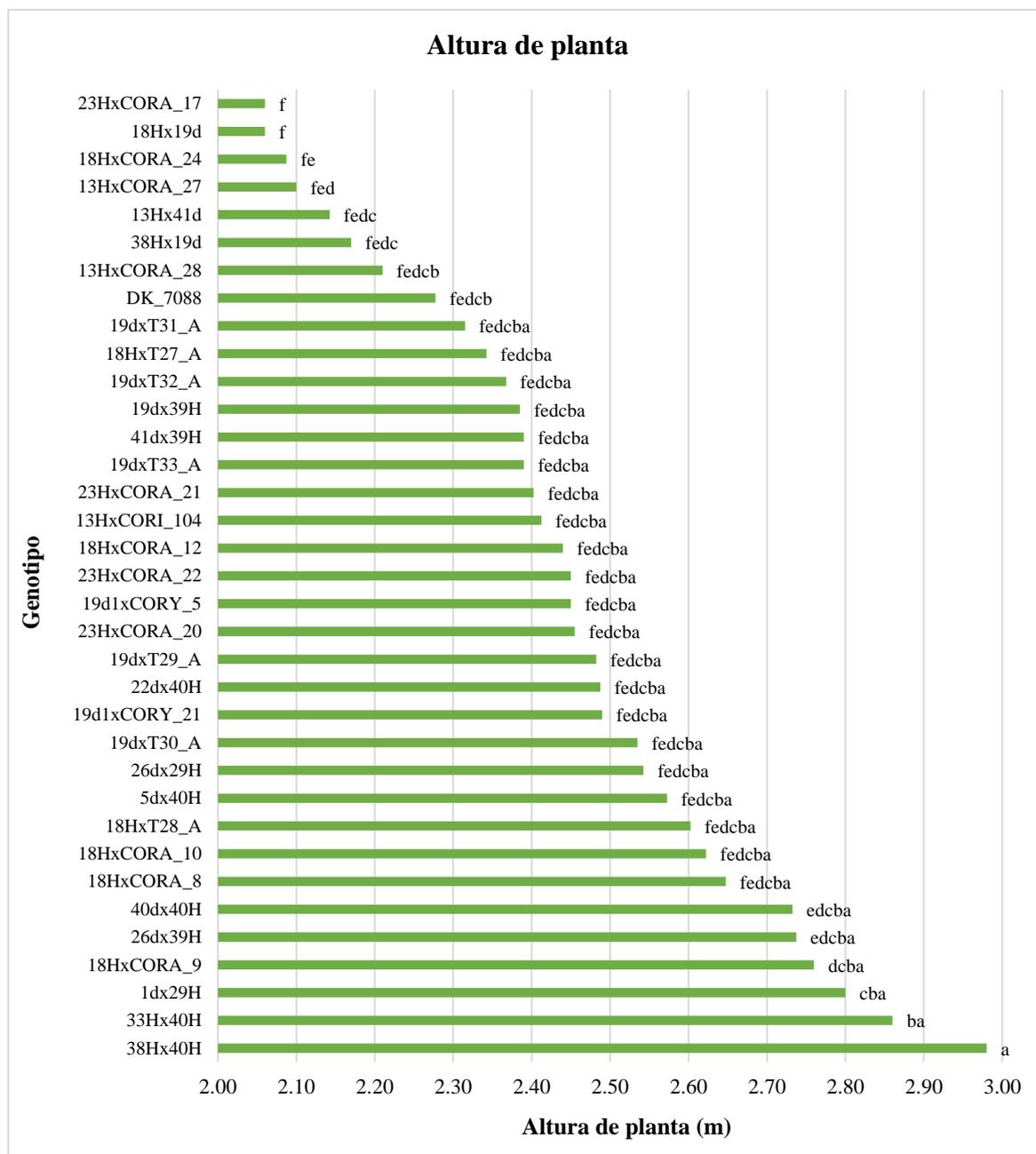


Figura 4: Prueba de comparación de medias para la altura de la planta (m)

4.2.3. Altura de mazorca principal

En la Tabla 27 se evidencia que existe alta significancia estadística para el factor Genotipo, por lo que se puede afirmar que por lo menos un genotipo tiene una altura promedio que

difiere estadísticamente con el resto. Asimismo, los bloques no mostraron diferencia estadística significativa.

Tabla 27: Análisis de varianza de altura de mazorca (m)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	0.081	0.081	3.710	0.062	n.s
Genotipo	34	4.162	0.122	5.636	1.08E-06	***
Error	34	0.738	0.022			

Significancia Estadística: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 CV: 10.16 % Media 1.45

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el híbrido 23HxCORA_17 presentó la menor altura promedio de mazorca con 0.95 m y es similar estadísticamente con 23 genotipos incluido el Testigo (DK_7088) con 1.29 m, respectivamente; es decir, no muestran diferencias significativas con respecto a este componente (Figura 5). Asimismo, el genotipo 23HxCORA_17 obtuvo rendimiento promedio de grano inferior estadísticamente al híbrido 18HxT28_A.

El genotipo 18HxT28_A (híbrido con el mejor rendimiento promedio en La Molina) obtuvo una altura de 1.71 y es similar estadísticamente a los híbridos 5dx40H, 18HxCORA_12, 40dx40H, 26dx39H con valores de 1.74, 1.74, 1.75, 1.75, respectivamente; e inferior a los híbridos 18HxCORA_8 y 19dxT30_A con valores de 1.57 y 1.58, respectivamente.

El híbrido 38Hx40H presentó la mayor altura promedio de planta con 1.87 m, siendo estadísticamente diferente al resto; sin embargo, el genotipo obtuvo un rendimiento promedio de grano inferior pero similar estadísticamente al híbrido 18HxT28_A.

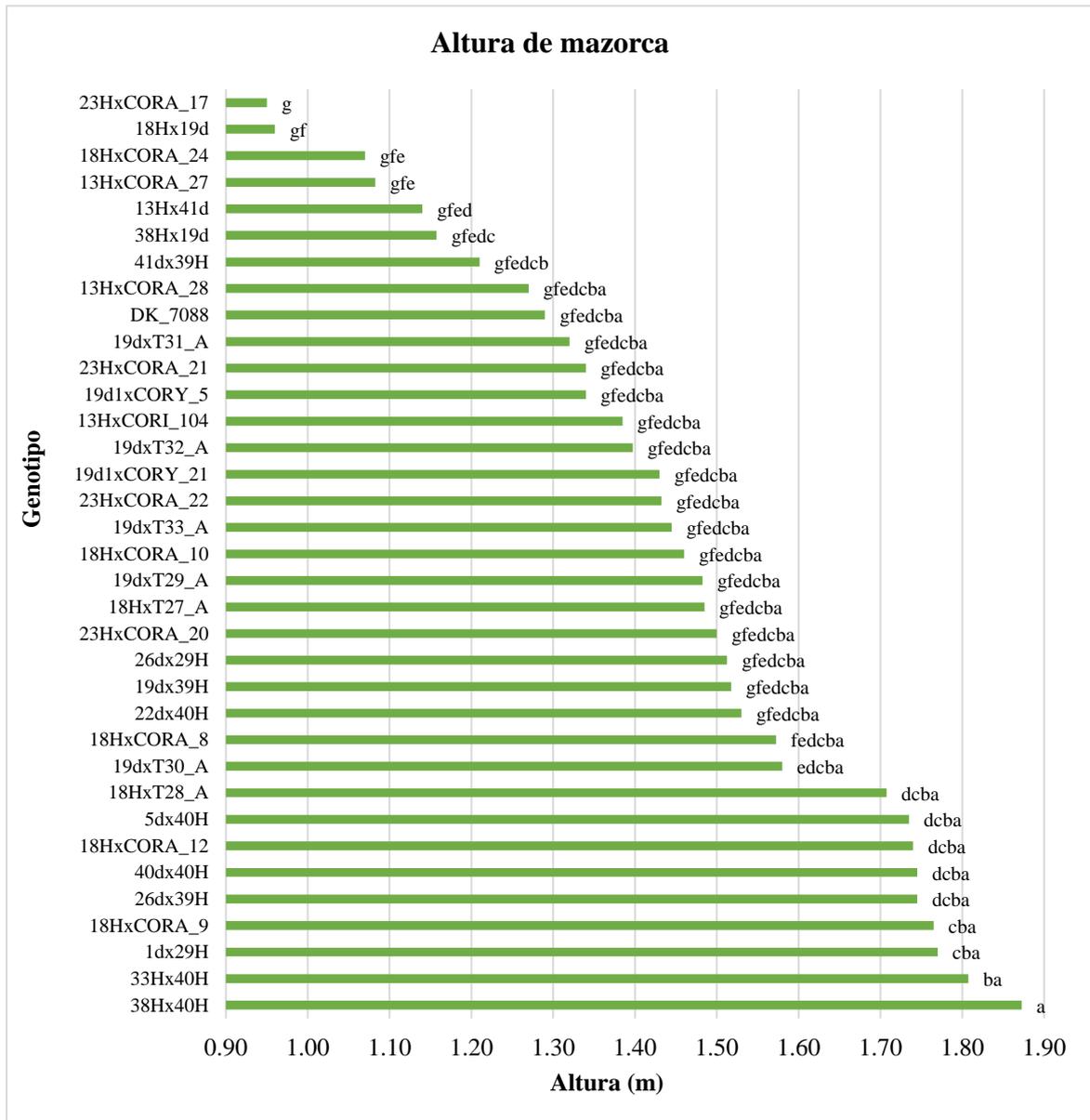


Figura 5: Prueba de comparación de medias para la altura de la mazorca (m)

Sánchez (2021) afirma que la altura de mazorca está directamente relacionada con la altura de planta; esto debido a que en la variable altura de mazorca se encontró alta significación en el factor genotipo y no existió diferencia estadística significativa para las dosis de potasio y entre la interacción Genotipo:Potasio; en ese sentido, la mayor altura de mazorca fue causado por el efecto del híbrido doble y no por efecto de la fertilización; esto se apoya con lo descrito por Olazo (2014), en un ensayo sobre los efectos de la fertilización en maíz híbrido amarillo duro en condiciones de Ucayali y bajo un sistema de riego por goteo, respecto a la variable altura de inserción de mazorca los tratamientos con diferentes concentraciones de N, P, K, Ca y Mg, no mostraron diferencia significativa, la mayor altura

se debió a un factor genético; de igual manera, Chumpitaz (2018) señala que la variedad de maíz amarillo duro EXP-05 en la localidad de La Molina presentó mayor altura de mazorca debido a sus características genéticas y no por la aplicación de abono foliar; sin embargo, Bolaños (1998) concluyó que para algunos híbridos la altura de mazorca dependen del efecto conjunto del híbrido, densidad y número de plantas por golpe.

4.2.4. Diámetro del tallo

En la Tabla 28 se evidencia que existe alta significancia estadística para el factor Genotipo, por lo que se puede afirmar que por lo menos un genotipo tiene un diámetro promedio que difiere estadísticamente con el resto. Asimismo, los bloques no mostraron diferencia estadística significativa.

Tabla 28: Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo (mm)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	0.275	0.275	0.087	0.770	n.s
Genotipo	34	254.849	7.496	2.367	0.007	**
Error	34	107.686	3.167			

Significancia Estadística: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 CV: 6.64 % Media 26.82

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el híbrido 26dx39H presentó el mayor promedio de diámetro de tallo con 31.50 mm; sin embargo, muestra similitud estadística con 31 tratamientos incluido el Testigo (DK_7088) que obtuvo 26.25 mm; es decir, no muestran diferencias significativas con respecto a este componente (Figura 6). Asimismo, el híbrido 26dx39H tiene similitud estadística con el genotipo 18HxT28_A (híbrido con el mejor rendimiento promedio en La Molina) respecto a la variable rendimiento promedio de granos.

Los híbridos 18HxT27_A, 23HxCORA_17 y 23HxCORA_22 obtuvieron el menor promedio de diámetro de tallo con valores de 23.25, 23.35 y 24.00 respectivamente; y estadísticamente similares.

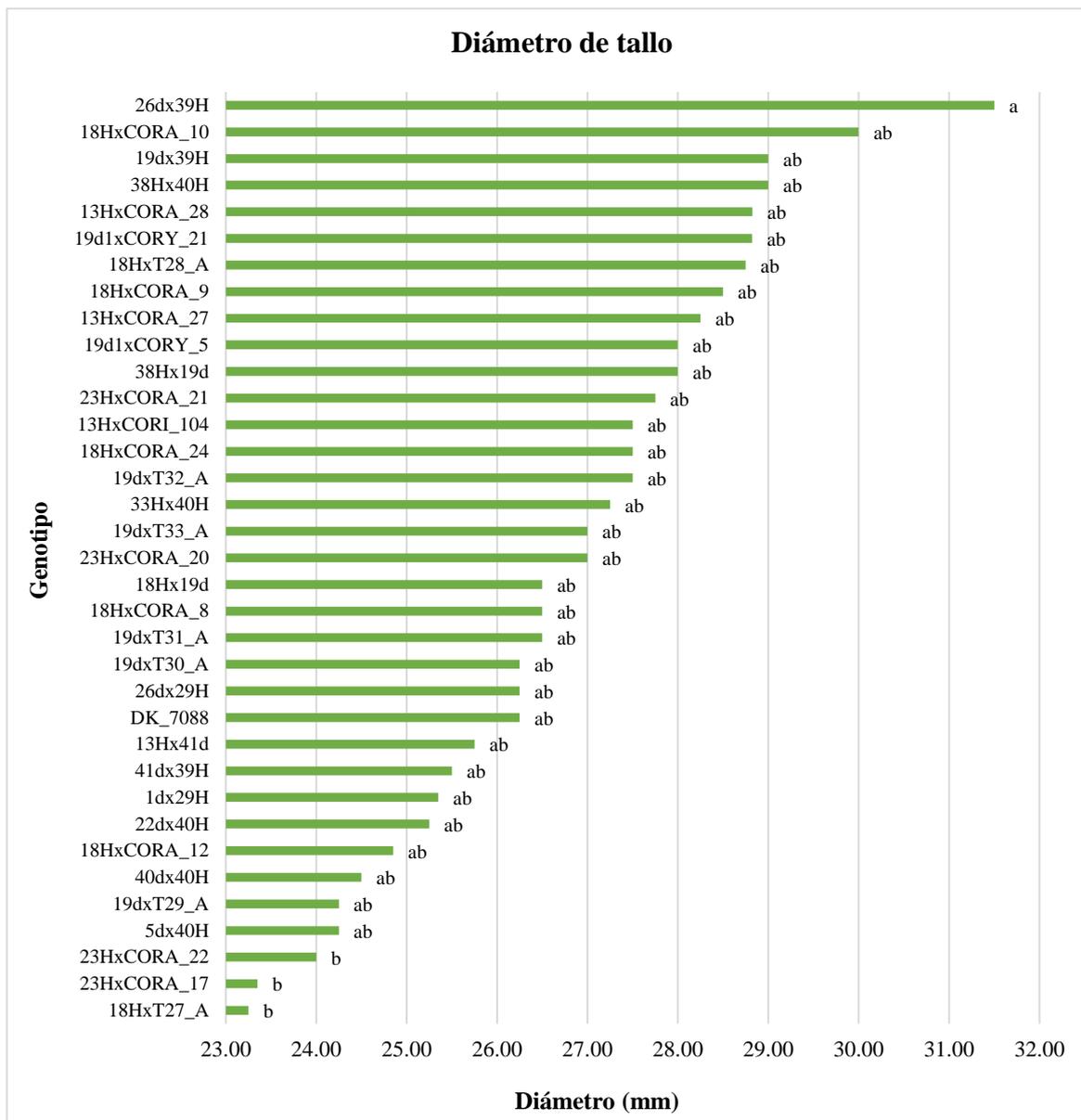


Figura 6: Prueba de comparación de medias para el diámetro del tallo (mm)

Sánchez (2021), señala que respecto a la variable diámetro del tallo, el factor genotipo es significativo; sin embargo, la interacción Potasio: Genotipo no lo es; por ello afirma que el efecto de la fertilización potásica no generó impacto en el comportamiento de los híbridos. Asimismo, varios autores señalan que el diámetro del tallo guarda relación con la densidad de siembra. Huamán (1994) registró el mayor diámetro de tallo (2.90 cm) con una siembra con una densidad de 60,000 plantas/ha y el de menor diámetro (2.06 cm) con 120,000 plantas/ha. Chumpitaz (2018) señala que con una densidad de 83,333 plantas/ha se obtuvo un diámetro promedio de tallo de 2.49cm, inferior a los valores obtenidos por las densidades de siembra de 62,500 y 69,444 plantas/ha con un promedio de tallo de 2.58 cm y 2.53 cm, respectivamente; sin embargo, los 03 tratamientos son estadísticamente similares.

4.2.5. Días a floración masculina

En la Tabla 29 se evidencia que existe alta significancia estadística para el factor Genotipo, por lo que se puede afirmar que por lo menos un genotipo mostró un promedio de días después de siembra diferente estadísticamente al resto. Asimismo, los bloques no mostraron diferencia estadística significativa.

Tabla 29: Análisis de varianza de floración masculina (dds)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	5.160	5.157	0.580	0.452	n.s
Genotipo	34	771.200	22.682	2.551	0.004	**
Error	34	302.340	8.892			

Significancia Estadística: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 CV: 2.54 % Media 117.30

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el genotipo 19dxT29_A fue el más precoz, dado que obtuvo el menor valor numérico, 109 dds, como promedio de los 02 bloques evaluados. Asimismo, el híbrido 19dxT29_A tiene similitud estadística con 29 genotipos incluido el testigo (DK_7088) con 121 dds; respecto a la variable rendimiento promedio de granos; el híbrido 19dxT29_A es el tercer tratamiento con el mejor rendimiento en La Molina.

El genotipo 13Hx41d fue el más tardío, dado que obtuvo el mayor valor numérico, 122 dds, como promedio de los 02 bloques evaluados. Sin embargo, estadísticamente es similar a 04 tratamientos incluido el genotipo 18HxT28_A (híbrido con el mejor rendimiento promedio en La Molina) con 121.5 dds; es decir, no muestran diferencias significativas con respecto a este componente (Figura 7). Asimismo, respecto a la variable rendimiento promedio de granos el genotipo 13Hx41d tuvo un rendimiento menor y estadísticamente diferente al genotipo 18HxT28_A (híbrido con el mejor rendimiento promedio en La Molina).

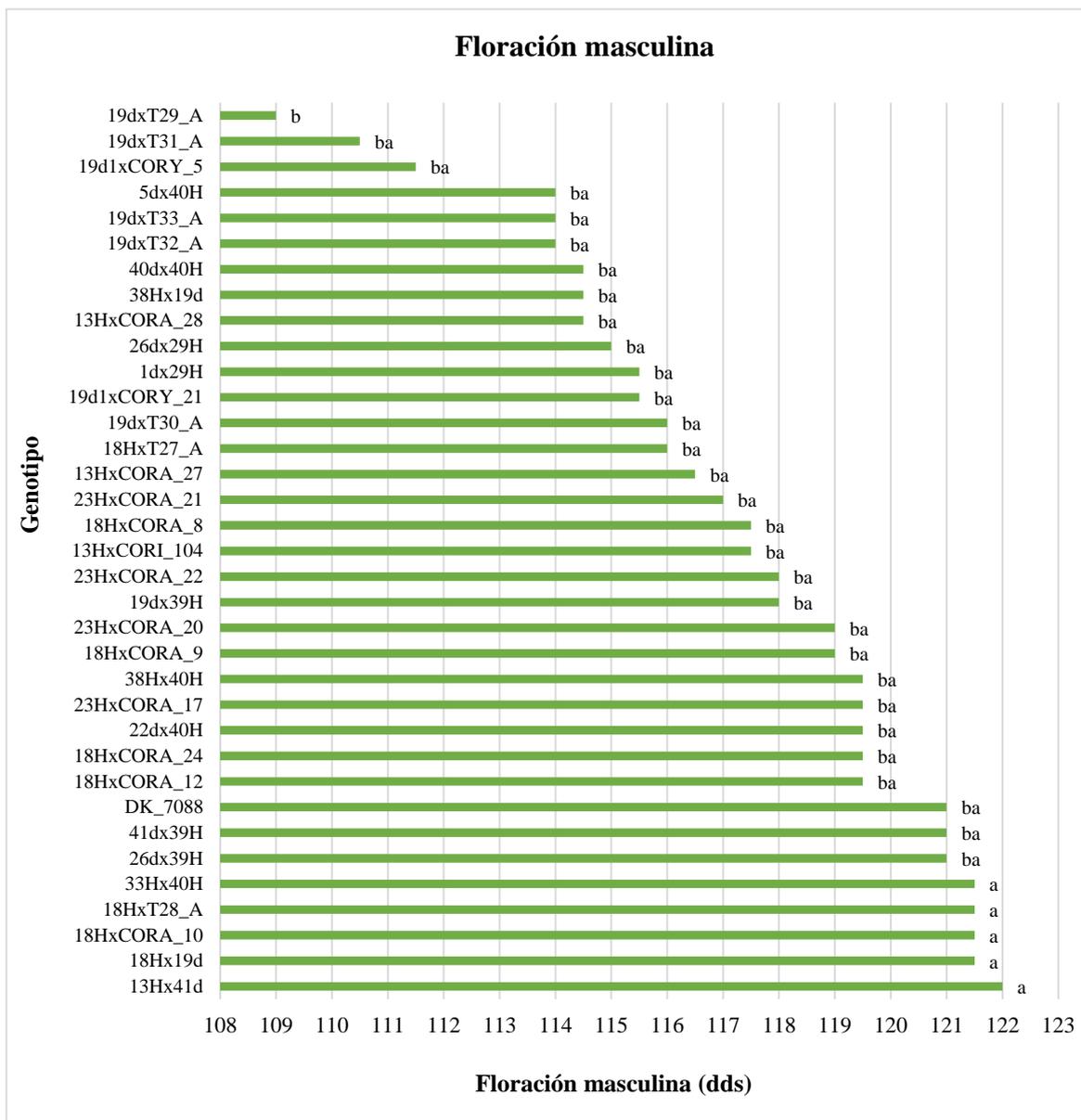


Figura 7: Prueba de comparación de medias para la floración masculina

4.2.6. Días a floración femenina

En la Tabla 30 se evidencia que existe significancia estadística para el factor Genotipo, por lo que se puede afirmar que por lo menos un genotipo mostró un promedio de días después de siembra diferente estadísticamente al resto. Los bloques no mostraron diferencia estadística significativa.

Tabla 30: Análisis de varianza de días a floración femenina (dds)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	12.010	12.014	1.510	0.228	n.s
Genotipo	34	520.490	15.308	1.924	0.030	*
Error	34	270.490	7.955			

Significancia Estadística: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1 CV: 2.35 % Media 119.99

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el genotipo 19dxT29_A fue el más precoz, dado que obtuvo el menor valor numérico, 112 dds, como promedio de los 02 bloques evaluados.

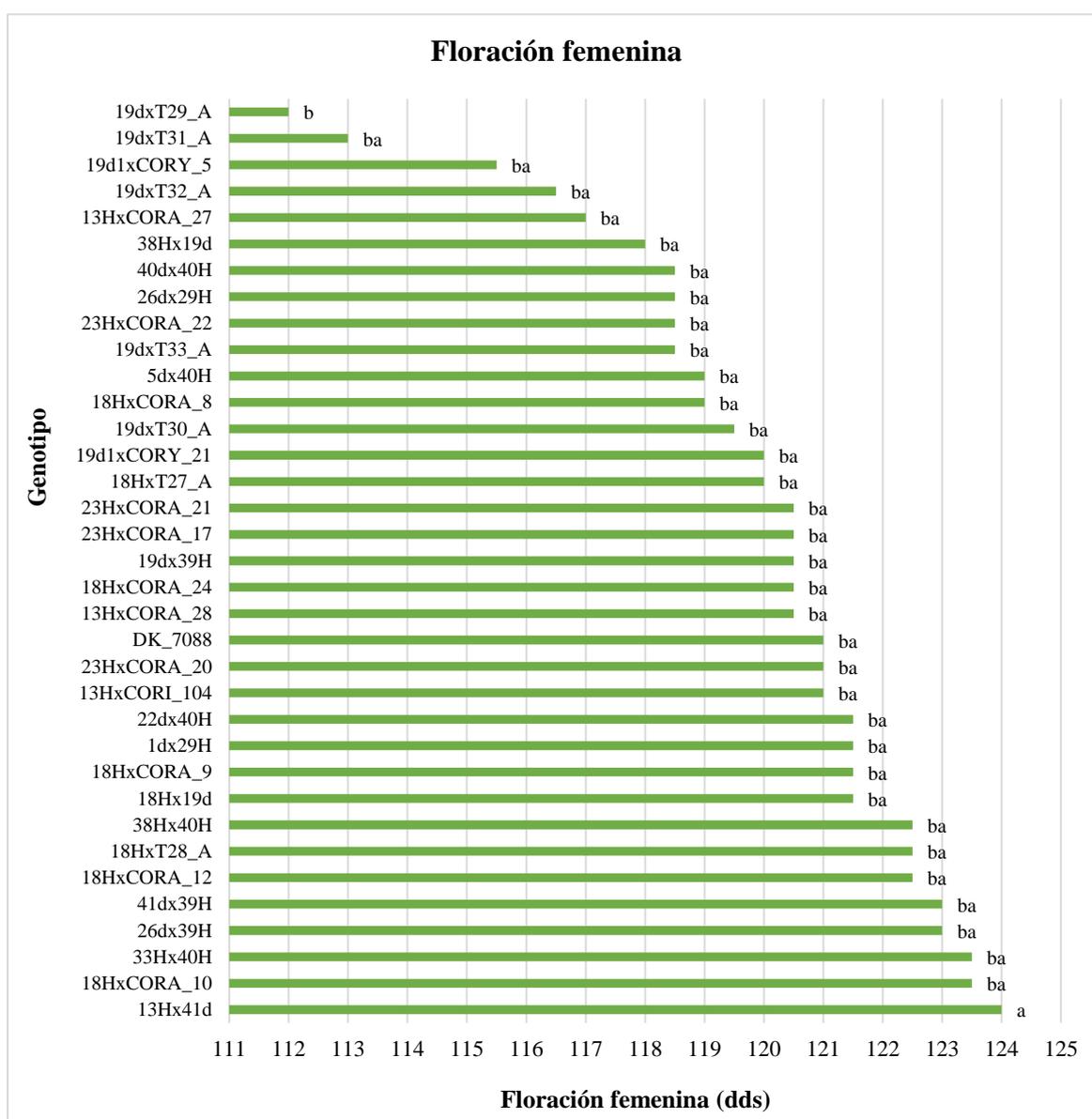


Figura 8: Prueba de comparación de medias para la floración femenina.

Asimismo, el híbrido 19dxT29_A tiene similitud estadística con 33 genotipos incluido el testigo (DK_7088) y el genotipo 18HxT28_A (híbrido con el mejor rendimiento promedio en La Molina) cuyo promedio numérico son de 121 y 122.5 dds, respectivamente (Figura 8). Respecto a la variable rendimiento promedio de granos; el híbrido 19dxT29_A es el tercer tratamiento con el mejor rendimiento en La Molina.

De otro lado, el genotipo más tardío es 13Hx41d dado que obtuvo el mayor promedio numérico con 124 dds; estadísticamente diferente al resto. Asimismo, este genotipo tuvo unos de los menores rendimientos de grano registrados en La Molina.

Por consiguiente, haciendo un comparativo para la variable floración (masculina y femenina), el genotipo 19dxT29_A fue descrito como uno de los híbridos más precoces tanto para floración masculina como femenina, y el genotipo 13Hx41d destacó por su floración tardía, siendo el último en alcanzar esta etapa fisiológica.

4.2.7. Índice de prolificidad (P)

En la Tabla 31 se evidencia que existe alta significancia estadística para el factor Genotipo, por lo que se puede afirmar que por lo menos un genotipo tiene un índice promedio que difiere estadísticamente con el resto. Los bloques no mostraron diferencia estadística significativa.

Tabla 31: Análisis de varianza de prolificidad

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	0.005	0.005	0.117	0.734	n.s
Genotipo	34	3.107	0.091	2.260	0.010	**
Error	34	1.374	0.040			

Significancia Estadística: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 '.' 1 CV: 15.49 % Media 1.30

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el mejor promedio fue el genotipo 18HxT28_A (híbrido con mayor rendimiento promedio de grano en La Molina) con 1.94, éste índice señala que 1,940 mazorcas pueden ser obtenidas de una población con 1000 plantas de este genotipo; sin embargo, muestra similitud estadística con los 29 tratamientos incluido el Testigo (DK_7088) que obtuvo 1.32 (Figura 9).

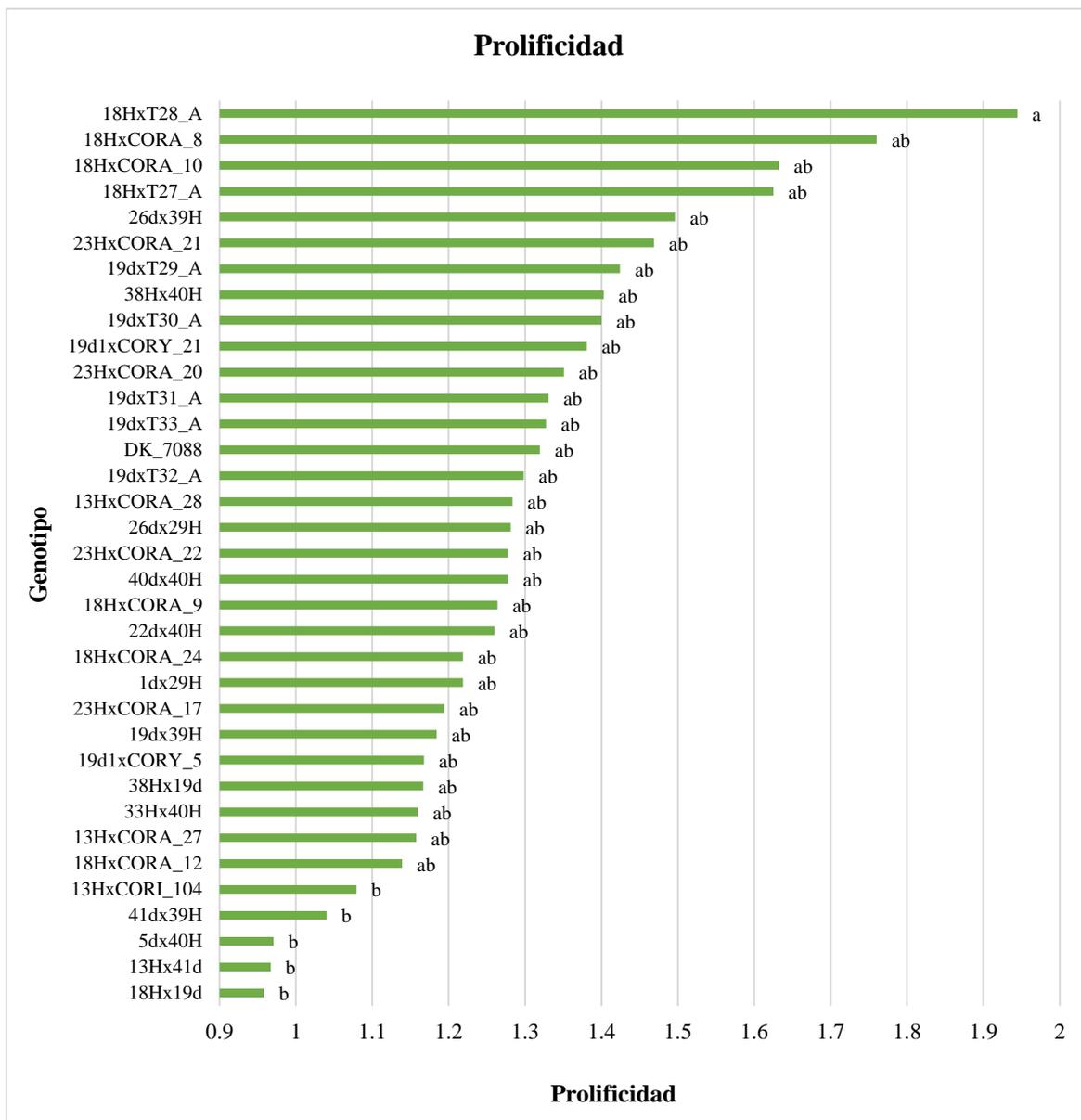


Figura 9: Prueba de comparación de medias para la prolificidad

El genotipo 18Hx19d (híbrido con menor rendimiento promedio de grano en La Molina) obtuvo el menor índice promedio de prolificidad con un valor de 0.96, esto señala que 960 mazorcas pueden ser obtenidas de una población con 1000 plantas de este genotipo; asimismo, muestra similitud estadística con los genotipos 13Hx41d, 5dx40H, 41dx39H y 13HxCORI_104 con valores de 0.97, 0.97, 1.04 y 1.08, respectivamente; los 02 primeros híbridos mencionados poseen un rendimiento de grano menor y estadísticamente diferente al testigo y al 18HxT28_A; sin embargo, los 02 siguientes tienen rendimientos estadísticamente similares al testigo y al 18HxT28_A.

Clobas (2022) señala que la prolificidad es un carácter genotípico. Las plantas con varias mazorcas no siempre indican un buen índice de prolificidad; dado que, en condiciones

favorables, como una baja densidad poblacional con poca competencia entre plantas (mayor intercepción de luz y mayor absorción de nitrógeno) éstas pueden desarrollar dos o más mazorcas sin que se considere una variedad prolífica; en ese sentido, teniendo en consideración que el vigor genético se puede expresar en la prolificidad, las variedades con tendencias prolíficas pueden mostrar su carácter genotípico en condiciones de competencia completa (alta densidad poblacional); esto debido a una ensayo en el cual se evaluó la eficiencia de la prolificidad de cuatro híbridos pertenecientes a dos grupos: prolíficos (P) y no prolíficos (NP) bajo tres densidades de siembra (8 plantas.m-2, 6 plantas.m-2 y 4 plantas.m-2), se encontró alta significación en el factor genotipo, densidad de siembra y la interacción Genotipo: Densidad.

Chura y Tejada (2014) señalan que una de las características que más contribuyeron al rendimiento de los híbridos D-8008 y BF-9417 fue el índice de mazorca (prolificidad); dado que se encontró alta significación en el factor genotipo respecto a dicha variable; esto se apoya con lo reportado por Vásquez *et al.* (2003) citado por Chura y Tejada (2014) respecto a la correspondencia positiva entre el rendimiento de grano y la prolificidad. Asimismo, Torres y Rodríguez (1993) sostienen que la prolificidad es el componente que más influencia tiene en el rendimiento.

4.2.8. Número de mazorcas

En la Tabla 32 se evidencia que existe alta significancia estadística para el factor Genotipo, por lo que se puede afirmar que por lo menos un genotipo tiene un número promedio de mazorcas que difiere estadísticamente con el resto. Los bloques no mostraron diferencia estadística significativa.

Tabla 32: Análisis de varianza para la variable número de mazorcas

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	2.06	2.06	0.12	0.735	n.s
Genotipo	34	1485.20	43.68	2.48	0.005	**
Error	34	599.94	17.65			

Significancia Estadística: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 '.' 1 CV: 18.92 % Media 22.20

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el mejor promedio fue obtenido por los genotipos 18HxCORA_8 y 18HxT28 (híbrido con mayor rendimiento promedio de grano en La Molina) con 33 mazorcas; sin embargo,

muestran similitud estadística con los 20 tratamientos incluido el Testigo (DK_7088) con 22.5 mazorcas(Figura 10).

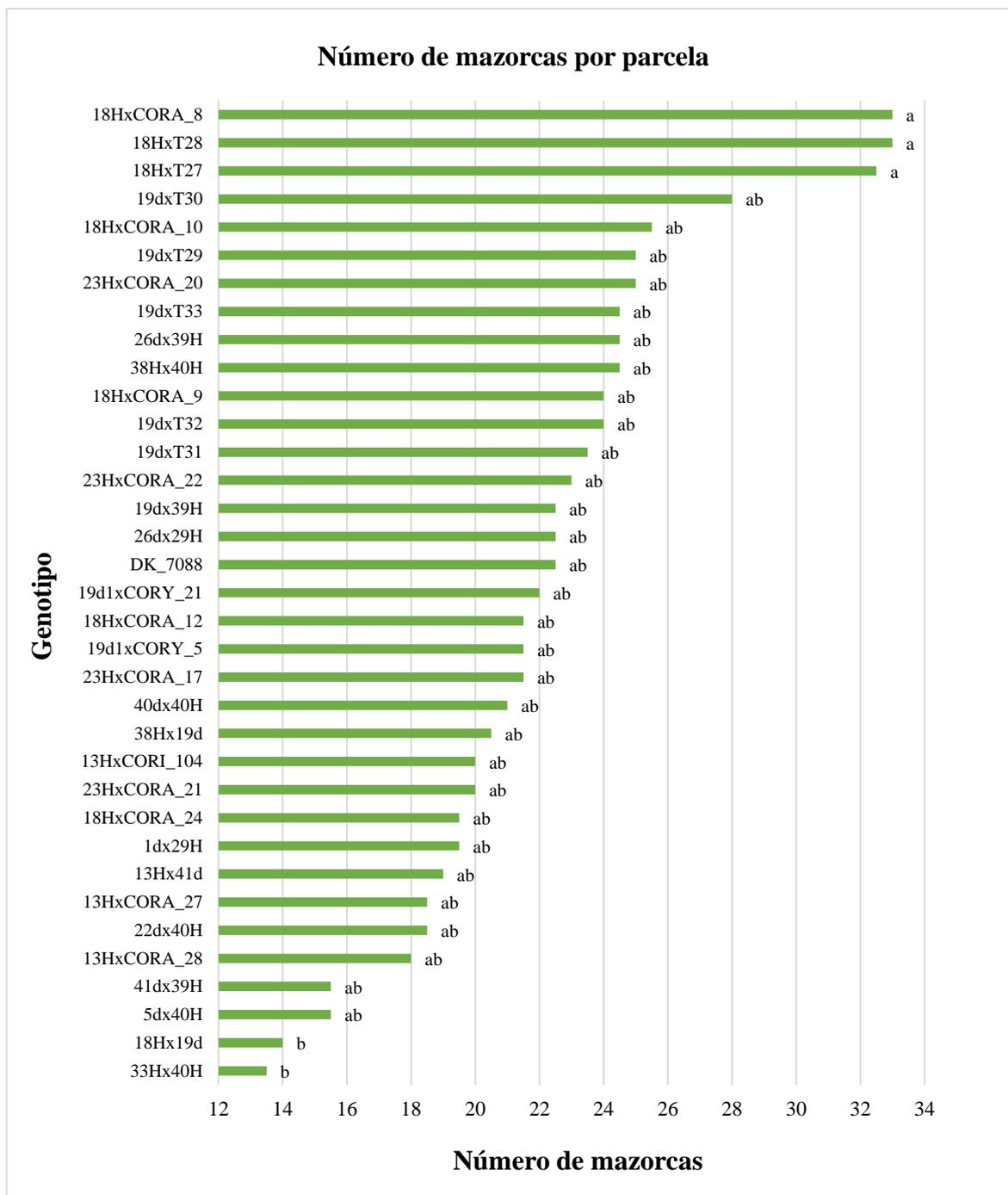


Figura 10: Prueba de comparación de medias para el número de mazorcas

El genotipo 33Hx40H (cuyo rendimiento promedio de grano es menor pero similar estadísticamente al híbrido 18HxT28_A) obtuvo el menor promedio con 13.5 mazorcas; sin embargo, es estadísticamente similar al híbrido 18Hx19d con 14 mazorcas.

4.2.9. Longitud de mazorca

En la Tabla 33 se constata que no existe significancia estadística para el factor Genotipo; por lo que se puede afirmar que todos los tratamientos mostraron una longitud promedio similar estadísticamente entre sí. Los bloques no mostraron diferencia estadística significativa.

Tabla 33: Análisis de varianza para la variable longitud de mazorca (cm)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	0.956	0.956	0.589	0.448	n.s
Genotipo	34	92.195	2.712	1.670	0.070	n.s
Error	34	55.196	1.623			

Significancia Estadística: 0 **** 0.001 *** 0.01 ** 0.05 * 0.1 ' ' 1 CV: 6.82 % Media 18.68

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el híbrido 19dxT32_A presentó el mayor promedio de longitud de mazorca con 21.25 cm; sin embargo, muestra similitud estadística todos los 34 tratamientos restantes incluido el Testigo (DK_7088) y el genotipo 18HxT28_A (híbrido con mayor rendimiento promedio de grano en La Molina) con valores de 17.25 y 19.35 cm; es decir, no muestran diferencias significativas con respecto a este componente (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Asimismo, el híbrido 19dxT32_A posee un rendimiento promedio de grano menor y estadísticamente diferente al testigo y el genotipo 18HxT28_A.

El genotipo 26dx39H obtuvo el menor promedio de longitud de mazorca con un valor de 16.25 cm; sin embargo, es estadísticamente similar a los anteriores tratamientos mencionados. Asimismo, posee un rendimiento promedio de grano menor pero estadísticamente similar al genotipo 18HxT28_A.

Chumpitaz (2018) señala que no se encontró diferencia estadística significativa para las fuentes de variación: variedades (V), densidad de siembra (D) y abono foliar (A), respecto a la variable longitud de mazorca; sin embargo, la variedad PM-213 obtuvo el mejor resultado con 19.17 cm como promedio de longitud de mazorca bajo una densidad de 62,500 plantas por hectárea e interacción con el abono foliar.

La longitud y diámetro de mazorca es proporcional al número de hileras por mazorca y granos por hileras. Asimismo, cuanto más delgada y larga sea la coronta, más granos contendrá. De igual forma, Chura y Tejada (2014) afirman que un alto valor de diámetro y longitud de mazorca implica un mayor número de granos por planta y por unidad de

superficie; sin embargo, Torres y Rodríguez (1993) sostienen que la prolificidad es el componente que más influencia tiene en el rendimiento.

Asimismo, se debe tener en consideración que existen mazorcas medio vacías, es decir, ausencia de granos; esto debe principalmente a una baja polinización ya sea por falta de una densidad de siembra adecuada, la falta de nutrición o riego. Stamp *et al.* (2000) citado por Cervantes *et al.* (2013) señalan que la disminución del número de granos por mazorca y el rendimiento de la cosecha se debe a falta de nitrógeno.

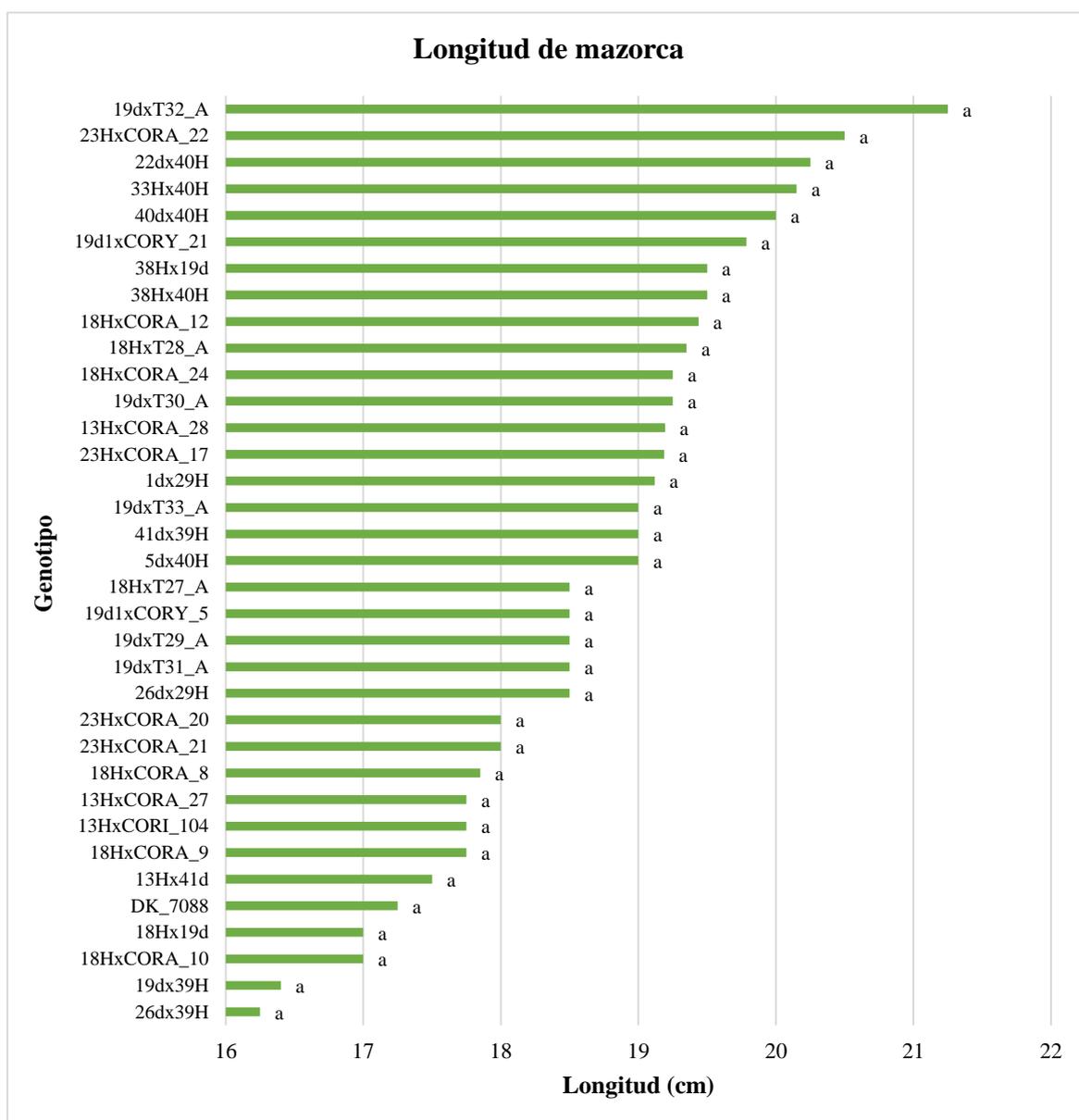


Figura 11: Prueba de comparación de medias longitud de mazorca (cm)

4.2.10. Diámetro de mazorca

En la Tabla 34 se evidencia que existe alta significancia estadística para el factor Genotipo, por lo que se puede afirmar que por lo menos un genotipo tiene un diámetro promedio que difiere estadísticamente con el resto. Los bloques no mostraron diferencia estadística significativa.

Tabla 34: Análisis de varianza para la variable diámetro de mazorca (mm)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	4.660	4.662	0.355	0.555	n.s
Genotipo	34	1411.540	41.516	3.164	0.001	***
Error	34	446.080	13.120			

Significancia Estadística: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' CV: 7.25 % Media 49.99

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el híbrido 18HxCORA_9 presentó el mayor promedio de diámetro de mazorca con 57 mm; sin embargo, muestra similitud estadística con 32 tratamientos incluido el Testigo (DK_7088) y el genotipo 18HxT28_A (híbrido con mayor rendimiento promedio de grano en La Molina) con valores de 53 y 42 mm; es decir, no muestran diferencias significativas con respecto a este componente (Figura 12). Asimismo, el híbrido 18HxCORA_9 posee un rendimiento promedio de grano similar estadísticamente al genotipo 18HxT28_A, además, es el segundo híbrido con mayor rendimiento.

El genotipo 18HxT27_A obtuvo el menor promedio de diámetro de mazorca con un valor de 39.00 mm; sin embargo, posee un rendimiento promedio de grano mayor al testigo, pero menor al genotipo 18HxT28_A, a pesar de ello es similar estadísticamente a ambos respecto a la variable rendimiento de grano.

El diámetro de las mazorcas está relacionado con el número de hileras. Pioneer (s.f.) afirma que el número definitivo de hileras está fuertemente controlado por la genética de los híbridos; sin embargo, algunas situaciones severas durante las etapas V6 a V11; tales como la aplicación de algunos herbicidas, pueden llegar a reducir el número de hileras de granos producidas.

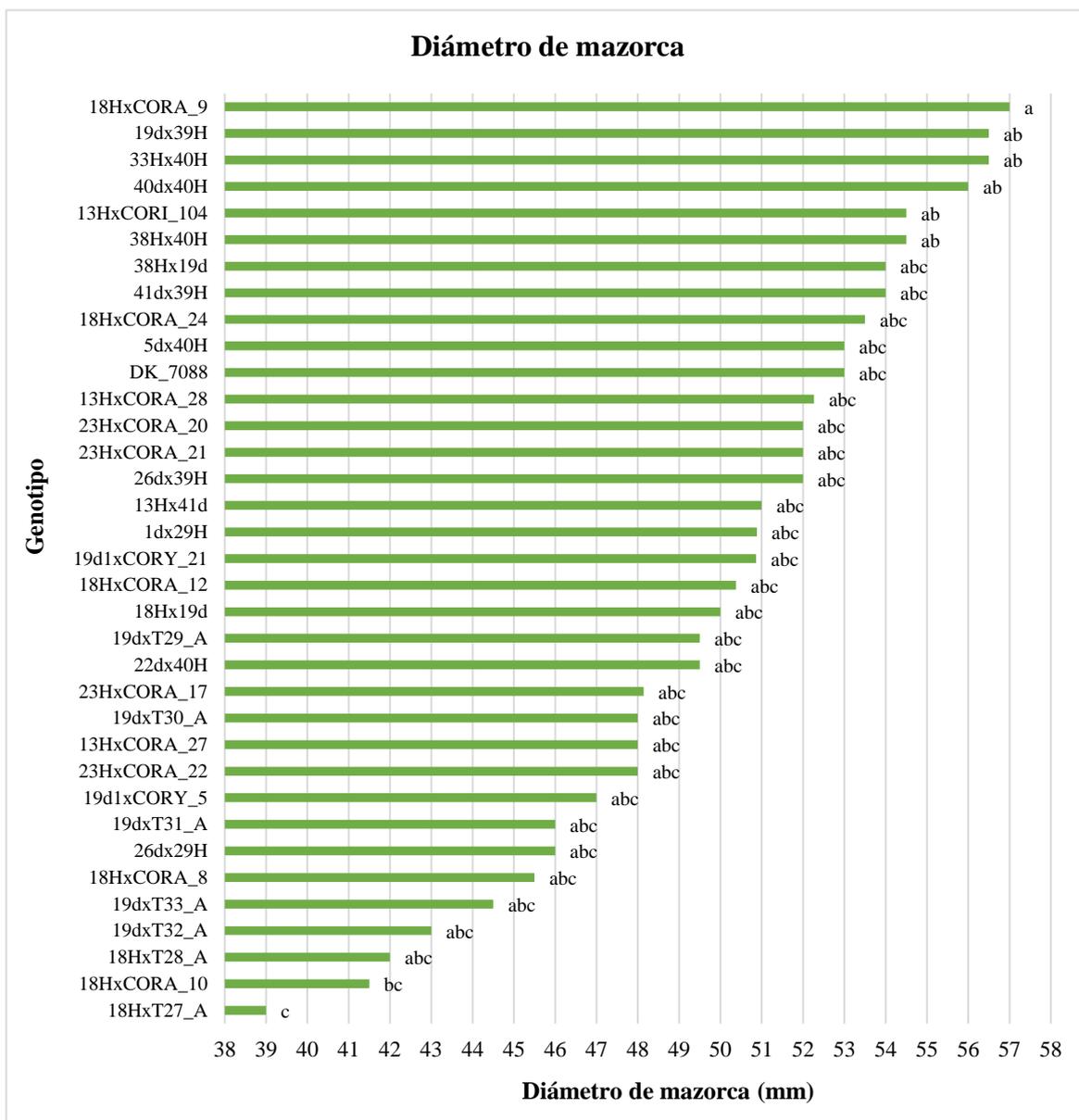


Figura 12: Prueba de comparación de medias para el diámetro de mazorca (mm)

Sánchez (2021) afirma que, conforme a los resultados obtenidos de su investigación, existió diferencias estadísticas significativas entre los genotipos; el híbrido CML-504 x CML-507 obtuvo el mayor diámetro de mazorca con 5.28 cm y los niveles Pool y Exp-05 valores de 5.15 y 5.06 cm, respectivamente. Asimismo, señala que los factores dosis de potasio e interacción de Genotipo: Potasio, no fueron significativos.

Martínez (2022) de acuerdo a su investigación señala que el factor genotipo resultó ser significativo; el mayor valor de diámetro de mazorca registrado fue del híbrido DK-7088 con 5.29 cm, sucesivo el híbrido PM-213 con 5.05 cm, seguido del híbrido PM-X5 con 4.96 cm y finalmente el híbrido DK-7500 con 4.81 cm.

4.2.11. Índice de desgrane (ID)

En la Tabla 35 se evidencia que existe alta significancia estadística para el factor Genotipo, por lo que se puede afirmar que por lo menos un genotipo tiene un índice promedio que difiere estadísticamente con el resto. Los bloques no mostraron diferencia estadística significativa.

Tabla 35: Análisis de varianza para el índice de desgrane.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	0.0003	0.0003	0.167	0.685	n.s
Genotipo	34	0.174	0.005	3.377	3.11E-04	***
Error	34	0.052	0.002			

Significancia Estadística: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 CV: 4.83 % Media 0.81

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el genotipo 18HxT27_A es el que obtuvo el mayor promedio de índice de desgrane por un valor de 0.90; esto señala que 90 gr de semillas pueden ser obtenidas de 100 gr de mazorca de este genotipo; sin embargo, muestra similitud estadística con 32 tratamientos incluido el Testigo (DK_7088) y el genotipo 18HxT28_A (híbrido con mayor rendimiento promedio de grano en La Molina) con valores de 0.78 y 0.90, respectivamente (Figura 13). Asimismo, el híbrido 18HxT27_A posee un rendimiento promedio de grano menor, pero similar estadísticamente al genotipo 18HxT28_A.

El genotipo 18HxCORA_9 tuvo el segundo promedio de índice de desgrane más bajo con un valor de 0.73, siendo diferente estadísticamente al resto. Asimismo, dicho híbrido obtuvo el segundo mejor rendimiento de grano en la Molina, siendo estadísticamente similar al genotipo 18HxT28_A.

El menor índice promedio fue registrado por el genotipo 5dx40H con un valor de 0.70; esto señala que 70 gr de semillas pueden ser obtenidas de 100 gr de mazorca de este genotipo. Asimismo, dicho híbrido fue el cuarto con menor rendimiento de grano en la Molina, siendo estadísticamente diferente al genotipo 18HxT28_A.

Por lo descrito, se podría afirmar que los híbridos derivados de la cruce de Hugo y Tusilla (18HxT27_A y 18HxT28_A) además de obtener buenos rendimientos de grano en condiciones la Molina, mostraron el mejor índice de desgrane, igual a 0.90 (equivalente a un porcentaje de desgrane del 90 por ciento). Los genotipos 19dxT33_A, 22dx40H,

19dxT31_A, 19d1xCORY_21, 19dxT30_A, 19dxT32_A, 19dxT29_A, 26dx29H, 18HxCORA_8, 19d1xCORY_5, 1dx29H, 13Hx41d, 23HxCORA_17, 23HxCORA_22 y 13HxCORI_104 también presentaron un porcentaje de desgrane igual y superior al 80 por ciento, pero menor al 90 por ciento; lo cual guarda relación con lo descrito por Bocanegra (1953) sobre los híbridos de MAD cuyo porcentaje de desgrane es igual o mayor al 80 por ciento; lo que indicaría que estos 17 híbridos presentaron buenos resultados respecto a esta variable.

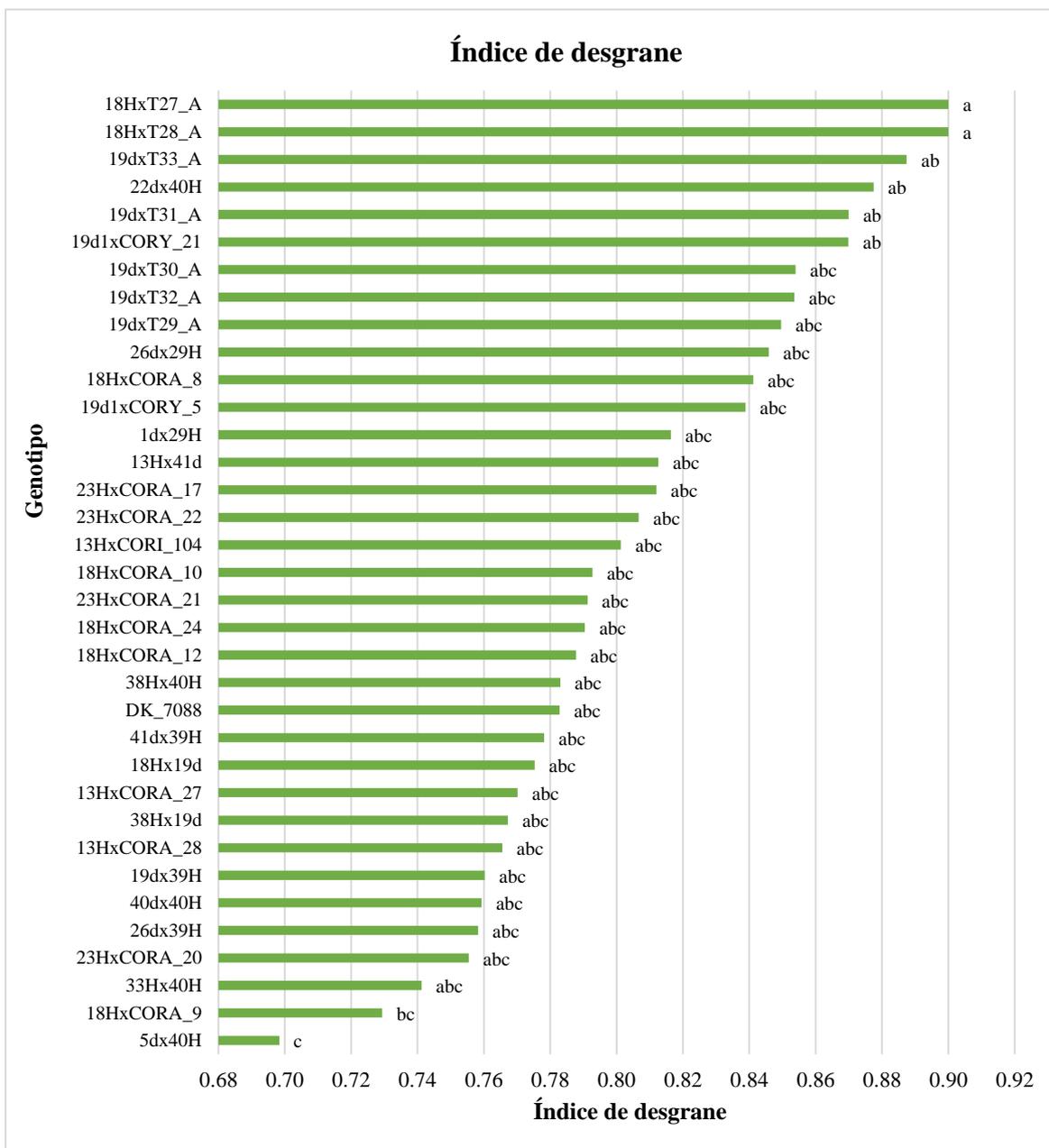


Figura 13: Prueba de comparación de medias para el índice de desgrane.

Romero (2020), en un ensayo sobre el comportamiento de 15 familias de medios hermanos de maíz amarillo duro en condiciones de Pucallpa, encontró alta significación en el factor genotipo respecto a la variable porcentaje de desgrane. El genotipo 13 alcanzó el mejor porcentaje de desgrane con 88.54 por ciento; por otro lado, el genotipo 2 registró el valor más bajo con 83.62 por ciento.

4.2.12. Número de hileras por mazorca

En la Tabla 36 se evidencia que existe alta significancia estadística para el factor Genotipo, por lo que se puede afirmar que por lo menos un genotipo tiene un promedio de hileras por mazorca que difiere estadísticamente con el resto. Los bloques no mostraron diferencia estadística significativa.

Tabla 36: Análisis de varianza para la variable número de hileras por mazorca.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	0.514	0.514	0.267	0.609	n.s
Genotipo	34	241.943	7.116	3.695	1.26E-04	***
Error	34	65.486	1.926			

Significancia Estadística: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 CV: 9.15 % Media 15.17

De acuerdo con la prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el híbrido 40dx40H presentó el mayor promedio con 20 hileras por mazorca; sin embargo, muestra similitud estadística con 19 tratamientos incluido el Testigo (DK_7088) y el genotipo 18HxT28_A (híbrido con mayor rendimiento promedio de grano en La Molina) con 16 y 15 hileras/mazorca, respectivamente (Figura 14); asimismo, estos 03 híbridos muestran similitud estadística en rendimiento promedio de grano, es decir, no muestran diferencias significativas con respecto a este componente.

El menor promedio de hileras por mazorca lo obtuvo el genotipo 13HxCORA_27 con un valor de 12; siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos; al igual modo, dicho híbrido fue el segundo que tuvo el menor rendimiento de grano. El genotipo 18Hx19d que presentó el menor rendimiento promedio de grano tiene un promedio de 14 hileras por mazorca y es estadísticamente similar a 7 genotipos respecto a esta variable.

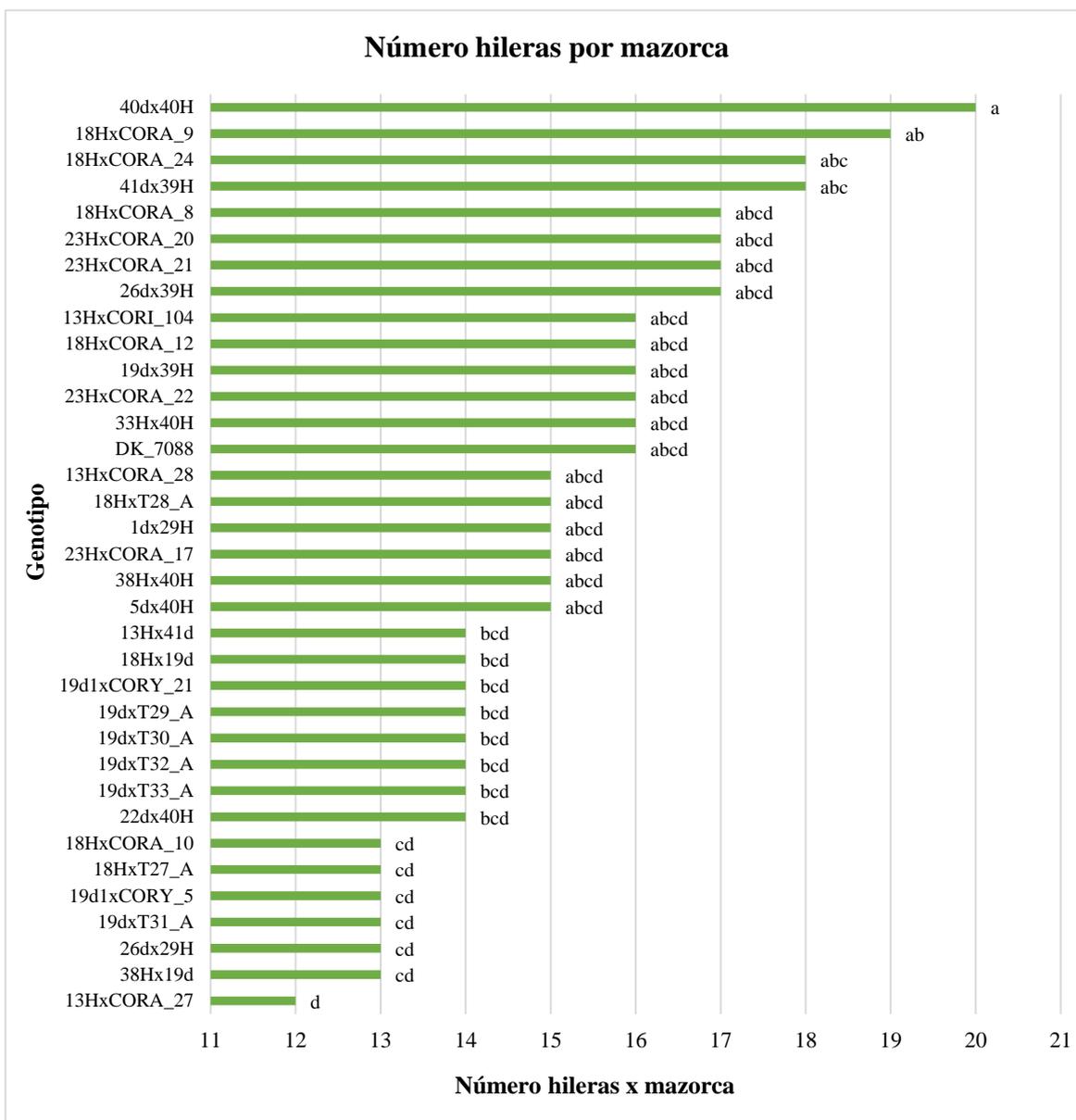


Figura 14: Prueba de comparación de medias para el número de hileras por mazorca.

Caballero (2019) afirma que el número de hileras por mazorca está determinado por el factor genético de la planta y su vigor.

Sánchez (2021) afirma que, conforme a los resultados obtenidos de su investigación, existió diferencias estadísticas significativas entre los genotipos. El Pool-19 obtuvo el mejor promedio de hileras por mazorca con un valor de 14.3 y el menor promedio lo obtuvo el Exp-5 con 13.68 hileras/mazorca. Asimismo, señala que los factores dosis de potasio e interacción de Genotipo: Potasio, no fueron significativos.

Pioneer (s.f.) |señala que el número máximo de hileras de la espiga primaria se define entre los estadios de V5 (cuello visible de la quinta hoja) a V8 (cuello visible de la octava hoja);

y el nudo de la espiga es un punto de referencia óptimo para establecer la fase de inicio de la diferenciación de la espiga, para ello se debe restar siete al número de nudo. En la punta de la espiga se encuentra el domo meristemático, el cual señala la producción de nuevas hileras de óvulos; estos óvulos se llegan a dividir y formar nuevos pares de hileras de granos. Además, Pioneer (s.f.) afirma que el número definitivo de hileras está fuertemente controlado por la genética de los híbridos; sin embargo, algunas situaciones severas durante las etapas V6 a V11; tales como la aplicación de algunos herbicidas, pueden llegar a reducir el número de hileras de granos producidas.

4.2.13. Número de granos por hilera

En la Tabla 37 se constata que no existe significancia estadística para el factor Genotipo; por lo que se puede afirmar que todos los tratamientos mostraron un promedio de granos por hilera similar estadísticamente entre sí. Los bloques no mostraron diferencia estadística significativa.

Tabla 37: Análisis de varianza para la variable número de granos por hilera

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	8.930	8.929	1.017	0.320	n.s
Genotipo	34	366.430	10.777	1.228	0.276	n.s
Error	34	298.380	8.776			

Significancia Estadística: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 CV: 8.39 % Media 35.30

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el híbrido 18HxT28_A (híbrido con mayor rendimiento promedio de grano en La Molina) presentó el mayor promedio con 40 granos por hilera; sin embargo, muestra similitud estadística con los 34 tratamientos incluido el Testigo (DK_7088) con 35.5 granos por hilera (Figura 15).

El genotipo 26dx39H (cuyo rendimiento promedio de grano fue menor pero estadísticamente similar al híbrido 18HxT28_A) obtuvo el menor promedio con 29.5 granos por hilera; sin embargo, es estadísticamente similar a los tratamientos anteriores mencionados.

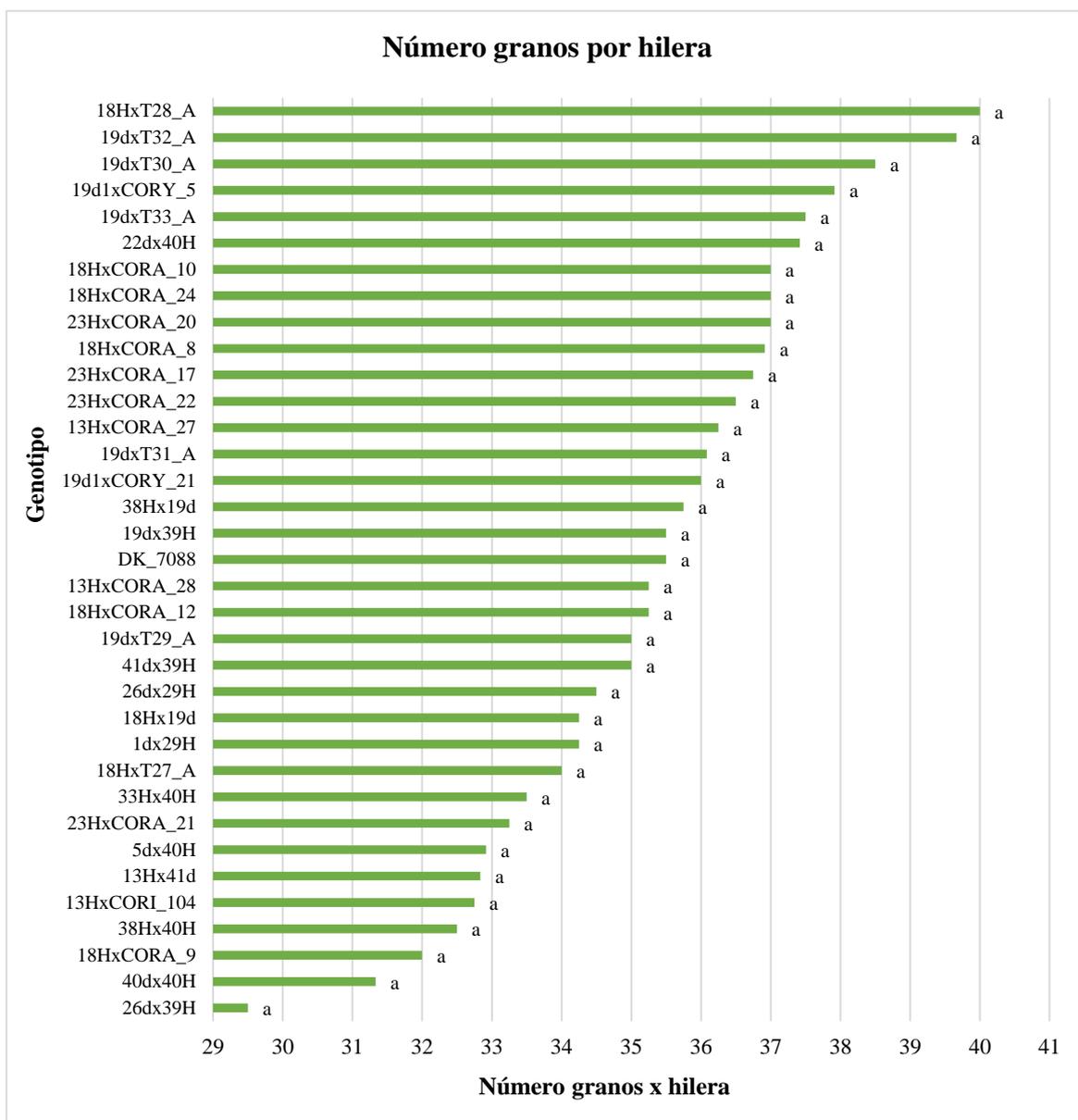


Figura 15: Prueba de comparación de medias para granos por hilera.

Martínez (2022) afirma que el número de granos por hileras puede ser de 40 a más según la genética; sin embargo, también señala que la falta de humedad puede llegar a producir un pobre desarrollo de los granos, dado que afecta la polinización.

Artola y Villavicencio (2015) señalan que, conforme a los resultados obtenidos de su investigación, no se encontraron diferencias significativas por efecto de variedad respecto a la variable número de granos por hilera. Además, indican que los resultados obtenidos se deben a la falta de agua que alteró la expresión del potencial de las variedades; dicha afirmación guarda relación con lo expresado por Pérez y Vásquez (2017), que señalan que no se encontraron diferencias estadísticas significativas para la variable número de granos por hilera bajo condición de secano, caso contrario sucedió con riego temporal.

Por otro lado, Romero (2020) indica que un buen rendimiento de grano no siempre es resultado de un mayor número de granos por hilera.

4.2.14. Número de granos por mazorca

En la Tabla 38 se constata que no existe significancia estadística para el factor genotipo; por lo que se puede afirmar que todos los tratamientos mostraron un promedio de granos por mazorca similar estadísticamente entre sí. Los bloques no mostraron diferencia estadística significativa.

Tabla 38: Análisis de varianza para la variable número de granos por mazorca

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	238.00	237.700	0.055	0.816	n.s
Genotipo	34	254162.00	7475.400	1.732	0.057	n.s
Error	34	146782.00	4317.100			

Significancia Estadística: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 CV: 12.31 % Media 533.66

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el híbrido 18HxCORA_24 presentó el mayor promedio con 666 granos por mazorca; sin embargo, muestra similitud estadística con los 34 tratamientos incluido el Testigo (DK_7088) y el genotipo 18HxT28_A (híbrido con mayor rendimiento promedio de grano en La Molina) con 568 y 602 granos por mazorca, respectivamente (Figura 16). Asimismo, el genotipo 18HxCORA_24 tuvo un rendimiento promedio de grano menor pero estadísticamente similar al 18HxT28_A.

El genotipo 13HxCORA_27 obtuvo el menor promedio con 435 granos por mazorca; sin embargo, es estadísticamente similar a los tratamientos anteriores mencionados. Asimismo, este genotipo fue el segundo con el menor rendimiento promedio de grano en La Molina.

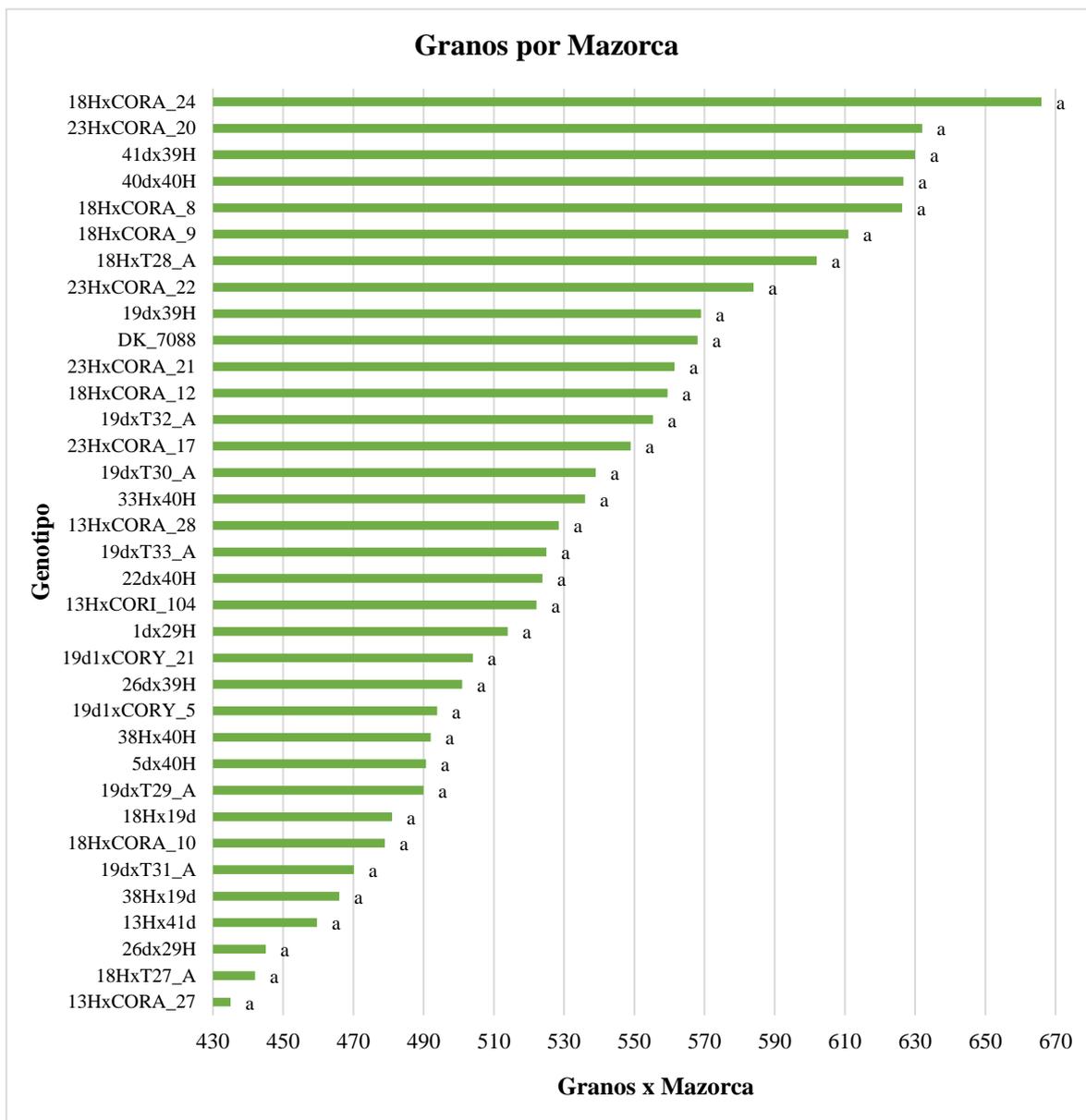


Figura 16: Prueba de comparación de medias para granos por mazorca.

Ritchie y Alagarswamy (2003) consideran que un híbrido de maíz con buen rendimiento de grano debe tener de 600 a 700 granos por mazorca; asimismo, señalan que existe una correlación entre el número de granos por mazorca y el rendimiento de granos.

4.2.15. Peso de 500 semillas

En la Tabla 39 se constata que no existe significancia estadística para el factor Genotipo, por lo que se puede afirmar que todos los tratamientos mostraron un promedio del peso de 500 semillas similar estadísticamente entre sí. Los bloques no mostraron diferencia estadística significativa.

Tabla 39: Análisis de varianza para el peso de 500 semillas (kg)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	0.0004	0.0004	0.438	0.512	n.s
Genotipo	34	0.0505	0.0015	1.550	0.103	n.s
Error	34	0.0326	0.0010			

Significancia Estadística: 0 ‘****’ 0.001 ‘***’ 0.01 ‘**’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1 CV: 13.52 % Media 0.23

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el genotipo 33Hx40H es el que obtuvo el mayor promedio en peso de 500 semillas, con un promedio de 0.28 kg; sin embargo, muestra similitud estadística con los 34 tratamientos incluido el Testigo (DK_7088) y el genotipo 18HxT28_A (híbrido con mayor rendimiento promedio de grano en La Molina) con 0.21 y 0.20 Kg, respectivamente (Figura 17). Asimismo, el genotipo 33Hx40H tuvo un rendimiento promedio de grano menor pero estadísticamente similar al 18HxT28_A.

El genotipo que registró menor promedio en peso de 500 semillas fue el genotipo 18HxT27_A con un valor de 0.18 kg; sin embargo, dicho híbrido tuvo un rendimiento promedio de grano menor pero estadísticamente similar al 18HxT28_A.

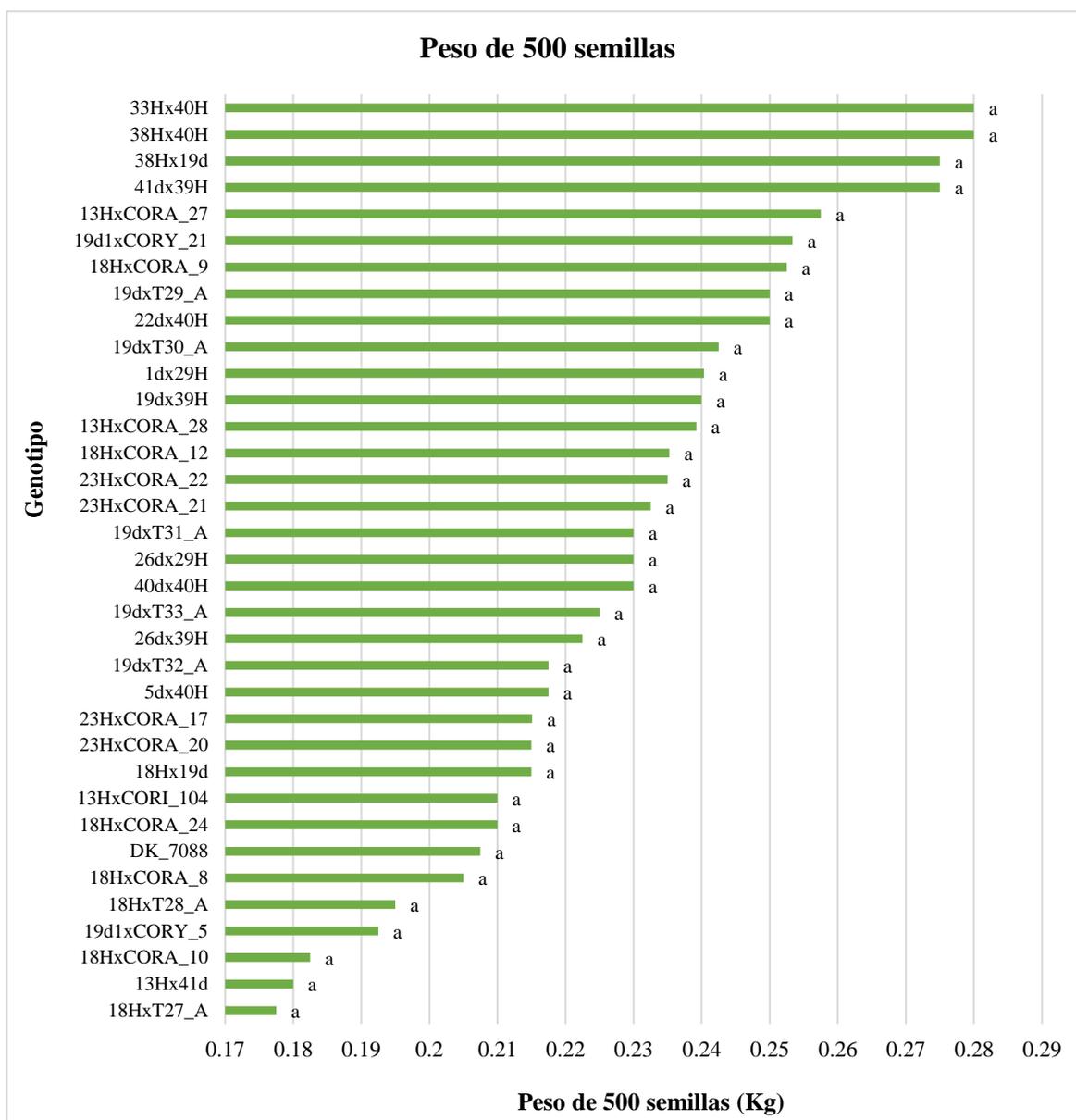


Figura 17: Prueba de comparación de medias para peso de 500 semillas de 35 genotipos de maíz amarillo duro

Maddoni y Otegui (2006) citado por Espinosa *et al.* (2010) afirman que la variable número de granos por planta incide con gran impacto al rendimiento de grano; sin embargo, el peso individual de grano no genera dicha repercusión.

En ese sentido, conforme a lo registrado, se puede señalar que el genotipo que alcanza el menor peso de 500 semillas no necesariamente obtiene el menor rendimiento promedio de granos.

4.2.16. Humedad de cosecha

En la Tabla 40 se constata que no existe significancia estadística para el factor genotipo; por lo que se puede afirmar que todos los tratamientos mostraron un promedio de humedad de cosecha similar estadísticamente entre sí. Los bloques no fueron significativos.

Tabla 40: Análisis de varianza para la variable humedad de cosecha (%)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	15.157	15.157	3.014	0.092	n.s
Genotipo	34	253.392	7.453	1.482	0.128	n.s
Error	34	170.981	5.029			

Significancia Estadística: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 '.' 1 CV: 7.44 % Media 30.11

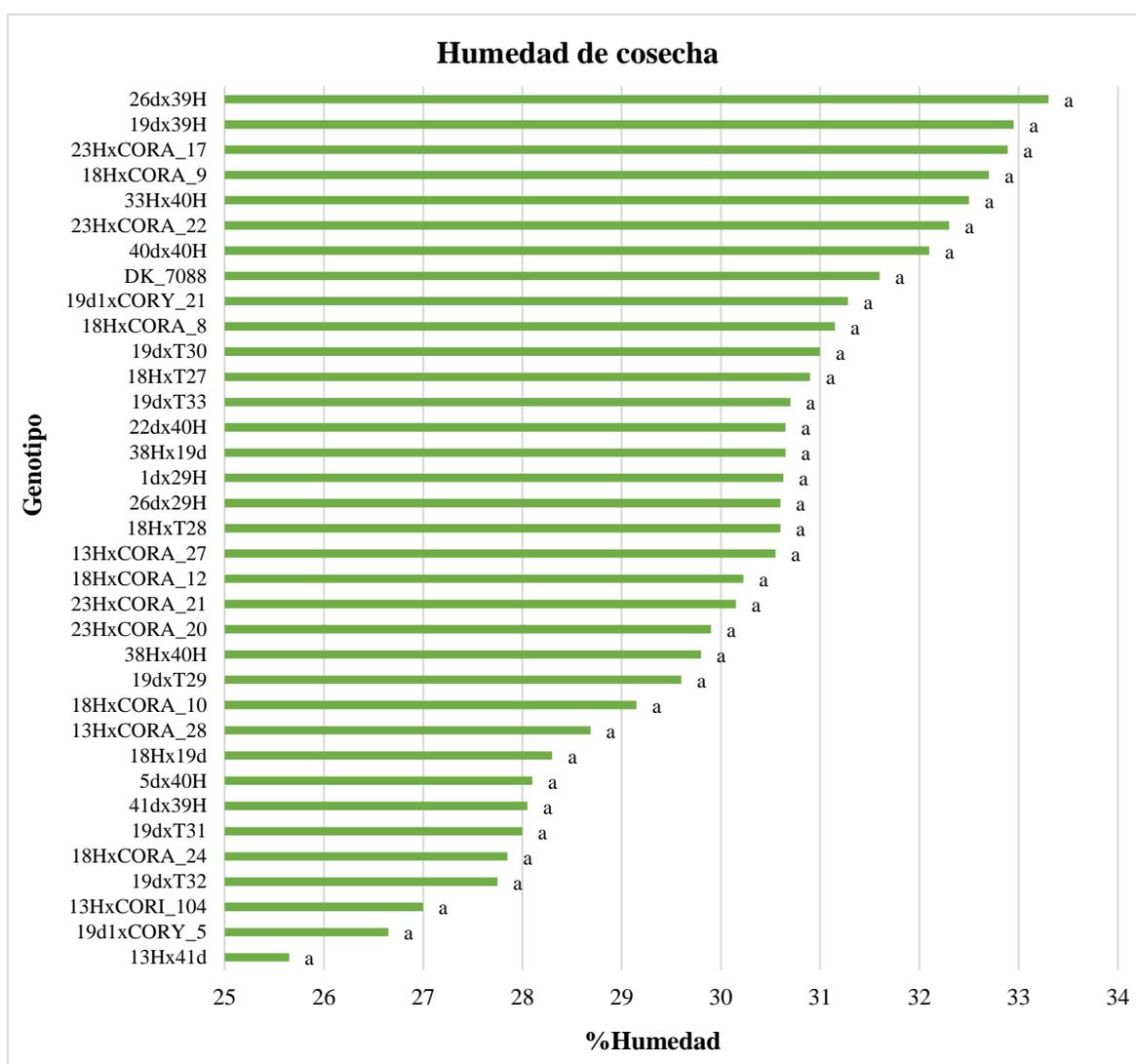


Figura 18: Prueba de comparación de medias para humedad de cosecha (%).

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el híbrido 26dx39H presentó el mayor promedio de humedad con 33.3 %; sin embargo, muestra similitud estadística con los 34 tratamientos incluido el Testigo (DK_7088) y el genotipo 18HxT28_A (híbrido con mayor rendimiento promedio de grano en La Molina) con 31.6 y 30.6 %, respectivamente (Figura 18). Asimismo, el genotipo 26dx39H tuvo un rendimiento promedio de grano numéricamente menor pero estadísticamente similar al híbrido 18HxT28_A.

4.2.17. Identificación de los mejores híbridos

Después de haber culminado con la descripción del comportamiento de los 35 híbridos de MAD respecto a las 16 variables, se han seleccionado 06 características consideradas de gran impacto para aumentar la capacidad de rendimiento de los genotipos en condiciones de La Molina; estas características son floración femenina, índice de prolificidad, índice de desgrane, granos por mazorca, peso de 500 semillas, y rendimiento de grano.

La elaboración del diagrama radial se basó en una escala de valores del 0 al 34. Los genotipos con mejor respuesta fueron asignados con el valor de 34 y a los de pobre respuesta el valor de 0; este criterio se aplicó a las 6 características seleccionadas. En función al promedio de respuesta total y empleando una presión de selección del 20 por ciento, se identificaron a siete híbridos de un total de treinta y cinco, estos fueron: 19dxT29_A, 18HxCORA_8, 19dxT30_A, 19d1xCORY_21, 18HxT28_A, 19dxT32_A y 23HxCORA_21, además se incluye al testigo DK-7088 en este diagrama (Figura 19) y los valores para los demás híbridos se presentan en la Tabla 41.

Los puntos más distantes del centro de la gráfica radial son indicadores de una mejor respuesta a la característica seleccionada. En ese sentido, respecto a la floración femenina, el genotipo 19dxT29_A fue el tratamiento más precoz de todos, el genotipo 18HxT28_A obtuvo el mayor valor en índice de prolificidad, los genotipos 18HxT28_A y 18HxT27_A alcanzaron el mayor índice de desgrane, el genotipo 18HxCORA_24 como el tratamiento de mayor cantidad de granos por mazorca, los genotipos 38Hx40H y 33Hx40H presentaron el mayor peso de 500 semillas; y el de mejor rendimiento de grano fue el genotipo 18HxT28_A (Figura 19 y Tabla 41).

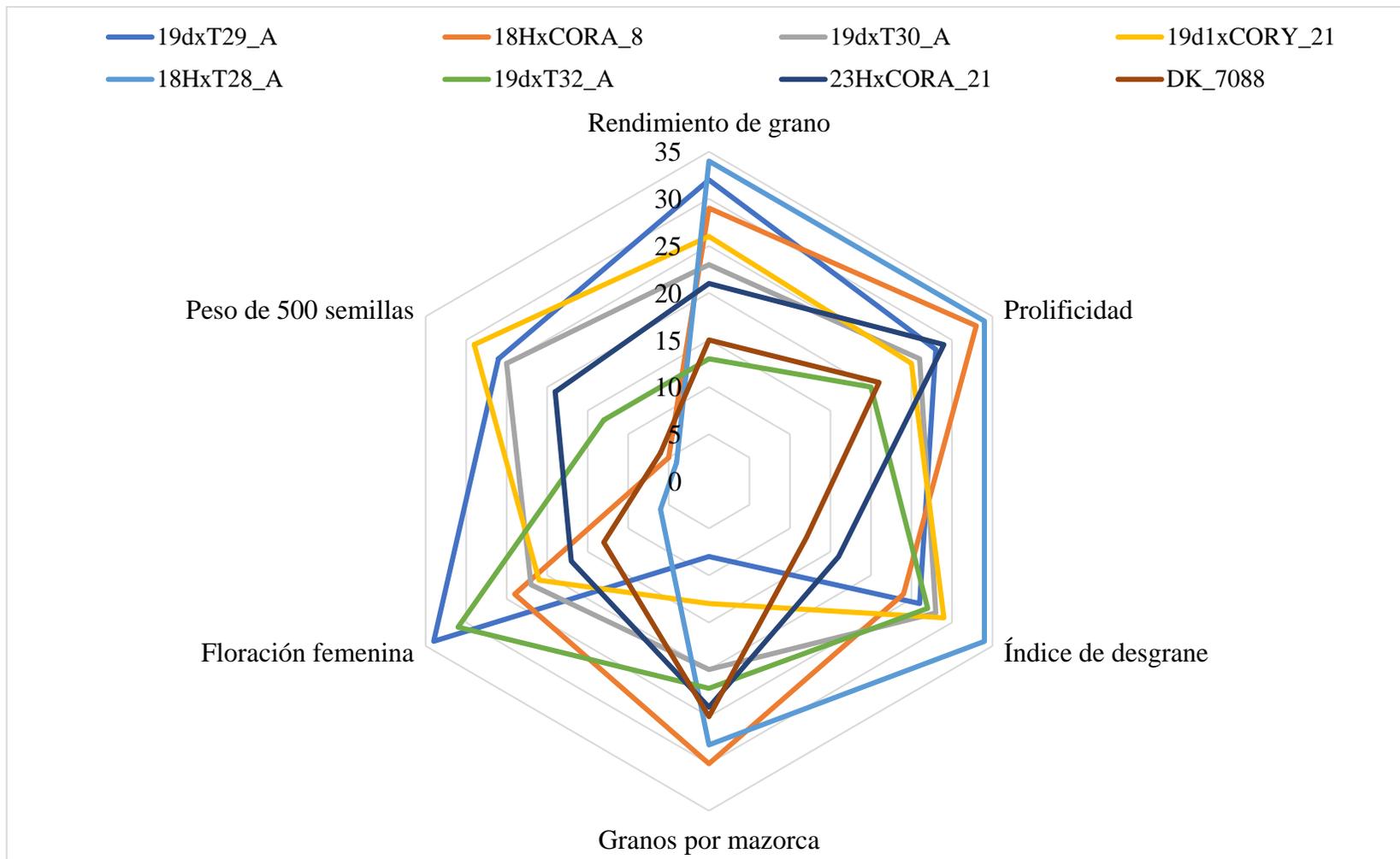


Figura 19. Identificación de los 7 mejores híbridos de maíz amarillo duro en condiciones de La Molina.

Tabla 41. Valores asignados a los genotipos conforme a la respuesta de 6 características evaluadas.

Genotipos	Rdto	Prolificidad	Índice de desgrane	Granos por mazorca	Floración femenina	Peso de 500 semillas	Valoración
19dxT29_A	32	28	26	8	34	26	25.67
18HxCORA_8	29	33	24	30	24	5	24.17
19dxT30_A	23	26	28	20	22	25	24.00
19d1xCORY_21	26	25	29	13	21	29	23.83
18HxT28_A	34	34	34	28	6	4	23.33
19dxT32_A	13	20	27	22	31	13	21.00
23HxCORA_21	21	29	16	24	17	19	21.00
23HxCORA_22	17	16	19	27	26	20	20.83
38Hx40H	30	27	13	10	6	34	20.00
19dxT31_A	11	23	30	5	33	16	19.67
19dxT33_A	4	22	32	17	26	15	19.33
40dx40H	22	16	5	31	26	16	19.33
18HxCORA_9	33	15	1	29	9	28	19.17
19dx39H	31	10	6	26	17	23	18.83
38Hx19d	28	8	8	4	29	31	18.00
18HxCORA_24	19	13	15	34	17	8	17.67
41dx39H	25	3	11	32	3	31	17.50
22dx40H	7	14	31	16	9	26	17.17
23HxCORA_20	20	24	3	33	13	9	17.00
18HxT27_A	14	31	34	1	21	0	16.83
13HxCORA_28	18	19	7	18	17	22	16.83
1dx29H	12	13	22	14	9	24	15.67
26dx29H	6	18	25	2	26	16	15.50
DK_7088	15	21	12	25	13	6	15.33
23HxCORA_17	9	11	20	21	17	11	14.83
26dx39H	24	30	4	12	3	14	14.50
19d1xCORY_5	8	9	23	11	32	3	14.33
13HxCORI_104	27	4	18	15	13	8	14.17
18HxCORA_12	10	5	14	23	6	21	13.17
33Hx40H	16	7	2	19	1	34	13.17
13HxCORA_27	1	6	9	0	30	30	12.67
18HxCORA_10	5	32	17	6	1	2	10.50
5dx40H	3	2	0	9	24	13	8.50
18Hx19d	0	0	10	7	9	9	5.83
13Hx41d	2	1	21	3	0	1	4.67

4.3. ANÁLISIS DE VARIANCA INDIVIDUAL- BARRANCA

4.3.1. Rendimiento de grano

En la Tabla 42 se evidencia que existe diferencia estadística significativa para los bloques establecidos; es decir, hubo heterogeneidad en el área experimental. Asimismo, se puede evidenciar que el factor genotipo resultó ser altamente significativo; en ese sentido, se puede afirmar que por lo menos un genotipo tiene rendimiento de grano que difiere estadísticamente con el resto.

Tabla 42. Análisis de varianza del rendimiento de grano

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	21.531	21.531	127.234	4.894E-13	***
Genotipo	34	153.112	4.503	26.611	2.2E-16	***
Error	34	5.754	0.169			

Significancia Estadística: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 CV: 6.21 % Media 6.62

La media del rendimiento de grano de los 35 genotipos fue de 6.62 t/ha, monto que está por debajo del rendimiento promedio producido en el departamento de Lima (10.01 t/ha) (SIEA, 2023). Lo anterior indica que las condiciones para el desarrollo del cultivo en la localidad de Barranca no fueron tan favorables, seguramente debido a una baja fertilidad y falta de riego.

Ortega (2001) afirma que los factores bióticos y abióticos (luminosidad, precipitación, tipo de suelo, humedad relativa, incidencia de plagas, manejo agronómico, vientos, entre otros) tienen influencia sobre el comportamiento biológico del cultivo.

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el híbrido 13HxCORI_104 presentó un rendimiento de 10.22 t/ha, ubicándose en primer lugar y por encima del tratamiento testigo (DK_7088) el cual se ubica en el décimo tercer lugar con 7.00 t/ha (Tabla 43).

Tabla 43: Promedios de rendimiento de grano (t/ha)

Genotipo	Rendimiento (t/ha)	Grupos
13HxCORI-104	10.22	a
41dx39H	9.99	a
13HxCORA-27	9.20	ab
22dx40H	8.57	abc
5dx40H	7.93	bcd
23HxCORA-22	7.74	bcde
13HxCORA-28	7.65	bcde
23HxCORA-21	7.62	bcde
19dxT31-A	7.58	bcde
18HxCORA-10	7.40	cdef
18HxCORA-9	7.31	cdefg
18HxCORA-8	7.23	cdefg
DK-7088	7.00	cdefgh
23HxCORA-17	6.87	cdefghi
18HxT27-A	6.83	defghi
19dxT30-A	6.83	defghi
40dx40H	6.73	defghi
23HxCORA-20	6.59	defghij
18HxT28-A	6.52	defghijk
19dxT29-A	6.41	defghijkl
19dxT32-A	6.38	defghijkl
18HxCORA-12	6.23	defghijklm
19dx39H	6.10	efghijklm
1dx29H	6.08	efghijklm
38Hx40H	5.72	fghijklm
26dx39H	5.62	ghijklm
19d1xCORY-21	5.34	hijklm
38Hx19d	5.24	ijklmn
18HxCORA-24	5.23	ijklmn
19d1xCORY-5	4.93	jklmn
18Hx19d	4.84	klmn
13Hx41d	4.82	klmn
26dx29H	4.73	lmn
19dxT33-A	4.60	mn
33Hx40H	3.60	n

Al comparar las medias de los tratamientos (Figura 20) se puede constatar que a pesar que el genotipo 13HxCORI_104 haya obtenido un rendimiento de 10.22 t/ha, ligeramente

superior al promedio regional, muestra similitud estadística con los genotipos 41dx39H, 13HxCORA_27 y 22dx40H con rendimientos de 9.99, 9.20 y 8.57 t/ha, respectivamente y por debajo del promedio regional (10.01 t/ha).

Posterior a estos se encuentran los genotipos 5dx40H, 23HxCORA_22, 13HxCORA_28, 23HxCORA_21 y 19dxT31_A con rendimientos de 7.93, 7.74, 7.65, 7.62 y 7.58 t/ha, respectivamente, y estadísticamente diferente a los anteriores mencionados, ubicándose por encima del tratamiento testigo (DK_7088) y por debajo del promedio regional (10.01 t/ha).

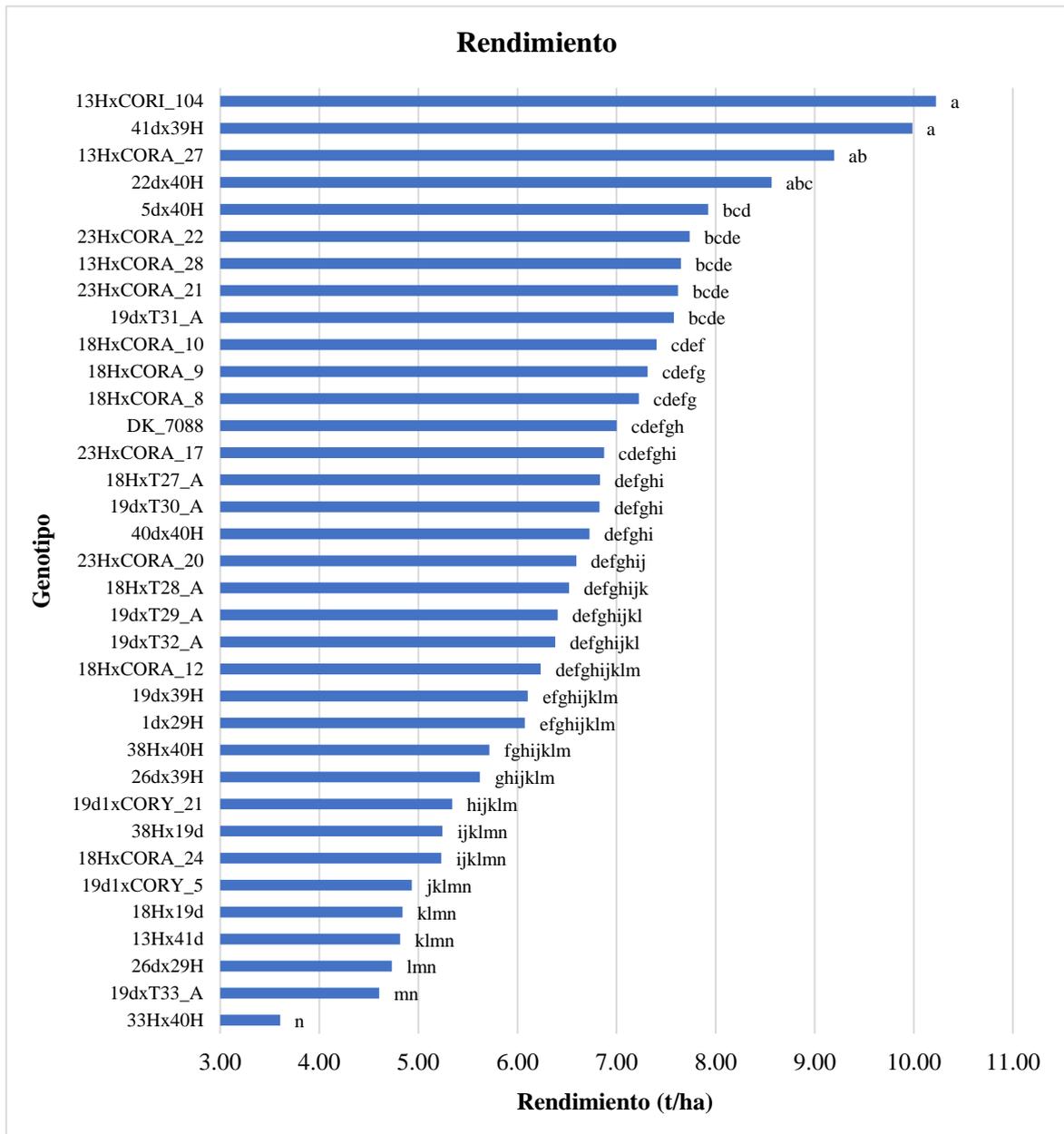


Figura 20: Prueba de comparación de medias para rendimiento de grano de 35 genotipos de maíz amarillo duro

Siguiendo el orden numérico, se encuentran los genotipos 18HxCORA_10, 18HxCORA_9, 18HxCORA_8, DK_7088 (testigo) y 23HxCORA_17 con rendimientos de 7.40, 7.31, 7.23, 7.00 y 6.87 t/ha, respectivamente; estadísticamente con igual rendimiento que el tratamiento testigo y por debajo del promedio regional (10.01 t/ha).

El genotipo 33Hx40H obtuvo el menor promedio en rendimiento de grano; y tiene similitud estadística a su antecesor, el genotipo 19dxT33_A, con un rendimiento de 3.60 t/ha, ubicándose muy por debajo del promedio regional (10.01 t/ha).

En la Figura 21 diagrama de cajas, se muestra la variación que ocurre entre los 35 genotipos y entre los bloques. Por lo que en el análisis no solo se debe de tener en consideración el genotipo que obtuvo el mayor rendimiento por unidad de área, sino también el que registró menor variación entre los bloques.

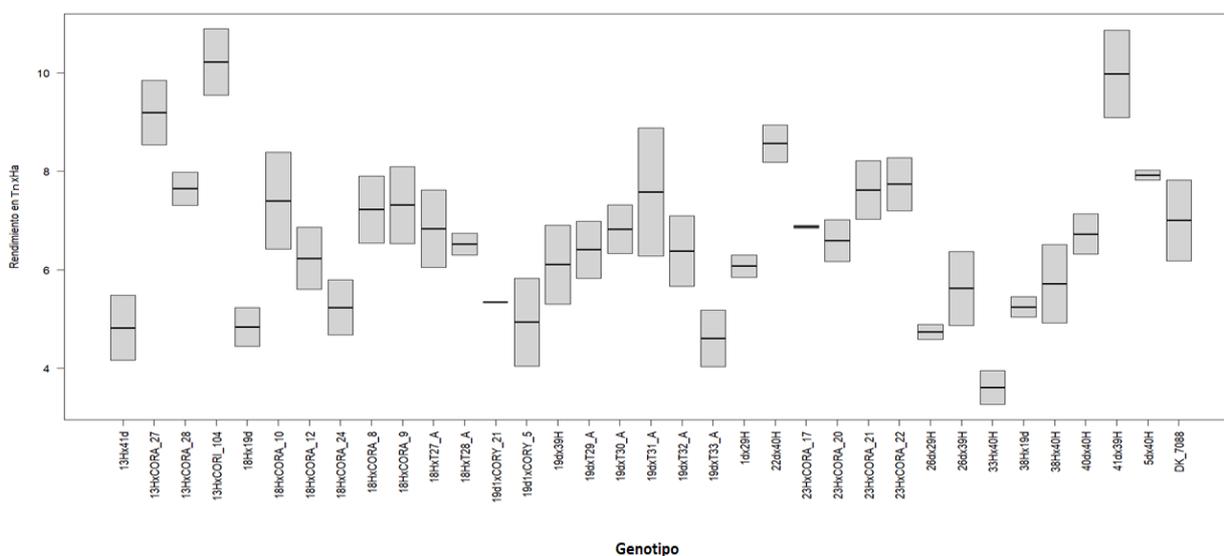


Figura 21: Diagrama de cajas para rendimiento de grano

Al respecto, el genotipo 13HxCORI_104 presentó el mayor rendimiento por hectárea con respecto a los demás genotipos; sin embargo, tiene similitud estadística con los genotipos 41dx39H, 13HxCORA_27 y 22dx40H, siendo este último el que muestra menos variación entre bloques respecto a los antes mencionados; asimismo, estos 04 genotipos muestran menor variación que el tratamiento testigo.

El segundo en nómina respecto a la variable rendimiento de grano es el genotipo 5dx40H; sin embargo, tiene similitud estadística con los genotipos 23HxCORA_22, 13HxCORA_28,

23HxCORA_21 y 19dxT31_A. Asimismo, este genotipo muestra una mínima variación entre bloques respecto a todos los genotipos antes mencionados, incluido el 22dx40H.

El tercero en nómina respecto a la variable rendimiento de grano es el genotipo 18HxCORA_10; sin embargo, tiene similitud estadística con los genotipos 18HxCORA_9, 18HxCORA_8, DK_7088 (testigo) y 23HxCORA_17; siendo este último el que muestra menos variación entre bloques respecto a todos los genotipos antes mencionados; incluido 22dx40H y 5dx40H, considerándolo como el genotipo más estable en rendimiento al igual que el 19d1XCORY_21.

El genotipo 33Hx40H fue el que mostró el menor rendimiento promedio de grano; sin embargo, presentó una menor variación entre bloques respecto al testigo. Guimaraes *et al.* (2002) evidenciaron diferencias significativas entre híbridos de maíz cultivados en Brasil; principalmente debido a dos factores: la diversidad genética del germoplasma y la variación entre localidades.

Finalmente, es de considerar que de los 04 tratamientos que obtuvieron un rendimiento estadísticamente superior al tratamiento testigo; sólo 01 genotipo (13HxCORI_104) alcanzó 10.22 t/ha, rendimiento ligeramente superior al promedio regional; y del resto de híbridos no se obtuvo buenos rendimientos de grano; esto se puede atribuir a las condiciones poco favorables del suelo del campo experimental de Barranca, principalmente por presentar una textura arenosa con baja capacidad de retención de humedad, un pH fuertemente alcalino (8.72) afectando la disponibilidad de algunos nutrientes y con bajo contenido de materia orgánica; esto se apoya con lo descrito por Zamudio *et al.* (2015) en un ensayo realizado en el Estado de México donde nuevos genotipos mejorados de maíz bajo un arreglo de siembra a doble hilera no obtuvieron buenos rendimiento de grano debido a condiciones de suelo, manejo agronómico y clima no favorables; Gaytán *et al.* (2009) también indicaron que de un ensayo realizado en 03 localidades de México (Tepezalá, Calera de Víctor Rosales y Pabellón de Arteaga) utilizando semilla autofecundada de híbridos de maíz para evaluar el rendimiento de grano y forraje seco, la localidad de Pabellón de Arteaga obtuvo los menores resultados, esto debido a condiciones menos favorables que las otras localidades, posiblemente a causa de una menor fertilidad y profundidad del suelo.

Por ello, el rendimiento de los cultivos está influenciado por varios factores siendo principalmente las variedades, la fertilización, los riegos, controles fitosanitarios entre otros (Peña, 2011).

Giménez (2012) señala que las deficiencias de agua durante el periodo crítico (PC) provocan pérdidas de rendimiento equivalente al 50% del potencial.

En ese sentido, se podría afirmar que a pesar de las condiciones poco favorables (textura de suelo arenoso, poca disponibilidad de agua, entre otros) y con un deficiente manejo del cultivo (fertilización insuficiente, desmalezado no oportuno, entre otros), el genotipo 13HxCORI_104 presentó un rendimiento no menor al promedio reportado por la zona; por lo que se podría manifestar que el híbrido cuenta con buen potencial genético.

4.3.2. Altura de planta

En la Tabla 44 se evidencia que existe alta significancia estadística para el factor Genotipo; por lo que se puede afirmar que por lo menos un genotipo tiene una altura promedio que difiere estadísticamente con el resto. Los bloques fueron altamente significativos.

Tabla 44: Análisis de varianza de altura de planta (m)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	3.682	3.682	131.355	3.177E-13	***
Tratamiento	34	5.384	0.158	5.649	1.05E-06	***
Error	34	0.953	0.028			

Significancia Estadística: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 CV: 10.14 % Media 1.65

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el híbrido 38Hx19d presentó la menor altura promedio de planta con 1.12 m y es similar estadísticamente con 21 genotipos incluido el Testigo (DK_7088) y 13HxCORA_104 (híbrido con el mejor rendimiento promedio en Barranca) con valores de 1.33 y 1.87 m, respectivamente; es decir, no muestran diferencias significativas con respecto a este componente (Figura 22). Asimismo, el genotipo 38Hx19d obtuvo rendimiento promedio de grano inferior estadísticamente al híbrido 13HxCORA_104.

El híbrido 18HxCORA_9 presentó la mayor altura promedio de planta con 2.11 m y es diferente estadísticamente al resto; es de mencionar también que este híbrido obtuvo un rendimiento promedio de grano menor y estadísticamente diferente a 13HxCORA_104.

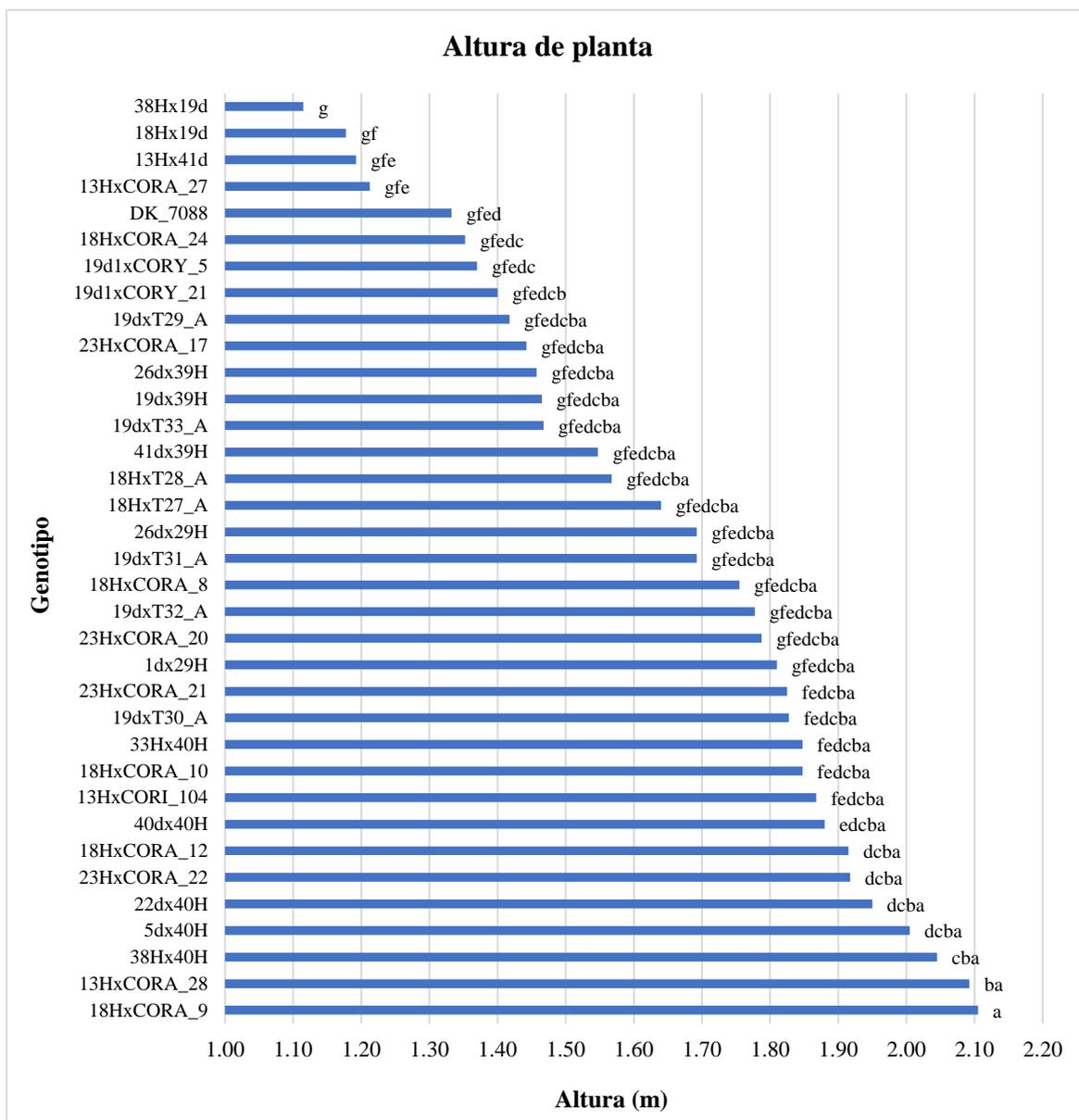


Figura 22: Prueba de comparación de medias para la altura de planta (m)

El factor bloque también resultó muy significativo; esto se debe a la desuniformidad que presentó el suelo arenoso de Barranca, además de un manejo agronómico poco eficiente como el desmalezado focalizado tardío en el Bloque II, la baja dosis de abonamiento que afectó en mayor grado al Bloque II; pero sobre todo la falta de riego en el cultivo dada las características poco favorables del suelo, siendo el Bloque II más arenoso que el Bloque I y con mayor tasa de evapotranspiración.

Teniendo en consideración los valores obtenidos, la media de la variable altura de los híbridos simples es 1.65 m la cual está relacionada a una densidad de 83,333 plantas/ha que generan un rendimiento promedio de grano de 6.62 t/ha. Sevilla & Holle (2004) afirman que la altura de las plantas disminuye conforme se incrementa la heterosis en el maíz; sin

embargo, Ramírez *et al.* (2010) manifiesta que los factores ambientales pueden influir sobre el crecimiento y desarrollo de la planta; asimismo, la fertilización también puede tener impacto en el crecimiento de la planta acorde con lo descrito por Santos (2015), en un ensayo el factor genotipo resultó ser altamente significativo y la interacción de los Híbridos con las Dosis de fertilización NPK no resultó ser significativa; a pesar de ello, Dekalb_7088 alcanzó una altura de 2.44 m cuando fue fertilizado con dosis 260-100-100.

García (2011) conforme a los resultados obtenidos de su investigación afirma que la fertilización a base de NPK y 100% de Biol foliar lograron una altura de planta de 1.82 a 2.06 m.

Pioner (s.f.) señala que una falta apreciable de agua en el suelo durante la primera fase de crecimiento del maíz (de la emergencia hasta el brote de 6-7 hojas) llega a afectar directamente al crecimiento final de la planta; y por consiguiente a la superficie foliar de la misma afectando el transporte de nutrientes; asimismo, la reducción de la superficie foliar ocasiona hasta un 10% de pérdida en cosecha.

4.3.3. Altura de mazorca principal

En la Tabla 45 se evidencia que existe alta significancia estadística para el factor Genotipo, por lo que se puede afirmar que por lo menos un genotipo tiene una altura promedio que difiere estadísticamente con el resto. Los bloques fueron altamente significativos.

Tabla 45: Análisis de varianza de altura de mazorca (m)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	2.731	2.731	116.063	1.7E-12	***
Tratamiento	34	3.393	0.100	4.243	2.9E-05	***
Error	34	0.800	0.024			

Significancia Estadística: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 CV: 19.94 % Media 0.77

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el híbrido 38Hx19d presentó la menor altura promedio de planta con 1.12 m y es similar estadísticamente con 32 genotipos incluido el Testigo (DK_7088) y 13HxCORA_104 (híbrido con el mejor rendimiento promedio en Barranca) con valores de 0.52 y 0.90 m, respectivamente; es decir, no muestran diferencias significativas con respecto a este

componente (Figura 23). Asimismo, el genotipo 38Hx19d obtuvo rendimiento promedio de grano inferior estadísticamente al híbrido 13HxCORA_104.

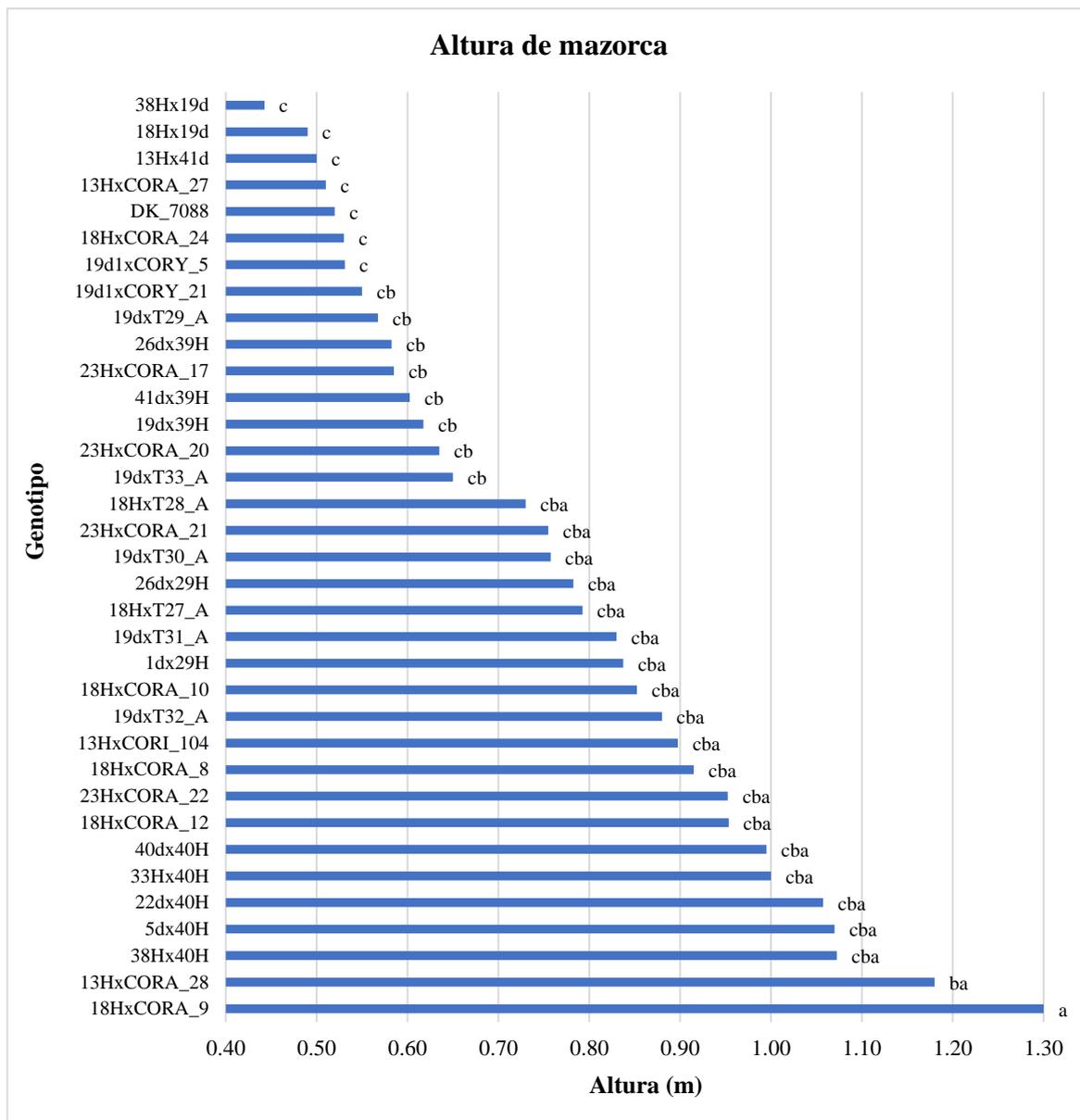


Figura 23: Prueba de comparación de medias para la altura de mazorca (m)

El híbrido 18HxCORA_9 presentó la mayor altura promedio de mazorca con 1.30 m y es diferente estadísticamente al resto; es de mencionar también que este híbrido obtuvo un rendimiento promedio de grano menor y estadísticamente diferente a 13HxCORA_104.

El factor bloque también resultó muy significativo; esto se debe a la desuniformidad que presentó el suelo arenoso de Barranca, además de un manejo agronómico poco eficiente como el desmalezado focalizado tardío en el Bloque II, la baja dosis de abonamiento que afectó en mayor grado al Bloque II; pero sobre todo la falta de riego en el cultivo dada las

características poco favorables del suelo, siendo el Bloque II más arenoso que el Bloque I y con mayor tasa de evapotranspiración.

Bolaños (1998) señala que para algunos híbridos la altura de mazorca depende del efecto conjunto del híbrido, densidad y número de plantas por golpe; asimismo, Ramírez *et al.* (2010) manifiesta que los factores ambientales pueden influir sobre el crecimiento y desarrollo de la planta; de igual forma, la fertilización también puede influir en la altura de mazorca según lo descrito por Gaytán *et al.* (2009) en un ensayo realizado en la ciudad de México, respecto a la variable altura de mazorca se encontró alta significación en la interacción Localidad:Híbrido; de lo cual se obtuvo la máxima altura de mazorca en Tepezalá y Calera de Víctor Rosales; caso contrario en Pabellón de Arteaga; esto debido a una baja fertilidad y profundidad del suelo.

Dávila (2016), citado por Vera *et al.* (2021) señala que la altura de inserción de la mazorca está influenciada por la genética y el nivel de fertilización.

4.3.4. Diámetro del tallo

En la Tabla 46 se constata que no existe significancia estadística para el factor genotipo; por lo que se puede afirmar que todos los tratamientos mostraron un diámetro promedio similar estadísticamente entre sí. Los bloques fueron altamente significativos.

Tabla 46: Análisis de varianza para la variable diámetro de mazorca (mm)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	96.057	96.057	33.008	1.8E-06	***
Genotipo	34	174.943	5.145	1.768	0.0507	n.s
Error	34	98.943	2.910			

Significancia Estadística: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 CV: 8.52 % Media 20.02

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, los híbridos 18HxCORA_9 y 23HxCORA_22 presentaron el mayor promedio de diámetro de tallo con 23.00 mm; sin embargo, muestran similitud estadística con todos los 34 tratamientos incluido el Testigo (DK_7088) y el genotipo 13HxCORI_104 (híbrido con el mejor rendimiento promedio en Barranca) con valores de 20.00 y 20.75 mm, respectivamente (Figura 24).

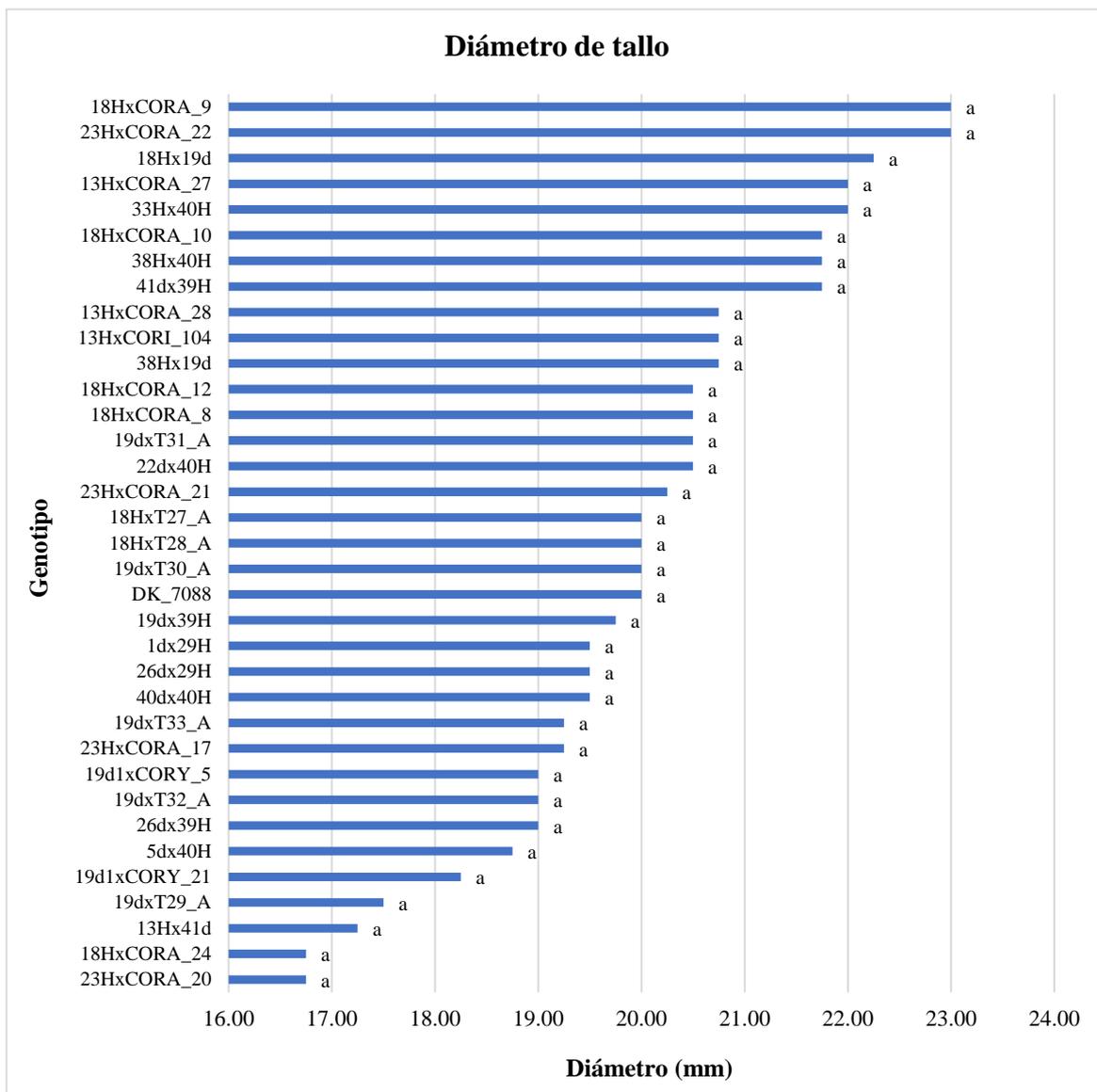


Figura 24: Prueba de comparación de medias para el diámetro del tallo (mm)

Asimismo, los genotipos 18HxCORA_9 y 23HxCORA_22 obtuvieron un rendimiento promedio de grano inferior estadísticamente al híbrido 13HxCORA_104.

Los genotipos 23HxCORA_20 y 18HxCORA_24 obtuvieron el menor promedio de diámetro de tallo con valores de 16.75; sin embargo, son estadísticamente similares con el híbrido 18HxCORA_9. Respecto a la variable rendimiento estos genotipos obtuvieron un rendimiento promedio de grano inferior estadísticamente al híbrido 13HxCORA_104.

El factor bloque también resultó muy significativo; esto se debe a la desuniformidad que presentó el suelo arenoso de Barranca, además de un manejo agronómico poco eficiente como el desmalezado focalizado tardío en el Bloque II, la baja dosis de abonamiento que afectó en mayor grado al Bloque II; pero sobre todo la falta de riego en el cultivo dada las

características poco favorables del suelo, siendo el Bloque II más arenoso que el Bloque I y con mayor tasa de evapotranspiración.

Sánchez (2021), señala que respecto a la variable diámetro del tallo, el factor genotipo es significativo; sin embargo, la interacción Potasio: Genotipo no lo es; por ello afirma que el efecto de la fertilización potásica no generó impacto en el comportamiento de los híbridos.

Sin embargo, según Ramírez *et al.* (2010) asegura que las condiciones ambientales como la temperatura, radiación y agua son factores que influyen en el crecimiento y desarrollo del cultivo; siendo el agua el principal factor. Asimismo, Sprague y Larson (1972) afirman que para estimular el crecimiento del maíz durante toda la etapa vegetativa es indispensable el uso del nitrógeno.

4.3.5. Días a floración masculina

En la Tabla 47 se evidencia que existe alta significancia estadística para el factor Genotipo, por lo que se puede afirmar que por lo menos un genotipo mostró un promedio de días después de siembra diferente estadísticamente al resto. Los bloques fueron altamente significativos.

Tabla 47: Análisis de varianza de floración masculina (dds)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	308.700	308.700	28.230	6.734E-06	***
Genotipo	34	1106.500	32.544	2.976	0.0010	**
Error	34	371.800	10.935			

Significancia Estadística: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 CV: 2.99 % Media 110.59

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el genotipo 19dxT31_A fue el más precoz, dado que obtuvo el menor valor numérico, 103 dds, como promedio de los 02 bloques evaluados.

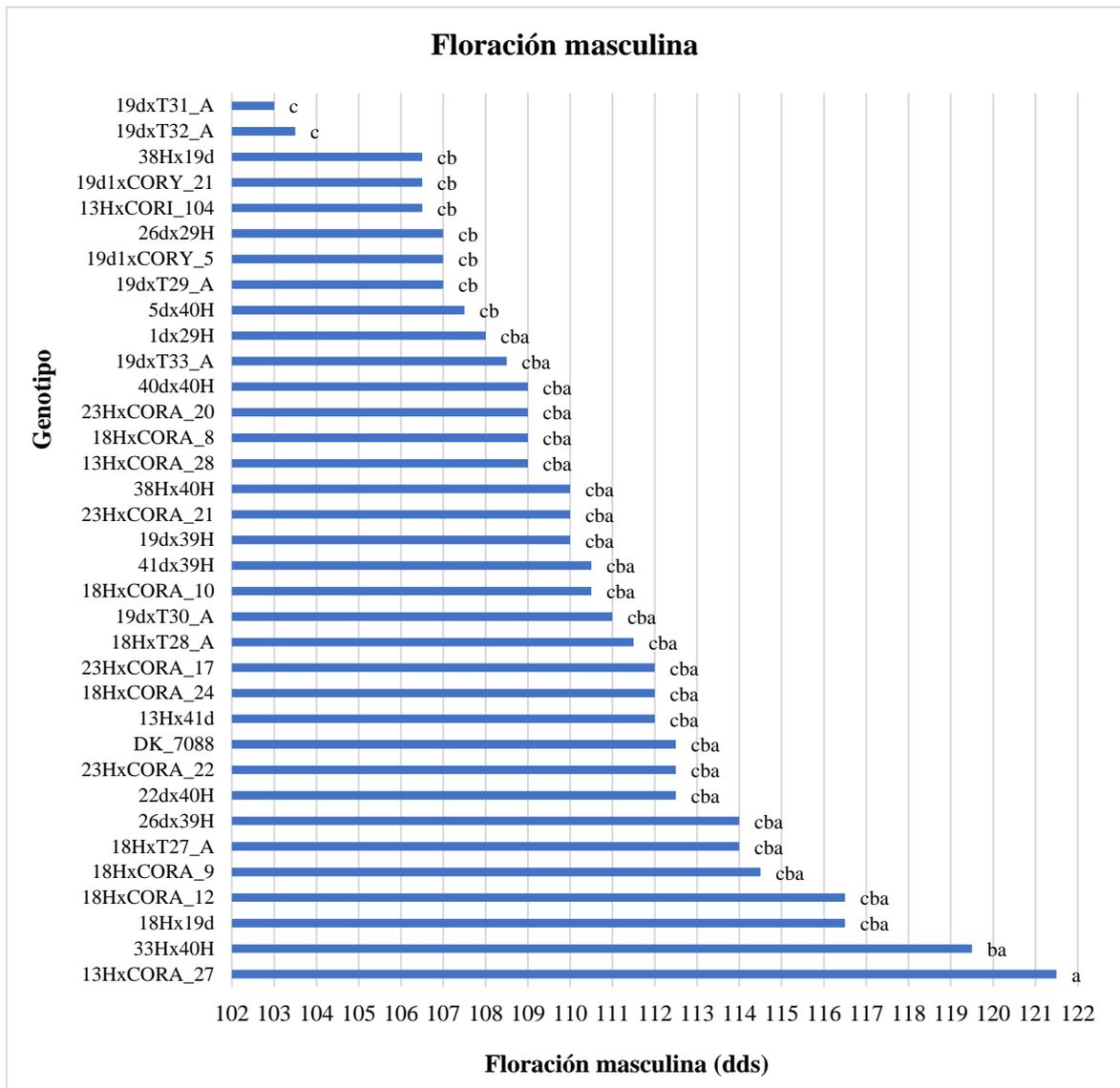


Figura 25: Prueba de comparación de medias para floración masculina.

Asimismo, el híbrido 19dxT31_A tiene similitud estadística con 32 genotipos incluido el testigo (DK_7088) y el genotipo 13HxCORI_104 (híbrido con el mejor rendimiento promedio en Barranca) con valores de 112.5 y 106.5 dds, respectivamente (Figura 25). Respecto a la variable rendimiento promedio de granos el híbrido 19dxT31_A tuvo rendimientos promedio de grano estadísticamente mayor que el tratamiento testigo (DK_7088) e estadísticamente menor que 13HxCORI_104.

De otro lado, el genotipo 13HxCORA_27 fue el que obtuvo el mayor promedio numérico, 121.5 dds considerándose el más tardío y diferente estadísticamente al resto. Además, este híbrido es el tercero con mayor rendimiento de grano en Barranca, siendo similar estadísticamente a 13HxCORI_104.

4.3.6. Días a floración femenina

En la Tabla 48 se evidencia que existe significancia estadística para el factor Genotipo, por lo que se puede afirmar que por lo menos un genotipo mostró un promedio de días después de siembra diferente estadísticamente al resto. Los bloques fueron altamente significativos.

Tabla 48: Análisis de varianza de floración femenina

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	618.060	618.060	35.620	9.469E-07	***
Genotipo	34	1079.140	31.740	1.829	0.0413	*
Error	34	589.940	17.350			

Significancia Estadística: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 CV: 3.60 % Media 115.57

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el genotipo 19dxT31_A fue el más precoz, dado que obtuvo el menor valor numérico, 107 dds, como promedio de los 02 bloques evaluados Asimismo, el híbrido 19dxT31_A tiene similitud estadística con 33 genotipos incluido el testigo (DK_7088) y el genotipo 13HxCORI_104 (híbrido con el mejor rendimiento promedio en Barranca) cuyo promedio numérico son de 117.5 y 108.5 dds, respectivamente (Figura 26). Respecto a la variable rendimiento promedio de granos el híbrido 19dxT31_A tuvo rendimientos promedio de grano estadísticamente mayor que el tratamiento testigo (DK_7088) e estadísticamente menor que 13HxCORI_104.

De otro lado, el genotipo 13HxCORA_27 fue el que obtuvo el mayor promedio numérico, 125.5 dds considerándose el más tardío y diferente estadísticamente al resto. Además, este híbrido es el tercero con mayor rendimiento de grano en Barranca, siendo similar estadísticamente a 13HxCORI_104.

Por consiguiente, haciendo un comparativo para la variable floración (masculina y femenina), el genotipo 19dxT31_A fue descrito como uno de los híbridos más precoces tanto para floración masculina como femenina, y el genotipo 13HxCORA_27 destacó por su floración tardía, siendo el último en alcanzar esta etapa fisiológica.

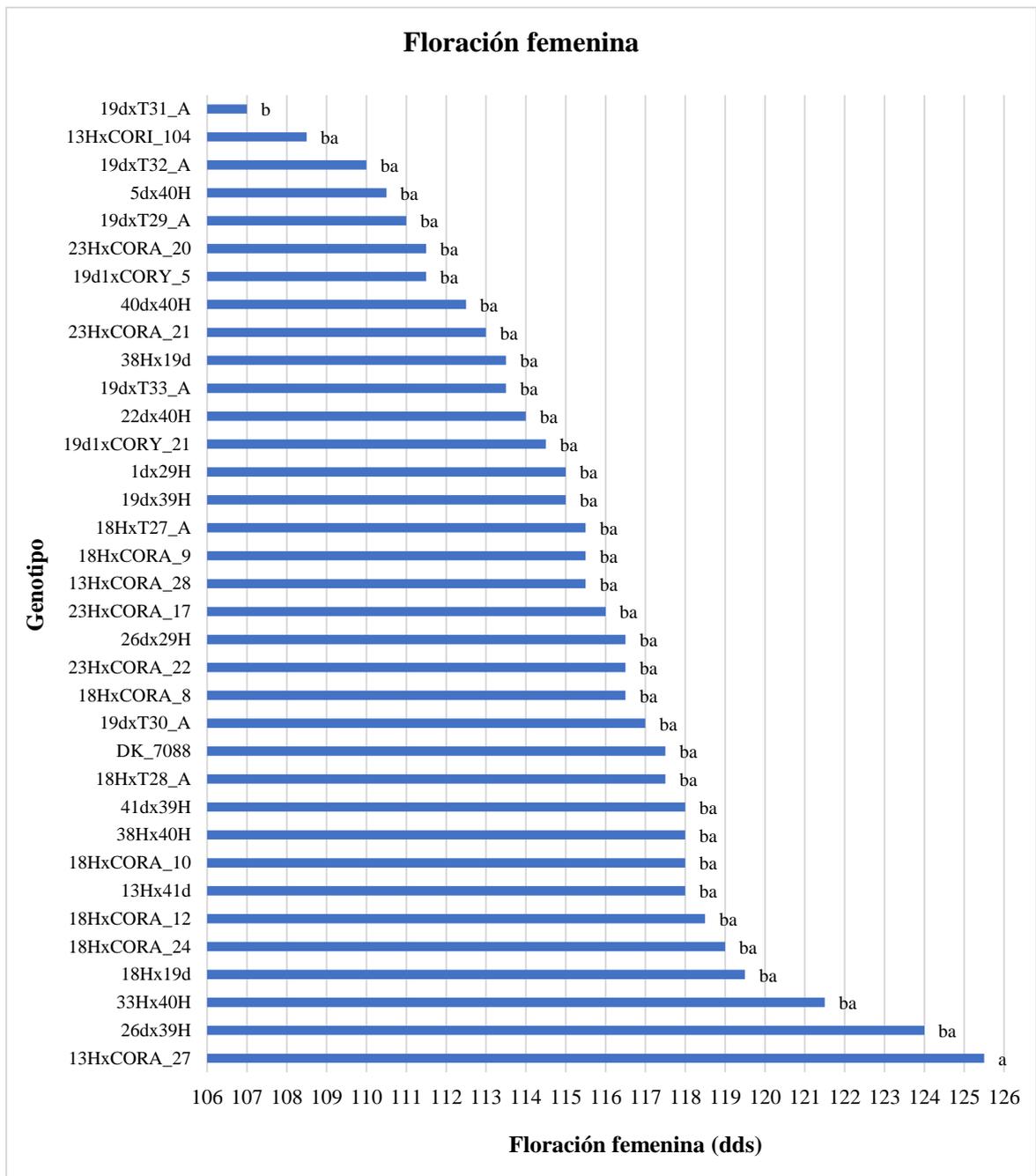


Figura 26. Promedios de días a floración femenina

4.3.7. Índice de Prolificidad (IP)

En la

Tabla **49** se constata que existe alta significancia estadística para el factor Genotipo, por lo que se puede afirmar que por lo menos un genotipo tiene un índice promedio que difiere estadísticamente con el resto. Los bloques fueron altamente significativos.

Tabla 49: Análisis de varianza de prolificidad

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	0.565	0.565	31.918	2.457E-06	***
Genotipo	34	1.426	0.042	2.370	0.0069	**
Error	34	0.602	0.018			

Significancia Estadística: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 '' 1 CV: 14.69 % Media 0.91

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el mejor promedio fue el genotipo 18HxCORA_10 con 1.25, éste índice señala que 1,250 mazorcas pueden ser obtenidas de una población con 1000 plantas de este genotipo; sin embargo, muestra similitud estadística con 33 tratamientos incluido el Testigo (DK_7088) y el genotipo 13HxCORI_104 (híbrido con mayor rendimiento promedio de grano en Barranca) que obtuvieron los valores de 0.89 y 1.01, respectivamente (Figura 27). Asimismo, el genotipo 18HxCORA_10 y el Testigo son similares estadísticamente respecto al rendimiento promedio de granos; pero menor y diferente estadísticamente al 13HxCORI_104.

El híbrido 33Hx40H obtuvo el menor índice promedio de prolificidad y es estadísticamente diferente al resto, con un valor de 0.45, esto señala que 450 mazorcas pueden ser obtenidas de una población con 1000 plantas de este genotipo. Asimismo, este híbrido tuvo el menor rendimiento promedio de grano en Barranca.

El factor bloque también resultó muy significativo; esto se debe a la desuniformidad que presentó el suelo arenoso de Barranca, además de un manejo agronómico poco eficiente como el desmalezado focalizado tardío en el Bloque II, la baja dosis de abonamiento que afectó en mayor grado al Bloque II; pero sobre todo la falta de riego en el cultivo dada las características poco favorables del suelo, siendo el Bloque II más arenoso que el Bloque I y con mayor tasa de evapotranspiración.

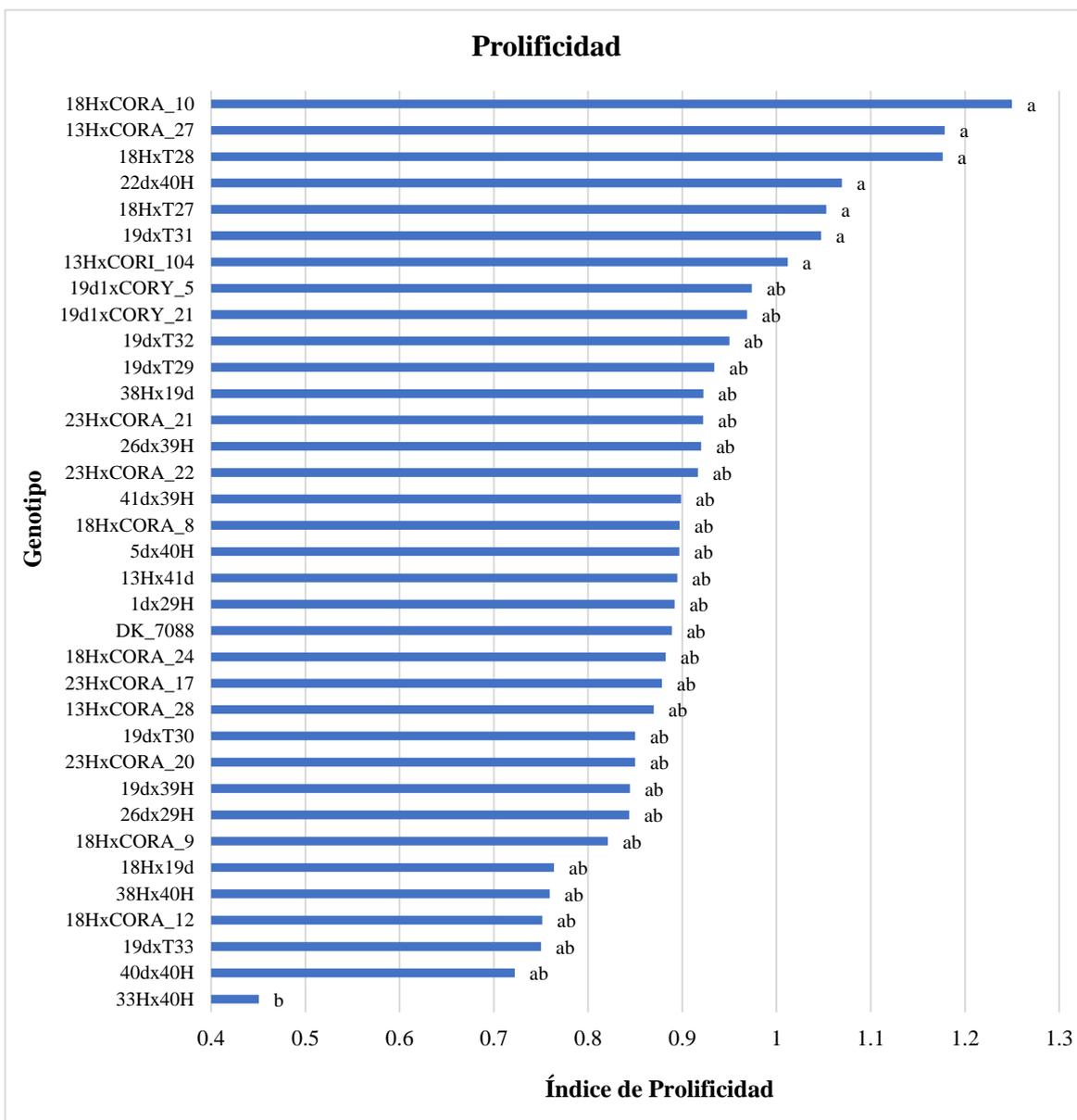


Figura 27: Prueba de comparación de medias para la prolificidad

Clobas (2022) señala que la prolificidad es un carácter genotípico y que el vigor genético se expresa en condiciones de competencia completa (alta densidad poblacional con menor interceptación de luz y menor absorción de nitrógeno); por lo que la prolificidad de los híbridos puede diferir su capacidad de compensación respecto al rendimiento de grano.

Cervantes *et al.* (2013) conforme a los resultados obtenidos de su investigación afirman que 250 kg/ha de N es la dosis óptima para lograr un IP de 0.82; dado que con 150 Kg/ha de N se obtuvo un IP de 0.80 y con 350 Kg/ha un IP de 0.72. Estos resultados guardan relación con lo reportado por Tanaka y Yamaguchi (1977), citados por Cervantes *et al.* (2013), donde

evidenciaron que las deficiencias de nitrógeno provocan una reducción en el índice de prolificidad.

Lemcoff y Loomis (1986) citado también Cervantes *et al.* (2013), mencionan que la fertilización nitrogenada influye positivamente en el número por mazorca por planta.

4.3.8. Número de mazorcas

En la Los bloques fueron altamente significativos.

Tabla 50 se constata que existe alta significancia estadística para el factor Genotipo, por lo que se puede afirmar que por lo menos un genotipo tiene un número promedio de mazorcas que difiere estadísticamente con el resto. Los bloques fueron altamente significativos.

Tabla 50: Análisis de varianza para la variable número de mazorcas

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	205.71	205.71	23.93	0.00002372	***
Genotipo	34	593.14	17.45	2.03	0.0213	*
Error	34	292.29	8.60			

Significancia Estadística: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 CV: 18.92 % Media 22.20

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el mejor promedio fue obtenido por el genotipo 18HxCORA_10 con 25 mazorcas; sin embargo, muestran similitud estadística con los 32 tratamientos incluido el Testigo (DK_7088) y el genotipo 13HxCORI_104 (híbrido con mayor rendimiento promedio de grano en Barranca) que obtuvieron los valores de 16.5 y 14.5 mazorcas, respectivamente (

Figura 28).

El genotipo 33Hx40H (cuyo rendimiento promedio de grano fue el menor obtenido en Barranca) obtuvo el menor promedio con 08 mazorcas.

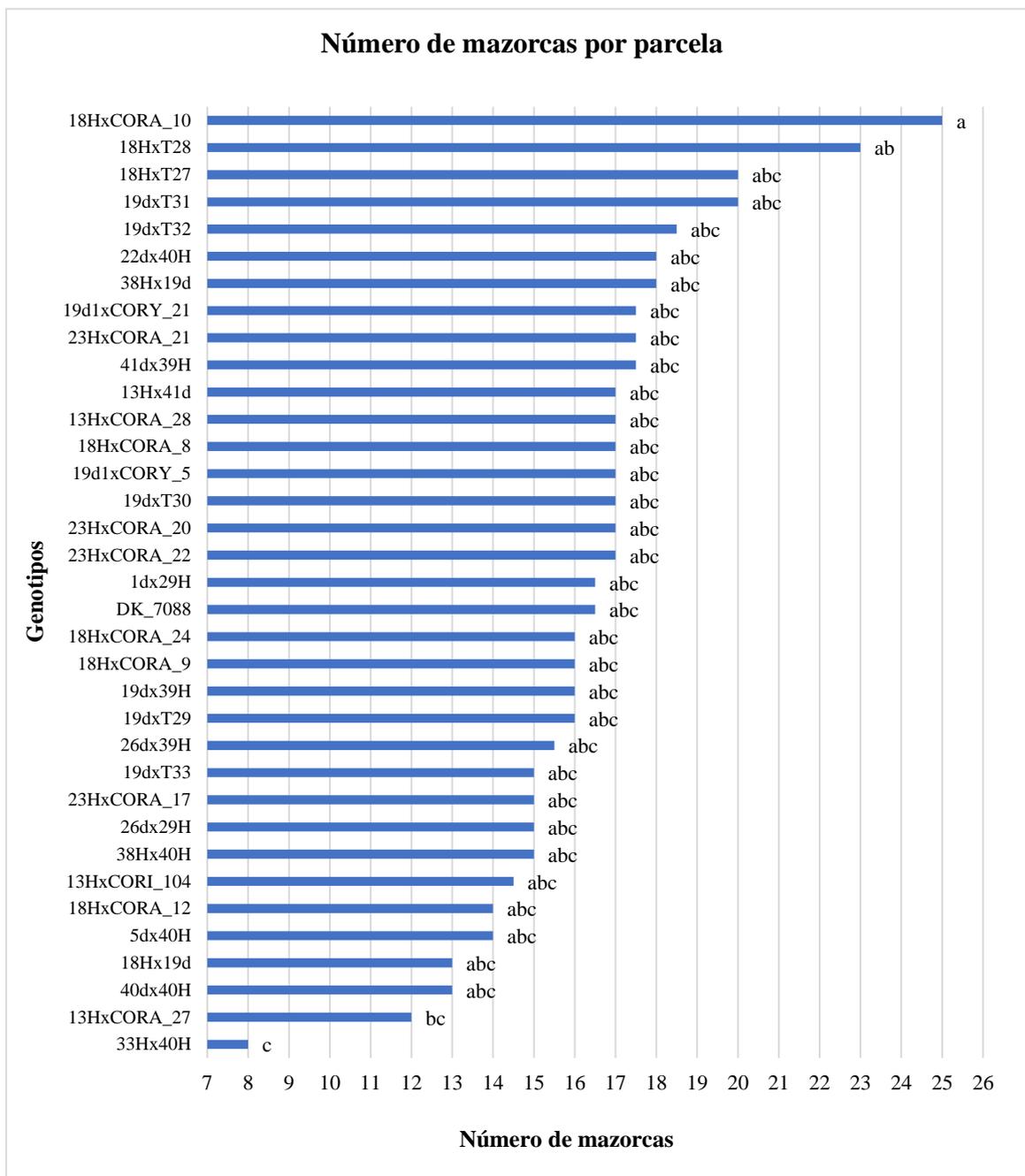


Figura 28: Prueba de comparación de medias para el número de mazorcas

4.3.9. Longitud de mazorca

En la Tabla 51 se constata que no existe significancia estadística para el factor Genotipo; por lo que se puede afirmar que todos los tratamientos mostraron una longitud promedio similar estadísticamente entre sí. Los bloques fueron altamente significativos.

Tabla 51: Análisis de varianza para la variable longitud de mazorca (cm)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	146.880	146.885	41.944	2.086E-07	***
Genotipo	34	161.390	4.747	1.356	0.1898	n.s
Error	34	119.060	3.502			

Significancia Estadística: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 CV: 11.82 % Media 15.84

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el híbrido 23HxCORA_22 presentó el mayor promedio de longitud de mazorca con 20.00 cm; sin embargo, muestra similitud estadística todos los 34 tratamientos restantes incluido el Testigo (DK_7088) y el genotipo 13HxCORI_104 (híbrido con mayor rendimiento promedio de grano en Barranca) que obtuvieron los valores de 15.35 y 16.75 cm, respectivamente (Figura 29). Asimismo, el genotipo 23HxCORA_22 es mayor y diferente estadísticamente al testigo respecto al rendimiento promedio de granos; pero menor y diferente estadísticamente a 13HxCORI_104.

El siguiente en orden es el genotipo 41dx39H con un promedio de longitud de mazorca de 18.40 cm, este genotipo tuvo un rendimiento de grano estadísticamente similar al genotipo 13HxCORI_104, siendo el segundo híbrido con mayor rendimiento en Barranca.

El genotipo 26dx39H obtuvo el menor promedio de longitud de mazorca con un valor de 16.25; sin embargo, es estadísticamente similar a los anteriores tratamientos mencionados. Asimismo, este híbrido fue el tercero con menor rendimiento promedio de grano en Barranca.

El factor bloque también resultó muy significativo; esto se debe a la desuniformidad que presentó el suelo arenoso de Barranca, además de un manejo agronómico poco eficiente como el desmalezado focalizado tardío en el Bloque II, la baja dosis de abonamiento que afectó en mayor grado al Bloque II; pero sobre todo la falta de riego en el cultivo dada las características poco favorables del suelo, siendo el Bloque II más arenoso que el Bloque I y con mayor tasa de evapotranspiración.

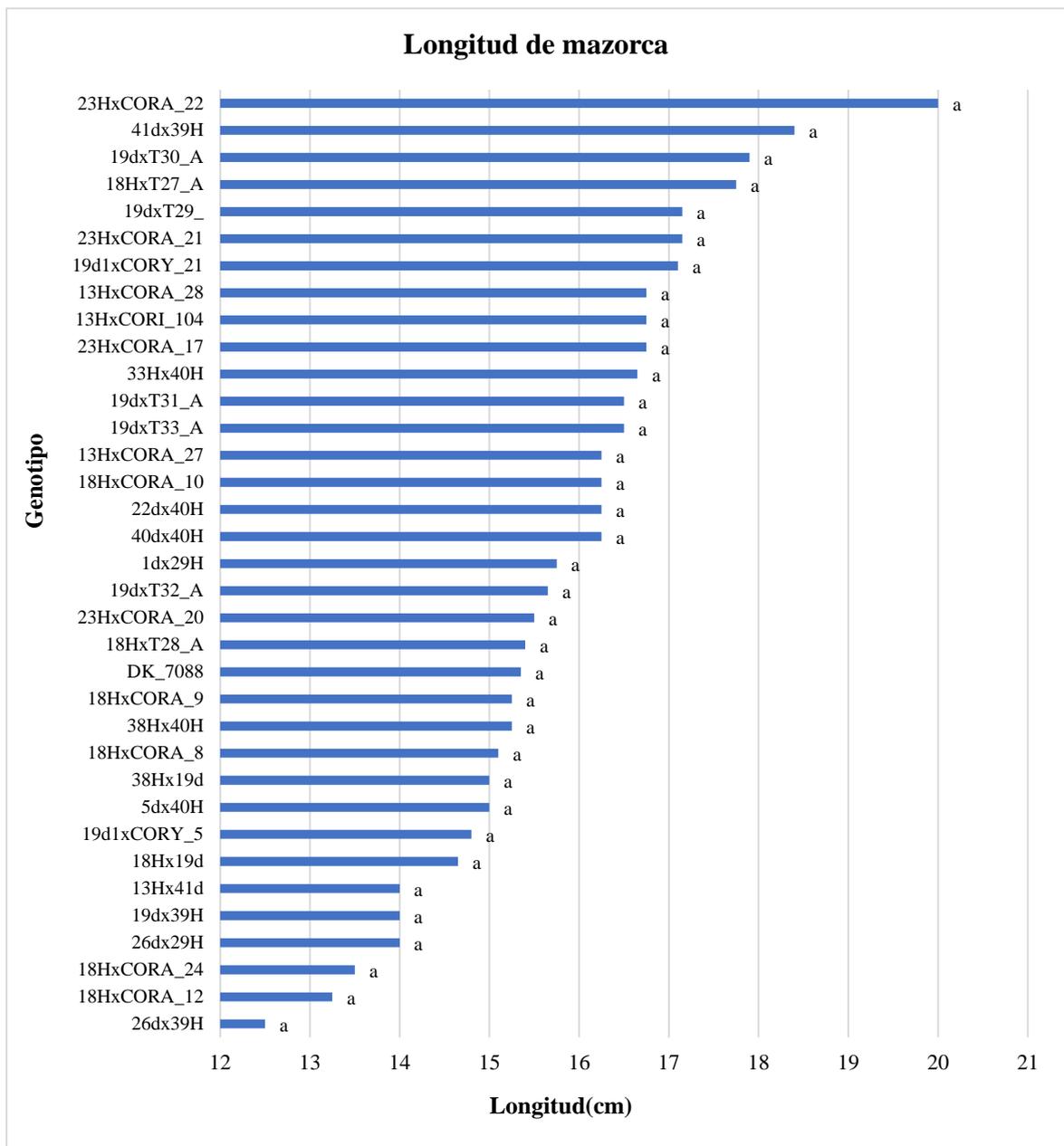


Figura 29: Prueba de comparación de medias longitud de mazorca (cm)

Chumpitaz (2018) señala que no se encontró diferencia estadística significativa para las fuentes de variación: variedades (V), densidad de siembra(D) y abono foliar (A), respecto a la variable longitud de mazorca; sin embargo, la variedad PM-213 obtuvo el mejor resultado con 19.17 cm como promedio de longitud de mazorca bajo una densidad de 62,500 plantas por hectárea e interacción con el abono foliar.

Olazo (2014), conforme a los resultados obtenidos de su investigación afirma que respecto a la variable longitud de mazorca los tratamientos resultaron significativos y se obtuvo un

mayor promedio con los tratamientos 2 (NPK 200 - 120 – 100 y Ca - Mg 30 - 20) y 3 (NPK 160 - 90 – 75 y Ca – Mg 25 - 15) con valores de 14.67 y 13.92 cm, respectivamente.

Lemcoff y Loomis (1986) citado por Cervantes *et al.* (2013), señalan que la fertilización nitrogenada influye positivamente algunas características de componente de rendimiento.

Según Pioneer (s.f.) el número de granos por hileras se determina poco antes de la aparición de las panojas (V12 a VT), por lo que la presencia de estrés durante este periodo puede llegar a reducir el número de granos; sin embargo, esto se define durante y después de la polinización.

Asimismo, se debe tener en consideración que existen mazorcas medio vacías, es decir, ausencia de granos; esto debe principalmente a una baja polinización ya sea por falta de una densidad de siembra adecuada, la falta de nutrición o riego. Stamp *et al.* (2000) citado por Cervantes *et al.* (2013) señalan que la disminución del número de granos por mazorca y el rendimiento de la cosecha se debe a falta de nitrógeno.

4.3.10. Diámetro de mazorca

En la Tabla 52 se evidencia que existe alta significancia estadística para el factor Genotipo, por lo que se puede afirmar que por lo menos un genotipo tiene un diámetro promedio que difiere estadísticamente con el resto. Los bloques fueron altamente significativos.

Tabla 52: Análisis de varianza para la variable diámetro de mazorca (mm)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	308.700	308.700	24.650	1.9E-05	***
Tratamiento	34	2048.400	60.246	4.811	7.1E-06	***
Error	34	425.800	12.524			

Significancia Estadística: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1 CV: 7.70 % Media 45.96

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el híbrido 5dx40H presentó el mayor promedio de diámetro de mazorca con 55 mm; sin embargo, muestra similitud estadística con 27 tratamientos incluido el Testigo (DK_7088) y el genotipo 13HxCORI_104 (híbrido con mayor rendimiento promedio de grano en Barranca) que obtuvieron los valores de 46.5 y 51.5 mm, respectivamente (Figura 30). Asimismo, el genotipo 5dx40H tuvo un buen rendimiento de grano; sin embargo, es menor y diferente estadísticamente a 13HxCORI_104.

El genotipo 18HxT27_A obtuvo el menor promedio de diámetro de mazorca con un valor de 35.50 mm. Asimismo, este híbrido tuvo un rendimiento promedio de grano menor y diferente estadísticamente al genotipo 13HxCORI_104.

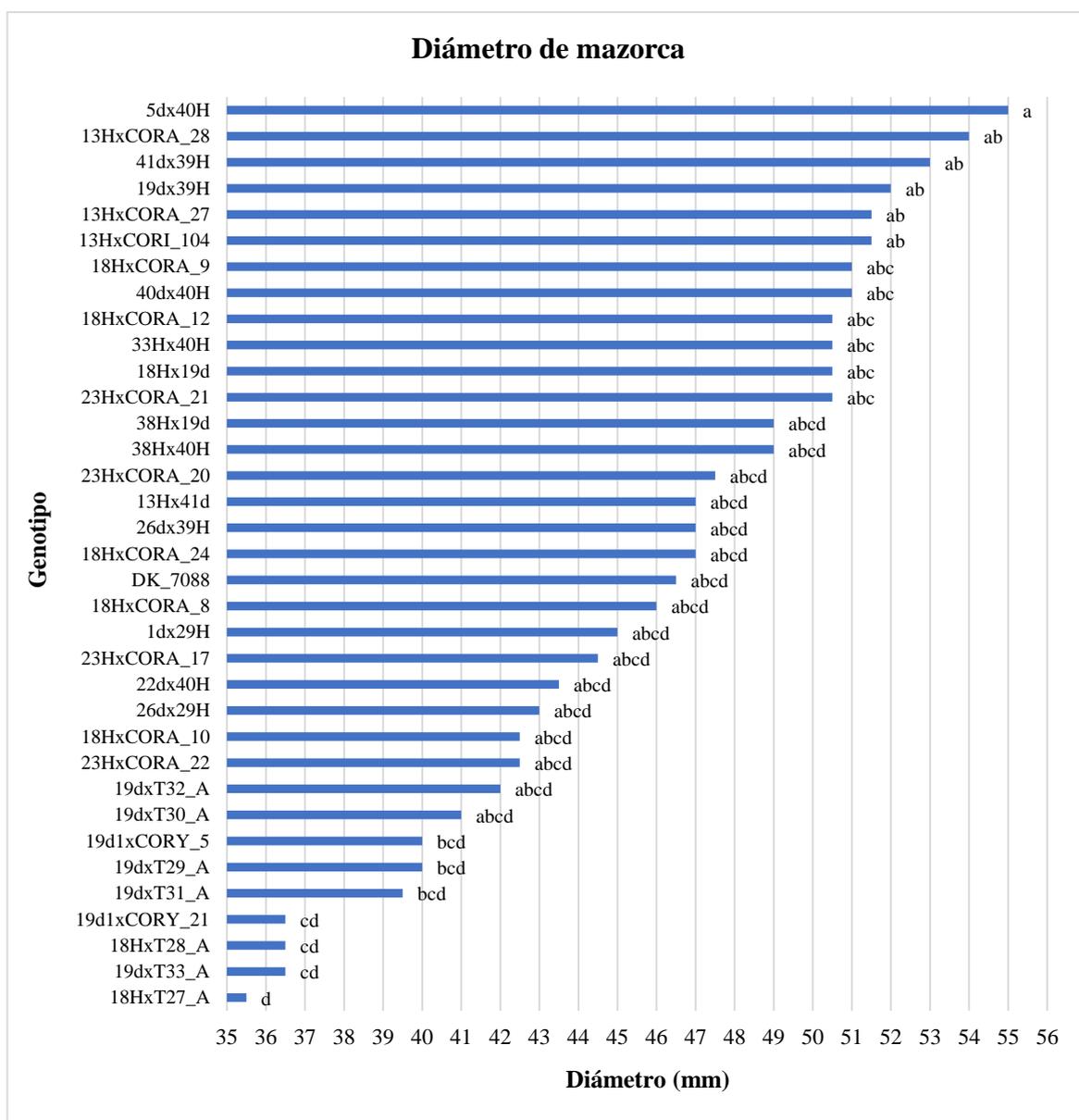


Figura 30: Prueba de comparación de medias para el diámetro de mazorca (mm)

El factor bloque también resultó muy significativo; esto se debe a la desuniformidad que presentó el suelo arenoso de Barranca, además de un manejo agronómico poco eficiente como el desmalezado focalizado tardío en el Bloque II, la baja dosis de abonamiento que afectó en mayor grado al Bloque II; pero sobre todo la falta de riego en el cultivo dada las características poco favorables del suelo, siendo el Bloque II más arenoso que el Bloque I y con mayor tasa de evapotranspiración.

Sánchez (2021) afirma que, conforme a los resultados obtenidos de su investigación, existió diferencias estadísticas significativas entre los genotipos; el híbrido CML-504 x CML-507 obtuvo el mayor diámetro de mazorca con 5.28 cm y los niveles Pool y Exp-05 valores de 5.15 y 5.06 cm, respectivamente. Asimismo, señala que los factores dosis de potasio e interacción de Genotipo: Potasio, no fueron significativos.

Sin embargo, Olazo (2014) señala que para la variable diámetro de mazorca los tratamientos resultaron significativos y se obtuvo un mayor promedio en los tratamientos 2 (NPK 200 - 120 - 100 y Ca - Mg 30 - 20) y 4 (NPK 120 - 60 - 50 y Ca - Mg 20 - 10) con valores de 4.81 y 4.65 cm, respectivamente; asimismo, se afirma que de existir un serio déficit hídrico y de nutrientes durante la etapa de llenado de granos, los granos superiores de la espiga se verían comprometidos. Los tratamientos que registraron los mayores promedios fueron los que tuvieron la mayor cantidad de nutrientes integrados a los riegos; lo cual coincide con lo mencionado por Caballero (2019) que una adecuada fertilización puede incrementar el diámetro de mazorca.

4.3.11. Índice de desgrane (ID)

En la Tabla 53 se evidencia que existe alta significancia estadística para el factor Genotipo, por lo que se puede afirmar que por lo menos un genotipo tiene un índice promedio que difiere estadísticamente con el resto. Los bloques no mostraron diferencia estadística significativa.

Tabla 53: Análisis de varianza para el índice de desgrane

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	0.002	0.002	1.214	0.2782	n.s
Genotipo	34	0.235	0.007	4.828	6.775E-06	***
Error	34	0.049	0.001			

Significancia Estadística: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 '' 1 CV: 44.91 % Media 0.77

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el genotipo 18HxT27_A es el que obtuvo el mayor promedio de índice de desgrane por un valor de 0.90; esto señala que 90 gr de semillas pueden ser obtenidas de 100 gr de mazorca de este genotipo; sin embargo, muestra similitud estadística con 22 tratamientos incluido el Testigo (DK_7088) y el genotipo 13HxCORI_104 (híbrido con mayor rendimiento promedio de grano en Barranca) con valores de 0.77 y 0.78 granos por mazorca,

respectivamente (Figura 31). Respecto a su rendimiento promedio de granos fue menor y estadísticamente diferente al genotipo 13HxCORI_104.

El genotipo 41dx39H presentó un promedio de índice de desgrane por un valor de 0.74, estadísticamente diferente a los anteriores mencionados; pero similar a los híbridos 19dxT33_A y 13HxCORA_27, con índice de 0.74 y 0.73, respectivamente, ubicándose por debajo del tratamiento testigo (DK_7088).

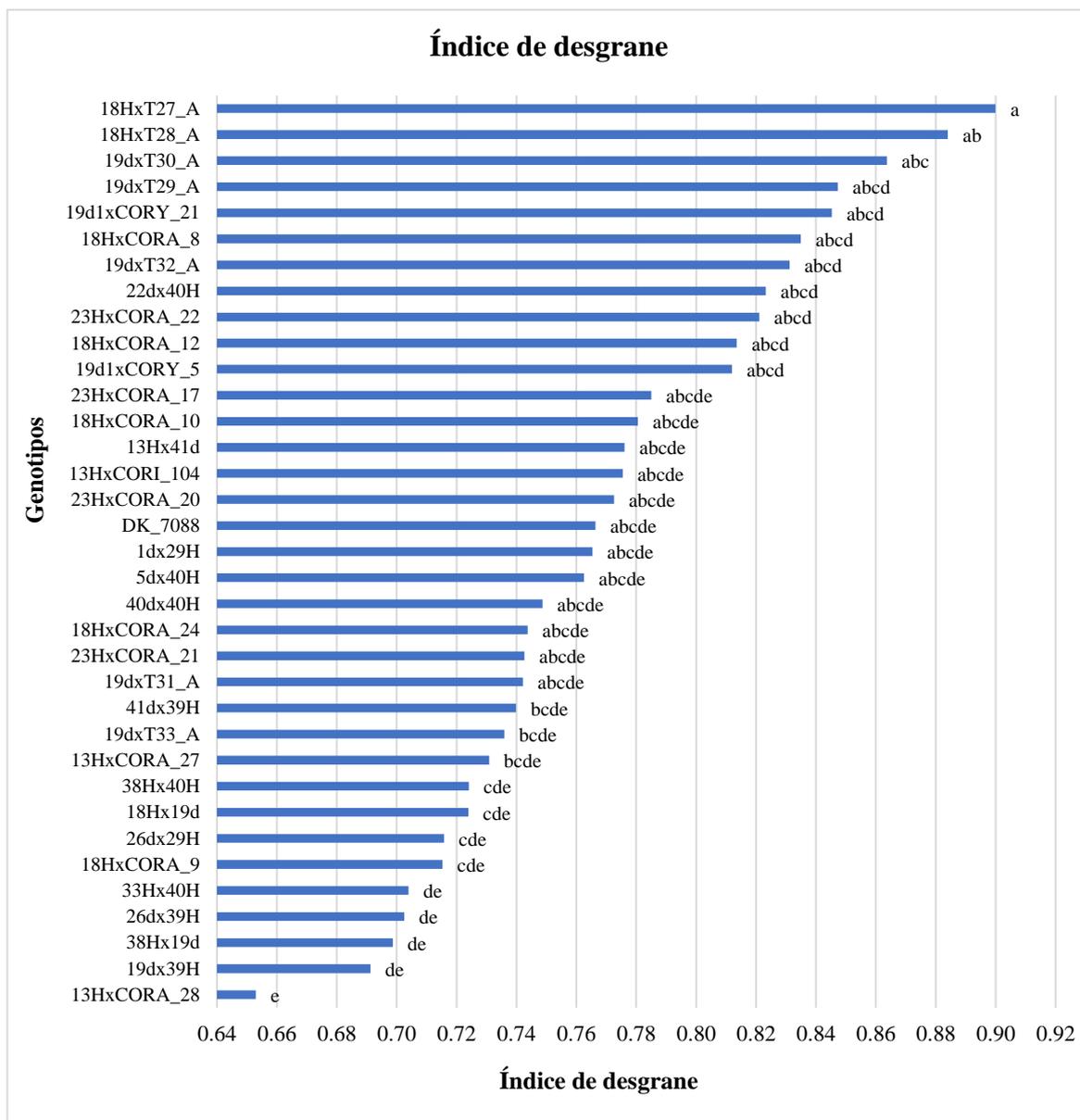


Figura 31: Prueba de comparación de medias para el índice de desgrane.

El genotipo que presento menor promedio de índice de desgrane fue el genotipo 13HxCORA_28 con un valor de 0.65; esto señala que 65 gr de semillas pueden ser obtenidas

de 100 gr de mazorca de este genotipo. Respecto a su rendimiento promedio de granos fue menor y diferente al genotipo 13HxCORI_104.

Por lo descrito, se podría afirmar que los híbridos derivados de la cruce de Hugo y Tusilla (18HxT27_A y 18HxT28_A) si bien no obtuvieron los mejores rendimientos de grano en condiciones de Barranca, mostraron el mejor índice de desgrane, igual y superior a 0.88 (equivalente a un porcentaje de desgrane del 88 por ciento). Los genotipos 19dxT30_A, 19dxT29_A, 19d1xCORY_21, 18HxCORA_8, 19dxT32_A, 22dx40H, 23HxCORA_22, 18HxCORA_12 y 19d1xCORY_5 también presentaron un porcentaje de desgrane igual y superior al 80 por ciento, pero menor al 88 por ciento; lo cual guarda relación con lo descrito por Bocanegra (1953) sobre los híbridos de MAD cuyo porcentaje de desgrane es igual o mayor al 80 por ciento; lo que indicaría que estos 11 híbridos presentaron buenos resultados respecto a esta variable.

Respecto al genotipo 13HxCORI_104, que obtuvo el mejor rendimiento promedio de granos en Barranca, mostró un índice de desgrane igual a 0.78, siendo un valor inferior a lo obtenido por los genotipos mencionados anteriormente; sin embargo, son estadísticamente similares. Martínez (2022) en su investigación registró que el factor genotipo resultó ser altamente significativo. El mayor valor se alcanzó con el híbrido DK-7500 con un valor de 87.4 por ciento; los híbridos DK-7088 y PM-213 obtuvieron los valores más bajos con un porcentaje de desgrane de 84.76 y 81.03 por ciento, respectivamente.

4.3.12. Número de hileras por mazorca

En la Tabla 54 se evidencia que existe alta significancia estadística para el factor Genotipo, por lo que se puede afirmar que por lo menos un genotipo tiene un promedio de hileras por mazorca que difiere estadísticamente con el resto. Los bloques registraron diferencia significativa.

Tabla 54: Análisis de varianza para la variable número de hileras por mazorca.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	11.200	11.200	6.368	0.0165	*
Genotipo	34	255.340	7.510	4.270	2.7E-05	***
Error	34	59.800	1.759			

Significancia Estadística: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 CV:8.63 % Media 15.37

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el híbrido 18HxCORA_9 presentó el mayor promedio con 19 hileras por mazorca; sin embargo, muestra similitud estadística con 29 tratamientos incluido el Testigo (DK_7088) y el genotipo 13HxCORI_104 (híbrido con mayor rendimiento promedio de grano en Barranca) ambos con 16 hileras por mazorca (Figura 32). Respecto a su rendimiento promedio de granos fue menor y estadísticamente diferente al genotipo 13HxCORI_104.

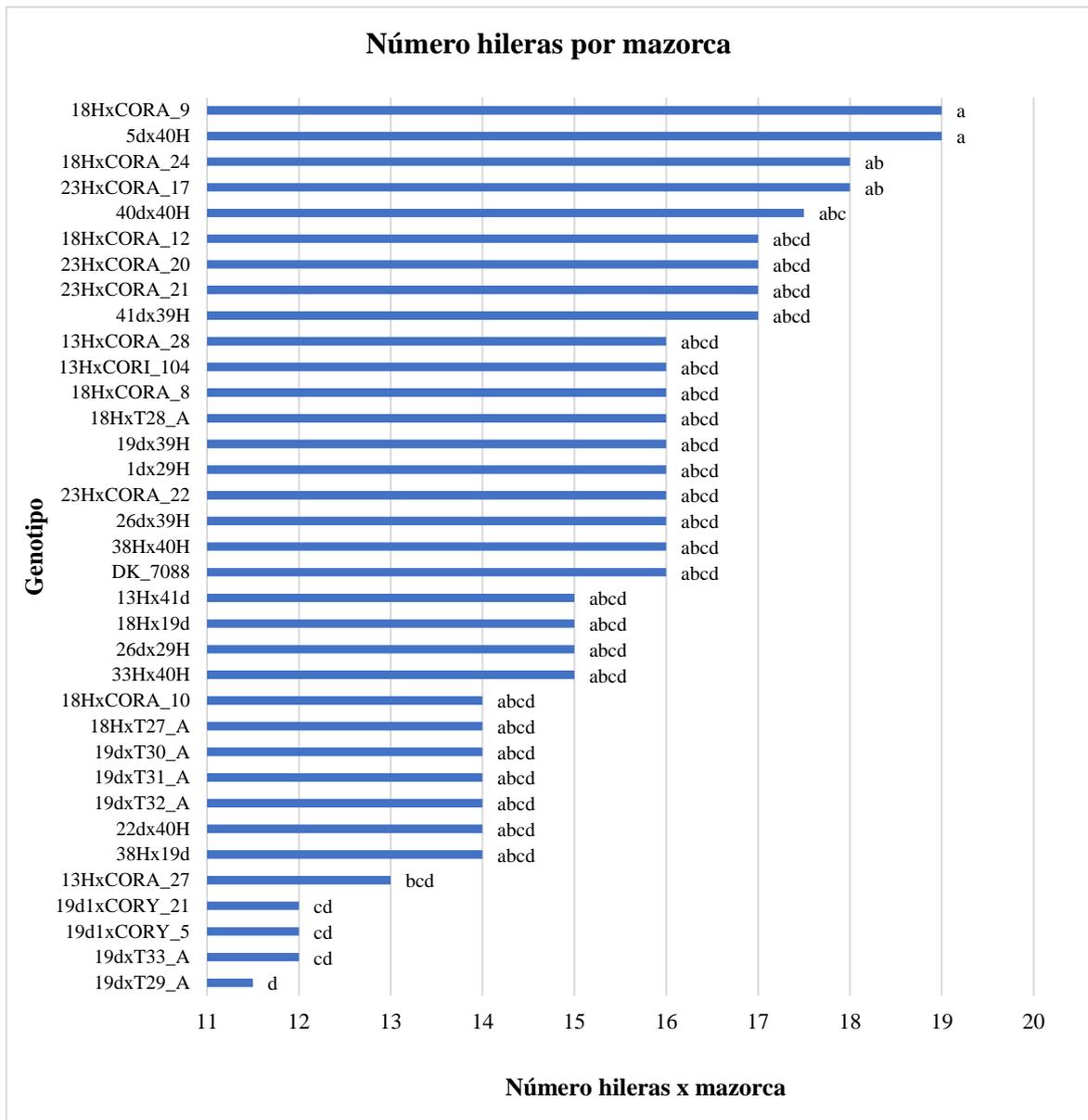


Figura 32: Prueba de comparación de medias para el número de hileras por mazorca.

El genotipo 19dxT29_A obtuvo el menor promedio con 11.5 hileras por mazorca y estadísticamente diferente a los demás genotipos; respecto a su rendimiento promedio de granos fue menor y diferente al genotipo 13HxCORI_104.

El factor bloque también resultó muy significativo; esto se debe a la desuniformidad que presentó el suelo arenoso de Barranca, además de un manejo agronómico poco eficiente como el desmalezado focalizado tardío en el Bloque II, la baja dosis de abonamiento que afectó en mayor grado al Bloque II; pero sobre todo la falta de riego en el cultivo dada las características poco favorables del suelo, siendo el Bloque II más arenoso que el Bloque I y con mayor tasa de evapotranspiración.

Caballero (2019) afirma que el número de hileras por mazorca está determinado por el factor genético de la planta y su vigor; esto se apoya con Romero (2020) que en su investigación encontró alta significación estadística en el factor genotipo respecto a la variable hileras por mazorca. El testigo Dekalb-399 obtuvo el mayor promedio con 13.33 hileras por mazorca, mientras que los genotipos 15 y 6 obtuvieron el menor promedio con 11.183 y 11.140 hileras por mazorca, respectivamente.

Pioneer (s.f.) afirma que el número definitivo de hileras está fuertemente controlado por la genética de los híbridos; asimismo, Bonhome *et al.* (1984), citado por Pioneer (s.f.) señala que la variación en el número de hileras debido a factores ambientales es de poca repercusión; sin embargo, periodos de estrés hídrico durante la fase V7 hasta R1 puede afectar no solo al crecimiento vegetativo; sino también, al número final de hileras de la mazorca; dado que el crecimiento del tubo polínico es vuelve más lento afectando el éxito de la fertilización.

Respecto al efecto del abonamiento y fertilización, Chumpitaz (2018) señala que los tratamientos de aplicación de abono foliar y sin abono en las variedades PM-213 y EXP-05 no resultaron ser significativos para la variable número de hileras por mazorca; de igual forma, Sánchez (2021) señala que el factor fertilización potásica (K60, K120 y K0) aplicada a 09 genotipos de maíz de grano duro para la variable número de hileras por mazorca, no resultó ser significativa.

4.3.13. Número de granos por hilera

En la Tabla 55 se evidencia que existe alta significancia estadística para el factor Genotipo, por lo que se puede afirmar que por lo menos un genotipo tiene un promedio de granos por hilera que difiere estadísticamente con el resto. Los bloques fueron altamente significativos.

Tabla 55: Análisis de varianza para la variable número de granos por hilera

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	631.980	631.980	67.252	1.443E-09	***
Genotipo	34	896.370	26.360	2.806	0.0017	**
Error	34	319.500	9.400			

Significancia Estadística: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 CV:10.59 % Media 28.93

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el híbrido 13HxCORI_104 (híbrido con mayor rendimiento promedio de grano en Barranca) presentó el mayor promedio con 34.75 granos por hilera; sin embargo, muestra similitud estadística con 32 tratamientos incluido el Testigo (DK_7088) con 30.33 granos por hilera (Figura 33).

El genotipo 26dx29H obtuvo el menor promedio con 21.75 granos por hilera y es estadísticamente similar al genotipo 18HxCORA_12. Asimismo, este genotipo fue el tercero con el menor rendimiento promedio de grano en Barranca.

Caballero (2019), menciona que el número de granos por hilera esta determinados por el factor genético de la planta y su vigor; esto se apoya con Romero (2020) que en su investigación encontró alta significación estadística en el factor genotipo respecto a la variable número de granos por hilera. El genotipo 6 obtuvo el mejor promedio con 31.440 hileras por mazorca y el testigo obtuvo el menor promedio con 24.667 hileras por mazorca.

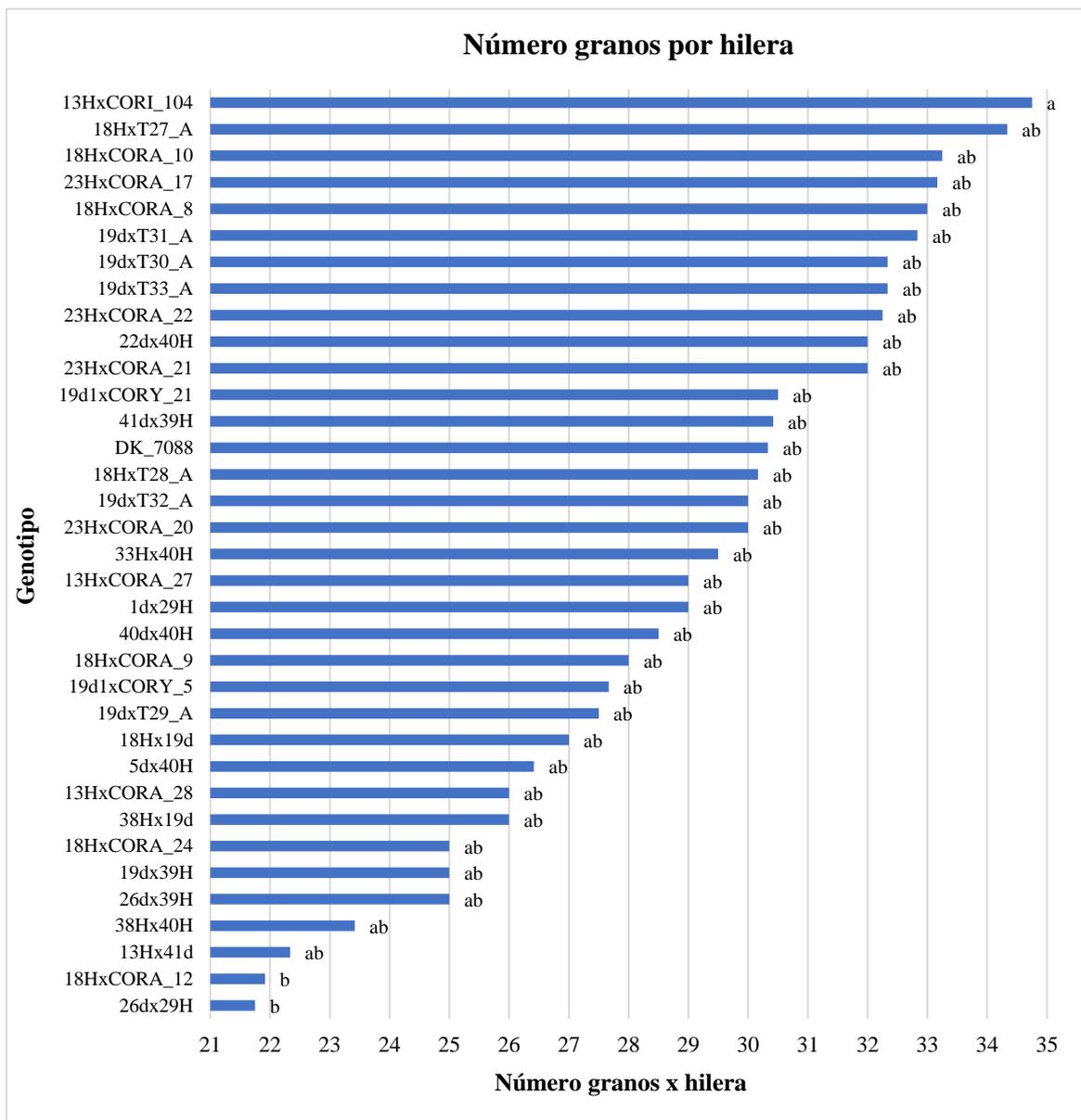


Figura 33: Prueba de comparación de medias para granos por hilera.

Asimismo, según Romero (2020) durante la etapa V17 las espigas superiores y la panoja han alcanzado un crecimiento adecuado para que sus extremos superiores sean visibles entre sí; es en este momento donde se completa y define el número de granos por hilera (Ritchie *et al.*, 1986).

En situaciones de sequía el crecimiento del tubo polínico camino hacia los óvulos, se vuelve más lento afectando el éxito de la fertilización lo cual repercute en el rendimiento de grano; si el periodo de estrés hídrico severo por falta de riego se genera alrededor de la floración (PC) ocasiona una importante caída en el rendimiento llegando a alcanzar el 50% (Giménez, 2012). Esto se apoya con Blandon y Smith (2001) citado por Artola y Villavicencio (2015),

que señalan que el número de granos por hileras guarda relación con el número de óvulos por hileras; sin embargo, la humedad, disponibilidad de nutrientes principalmente el nitrógeno, densidad y profundidad de raíces también pueden influir.

Olazo (2014) conforme a los resultados obtenidos de su investigación señala que los tratamientos 2 (NPK 200 – 120 – 100 y Ca, Mg 30- 20) y 3 (NPK 160 – 90 – 75 y Ca, Mg 25- 15) lograron el mejor promedio para el número de hileras por mazorca con valores de 14.36 y 14.38 hileras/ mazorca, respectivamente; y el mejor número de granos por hilera con valores de 30.13 y 30.20 granos/hilera, respectivamente; siendo estadísticamente similares ambos tratamientos respecto a los 02 variables mencionadas.

Andrade *et al.* (1996) citado por Pioneer (s.f.) señala que la cantidad de granos por hilera no llega a asegurar un mejor rendimiento de grano.

4.3.14. Número de granos por mazorca

En la Tabla 56 se evidencia que existe alta significancia estadística para el factor Genotipo, por lo que se puede afirmar que por lo menos un genotipo tiene un promedio de granos por mazorca que difiere estadísticamente con el resto. Los bloques fueron altamente significativos.

Tabla 56: Análisis de varianza para la variable número de granos por mazorca

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	226,059.00	226,059.00	74.256	4.56E-10	***
Genotipo	34	354,004.00	10,412.00	3.420	0.0003	***
Error	34	103,507.00	3,044.00			

Significancia Estadística: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 CV: 12.41 % Media 444.46

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el híbrido 23HxCORA_17 presentó el mayor promedio con 597 granos por mazorca; sin embargo, muestra similitud estadística con 29 tratamientos incluido el Testigo (DK_7088) y el genotipo 13HxCORI_104 (híbrido con mayor rendimiento promedio de grano en Barranca) con 485.33 y 556 granos por mazorca, respectivamente (Figura 34). Respecto a su rendimiento promedio de granos fue menor y estadísticamente diferente al genotipo 13HxCORI_104.

El genotipo 19dxT29_A obtuvo el menor promedio con 323 granos por mazorca y es estadísticamente diferente a los 34 tratamientos. Asimismo, este genotipo fue el segundo con el menor rendimiento promedio de grano en La Molina.

El factor bloque también resultó muy significativo; esto se debe a la desuniformidad que presentó el suelo arenoso de Barranca, además de un manejo agronómico poco eficiente como el desmalezado focalizado tardío en el Bloque II, la baja dosis de abonamiento que afectó en mayor grado al Bloque II; pero sobre todo la falta de riego en el cultivo dada las características poco favorables del suelo, siendo el Bloque II más arenoso que el Bloque I y con mayor tasa de evapotranspiración.

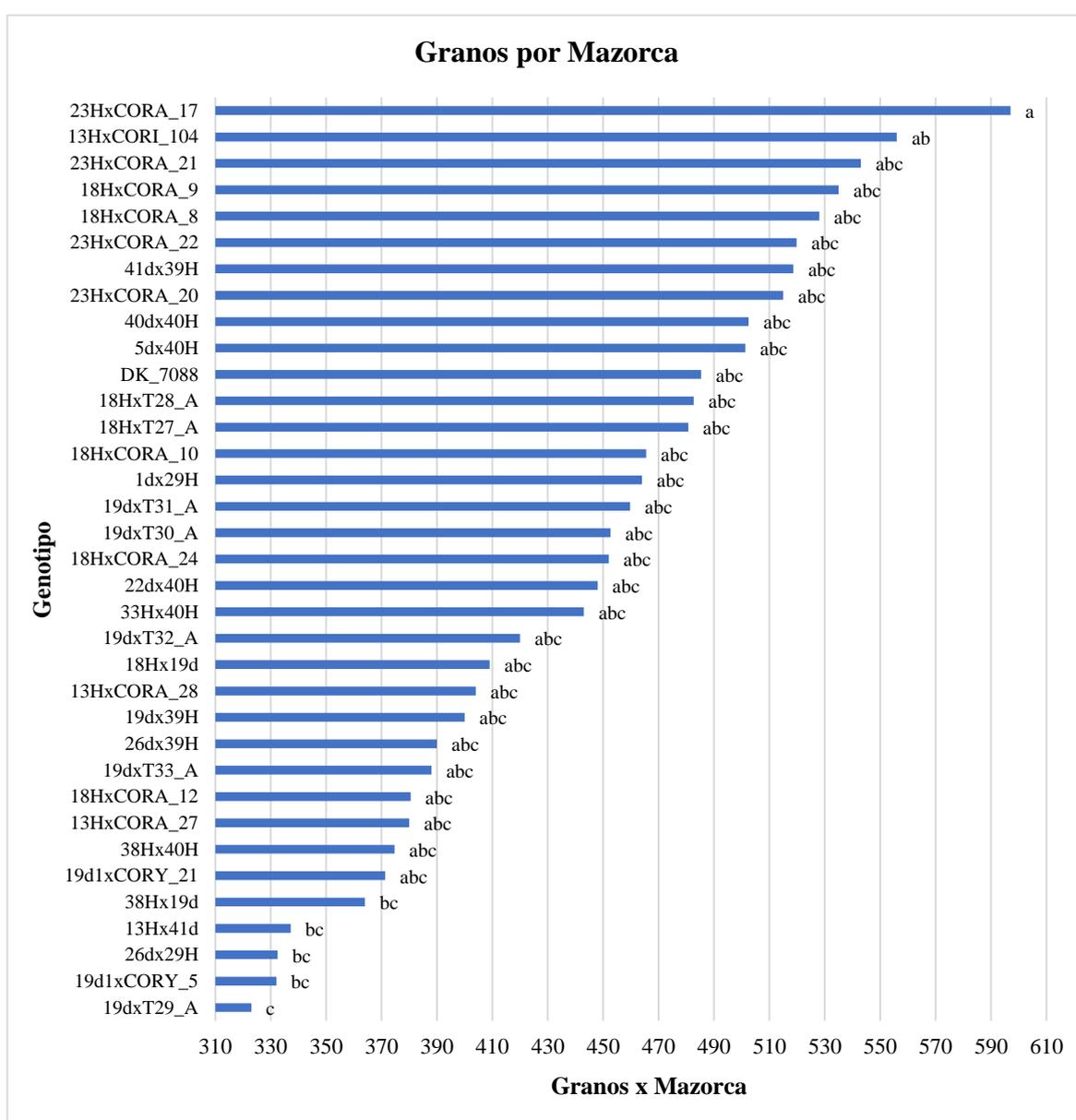


Figura 34: Prueba de comparación de medias para granos por mazorca.

Romero (2020) en su investigación encontró alta significación en el factor genotipo respecto a la variable número de granos por mazorca. El genotipo 2 obtuvo el mejor promedio con 355.857 granos por mazorca y el genotipo 15, el menor promedio con 314.650 granos por mazorca.

Sevilla (1989) señala que la falta de agua durante la floración afecta negativamente al número de mazorcas por planta, el número de granos por mazorca así con el tamaño de los granos.

Cárcova y Otegui (2001) comentan que una explicación para las variaciones en el número de granos entre genotipos bajo condiciones de un mismo ambiente, sería la dinámica de emisión de estigmas.

Stamp *et al.* (2000), al evaluar dos dosis de N (0 y 200 kg/ha) en híbridos de maíz, evidenciaron que se redujo el número de granos por mazorca a causa del estrés ocasionado por la deficiencia de nitrógeno; esto se apoya con lo mencionado por Barbieri *et al.* (2000) que señala que bajos niveles de nitrógeno disminuyen el número de granos por mazorca y por ende su rendimiento.

4.3.15. Peso de 500 semillas

En la Tabla 57 se evidencia que existe alta significancia estadística para el factor Genotipo, por lo que se puede afirmar que por lo menos un genotipo tiene un promedio de peso de 500 semillas que difiere estadísticamente con el resto. Los bloques fueron altamente significativos.

Tabla 57: Análisis de varianza para el peso de 500 semillas (Kg)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	0.011	0.0112	23.382	2.80E-05	***
Genotipo	34	0.047	0.0014	2.867	0.0014	**
Error	34	0.016	0.0005			

Significancia Estadística: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 CV: 12.68 % Media 0.17

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el genotipo 22dx40H es el que obtuvo el mayor promedio en peso de 500 semillas, con un promedio de 0.22 kg; sin embargo, muestra similitud estadística con 32 tratamientos incluido el Testigo (DK_7088) y el genotipo 13HxCORI_104 (híbrido con mayor rendimiento promedio de grano en Barranca) con 0.18 y 0.20 granos Kg, respectivamente (Figura 35).

Respecto a su rendimiento promedio de granos fue menor pero similar estadísticamente al genotipo 13HxCORI_104.

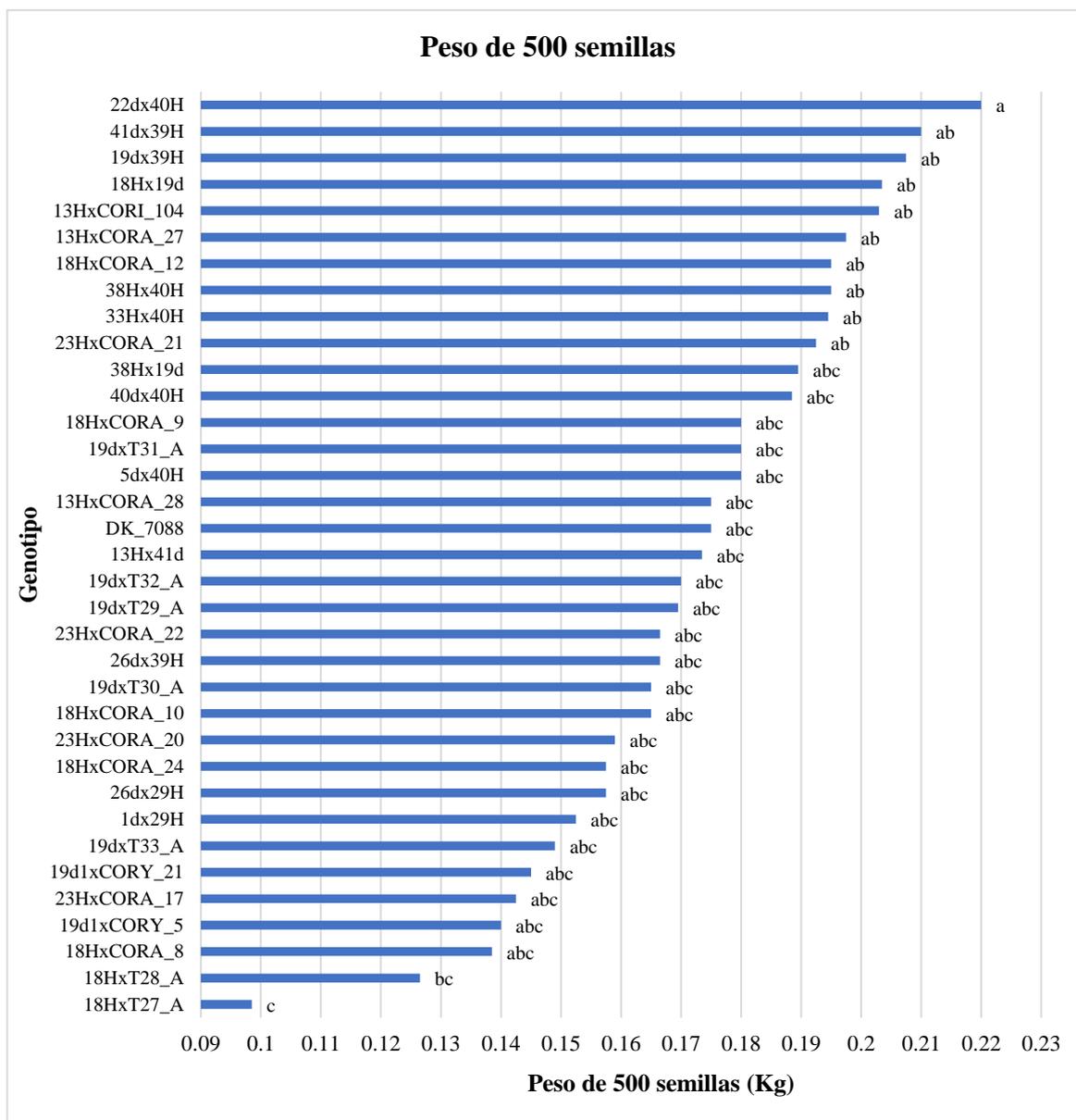


Figura 35: Prueba de comparación de medias para peso de 500 semillas de 35 genotipos de maíz amarillo duro

El genotipo que presento menor promedio en peso de 500 semillas fue el genotipo 18HxT27_A con un valor de 0.10 kg. Respecto a su rendimiento promedio de granos es menor y estadísticamente diferente al genotipo 13HxCORI_104.

En ese sentido, conforme a lo registrado, se puede señalar que el genotipo que alcanza el menor peso de 500 semillas no necesariamente obtiene el menor rendimiento promedio de granos.

El factor bloque también resultó muy significativo; esto se debe a la desuniformidad que presentó el suelo arenoso de Barranca, además de un manejo agronómico poco eficiente como el desmalezado focalizado tardío en el Bloque II, la baja dosis de abonamiento que afectó en mayor grado al Bloque II; pero sobre todo la falta de riego en el cultivo dada las características poco favorables del suelo, siendo el Bloque II más arenoso que el Bloque I y con mayor tasa de evapotranspiración.

Romero (2020) en su investigación encontró alta significación en el factor genotipo respecto a la variable peso de 1000 granos. El testigo obtuvo el mejor peso promedio con 268.573 gr y el genotipo 1, el menor promedio con 211.390 gr.

Duncan (1975) señala que, si las condiciones son adversas en el transcurso de la formación de granos del grano, este puede cesar su desarrollo. Las temperaturas altas adelantan la maduración.

Lemcoff y Loomis (1986) en ensayos del efecto de la fertilización nitrogenada, afirman que el nitrógeno posee un gran impacto en el peso del grano y el número de granos por mazorca.

4.3.16. Humedad de cosecha

En la Tabla 58 se evidencia que existe alta significancia estadística para el factor Genotipo, por lo que se puede afirmar que por lo menos un genotipo tiene un promedio de humedad de cosecha que difiere estadísticamente con el resto. Los bloques fueron altamente significativos.

Tabla 58: Análisis de varianza para la variable humedad de cosecha (%)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr(>F)	Signif
Bloques	1	278.800	278.801	103.673	7.335E-12	***
Tratamiento	34	318.300	9.362	3.481	2.30E-04	***
Error	34	91.430	2.689			

Significancia Estadística: 0 '***' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 '.' 1 CV: 5.54 % Media 29.63

De acuerdo con la Prueba de Tukey cuyo nivel de significación es del 0.05 por ciento, el híbrido 26dx39H presentó el mayor promedio de humedad con 34.90 por ciento; sin embargo, muestra similitud estadística con 26 tratamientos incluido el Testigo (DK_7088) y el genotipo 13HxCORI_104 (híbrido con mayor rendimiento promedio de grano en Barranca) con 30.70 y 29.95 por ciento, respectivamente (Figura 36).

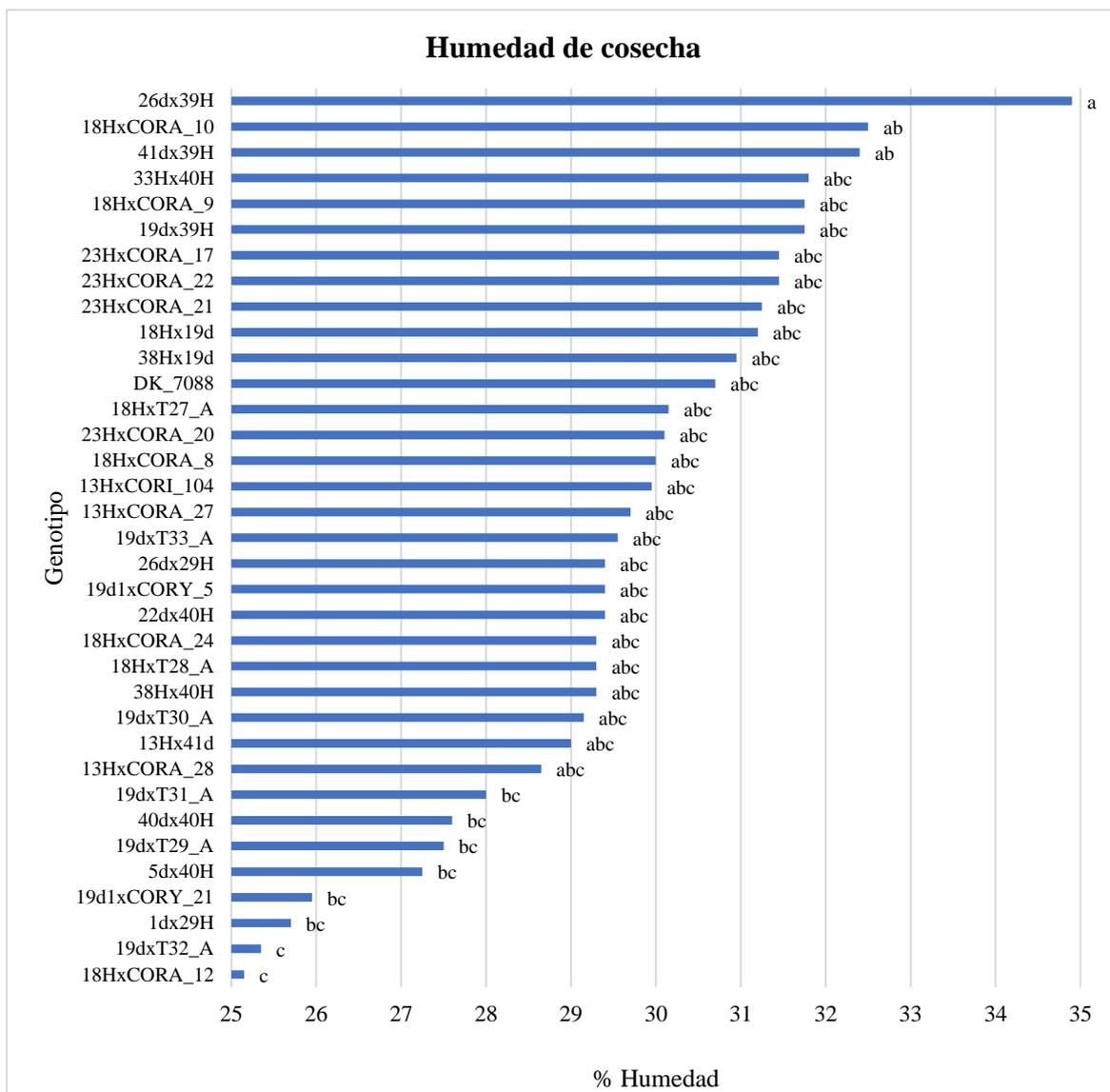


Figura 36: Prueba de comparación de medias para humedad de cosecha (%)

El genotipo 18HxCORA_12 obtuvo el menor promedio con 25.15 por ciento; sin embargo, es estadísticamente similar al híbrido 19dxT32_A con 25.35 por ciento. Respecto a su rendimiento promedio de granos ambos genotipos son estadísticamente similares, cuyo rendimiento es menor y diferente estadísticamente al genotipo 13HxCORI_104.

Sánchez (2021) conforme a los resultados obtenidos de su investigación señala que el factor genotipo resultó ser estadísticamente significativo. El nivel Exp-5 obtuvo el mejor promedio de humedad con 31.44 por ciento; estadísticamente similar al híbrido CML-504 x CML-507. El nivel Pool tuvo el menor promedio con una humedad de con 26.78 estadísticamente diferente a los anteriores tratamientos mencionados. Asimismo, señala que no se presentó diferencias estadísticas significativas en los factores dosis de potasio e interacción de Genotipo:Potasio.

4.3.17. Identificación de los mejores híbridos

Después de haber culminado con la descripción del comportamiento de los 35 híbridos de MAD respecto a las 16 variables, se han seleccionado 06 características consideradas de gran impacto para aumentar la capacidad de rendimiento de los genotipos en condiciones de Barranca; estas características son floración femenina, índice de prolificidad, índice de desgrane, granos por mazorca, peso de 500 semillas, y rendimiento de grano.

La elaboración del diagrama radial se basó en una escala de valores del 0 al 34. Los genotipos con mejor respuesta fueron asignados con el valor de 34 y a los de pobre respuesta el valor de 0; este criterio se aplicó a las 6 características seleccionadas. En función al promedio de respuesta total y empleando una presión de selección del 20 por ciento, se identificaron a siete genotipos de un total de treinta y cinco (Figura 37 y Tabla 59), estos fueron: 13HxCORI_104, 22dx40H, 23HxCORA_21, 19dxT31_A, 5dx40H, 23HxCORA_22 y 41dx39H (Figura 37).

Los puntos más distantes del centro de la gráfica radial son indicadores de una mejor respuesta a la característica seleccionada. En ese sentido, respecto a la floración femenina, el genotipo 19dxT31_A fue el tratamiento más precoz de todos, el genotipo 18HxCORA_10 obtuvo el mayor valor en índice de prolificidad, el genotipo 18HxT27_A alcanzó el mayor índice de desgrane, el genotipo 23HxCORA_17 como el tratamiento de mayor cantidad de granos por mazorca, el genotipo 22dx40H presentó el mayor peso de 500 semillas; y el de mejor rendimiento de grano fue el genotipo 13HxCORI_104 (Figura 37 y Tabla 59).

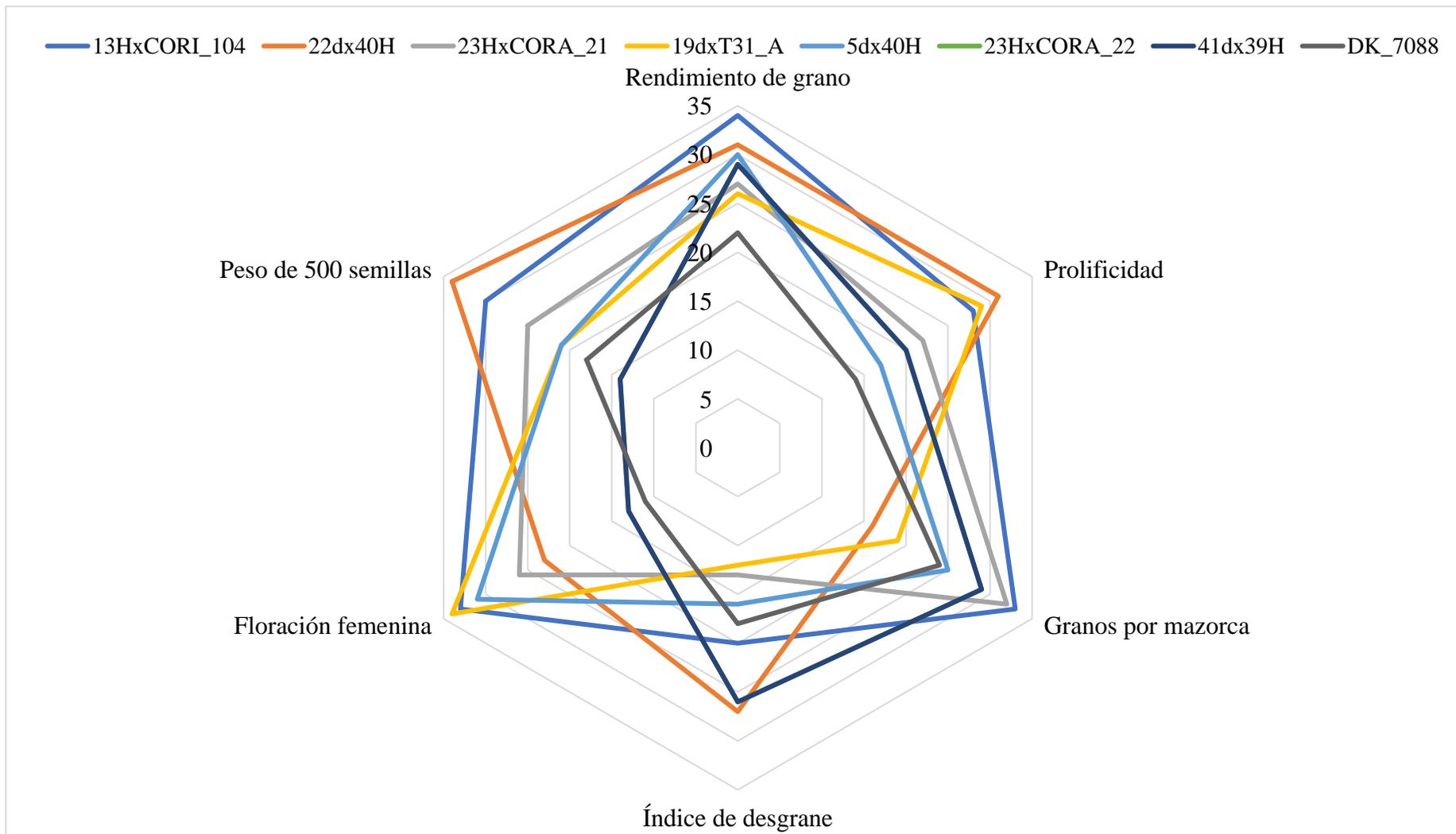


Figura 37. Identificación de los 7 mejores híbridos de maíz amarillo duro en condiciones de Barranca.

Tabla 59. Valores asignados a los genotipos conforme a la respuesta de 6 características evaluadas.

Genotipos	Rdto	Prolificidad	Granos por mazorca	Índice de desgrane	Floración femenina	Peso de 500 semillas	Valoración
13HxCORI_104	34	28	33	20	33	30	29.67
22dx40H	31	31	16	27	23	34	27.00
23HxCORA_21	27	22	32	13	26	25	24.17
19dxT31_A	26	29	19	12	34	21	23.50
5dx40H	30	17	25	16	31	21	23.33
23HxCORA_22	29	20	29	26	13	14	21.83
41dx39H	33	19	28	11	6	33	21.67
19dxT32_A	14	25	14	28	32	16	21.50
18HxT27_A	20	30	22	34	18	0	20.67
18HxCORA_10	25	34	21	22	6	13	20.17
18HxT28_A	16	32	23	33	11	1	19.33
18HxCORA_8	23	18	30	29	13	2	19.17
19dxT29_A	15	24	0	31	30	15	19.17
13HxCORA_27	32	33	7	9	0	29	18.33
23HxCORA_17	21	12	34	23	16	4	18.33
40dx40H	18	1	26	15	27	23	18.33
23HxCORA_20	17	9	27	19	28	10	18.33
DK_7088	22	14	24	18	11	18	17.83
18HxCORA_9	24	6	31	5	18	21	17.50
19dxT30_A	19	9	18	32	12	13	17.17
19d1xCORY_21	8	26	5	30	22	5	16.00
1dx29H	11	15	20	17	21	7	15.17
19d1xCORY_5	5	27	1	24	28	3	14.67
13HxCORA_28	28	11	12	0	18	18	14.50
19dx39H	12	8	11	1	21	32	14.17
38Hx19d	7	23	4	2	24	24	14.00
18HxCORA_12	13	3	8	25	5	28	13.67
13Hx41d	3	16	3	21	6	17	11.00
18Hx19d	4	5	13	7	3	31	10.50
18HxCORA_24	6	13	17	14	4	9	10.50
38Hx40H	10	4	6	8	6	28	10.33
26dx39H	9	21	10	3	1	14	9.67
19dxT33_A	1	2	9	10	24	6	8.67
33Hx40H	0	0	15	4	2	26	7.83
26dx29H	2	7	2	6	13	9	6.50

V. CONCLUSIONES

- La interacción genotipo x ambiente (IGA) para los caracteres evaluados resultó ser altamente significativa, por consiguiente, se realizaron los análisis de la varianza individuales por cada localidad.
- En condiciones de La Molina durante el periodo julio 2022 a enero 2023, los 35 híbridos de maíz amarillo duro tuvieron un comportamiento variable respecto a las siguientes características: rendimiento de grano (de 9.30 a 18.27 t/ha), altura de planta (de 2.06 a 2.98 m), altura de mazorca (de 0.95 a 1.87 m), diámetro de tallo (de 23.25 a 31.50 mm), floración masculina (de 109 a 122 dds), floración femenina (de 112 a 124 dds), índice de prolificidad (de 0.96 a 1.94), longitud de mazorca (de 16.25 a 21.25 cm), diámetro de mazorca (de 39 a 57 mm), índice de desgrane (de 0.70 a 0.90), hileras por mazorca (de 12 a 20 hileras), granos por hileras (de 29.5 a 40 granos), granos por mazorca (de 435 a 666 granos), peso de 500 semillas (de 0.178 a 0.280 Kg) y humedad de cosecha (de 25.65 a 33.30 %). De otro lado, el factor Genotipo resultó ser altamente significativo en todas las variables evaluadas excepto: longitud de mazorca, granos por hilera, granos por mazorca, peso de 500 granos y humedad de cosecha.
- En condiciones de Barranca durante el periodo julio 2022 a enero 2023, los 35 híbridos de maíz amarillo duro tuvieron un comportamiento variable respecto a los siguientes atributos: rendimiento de grano (de 3.60 a 10.22 t/ha), altura de planta (de 1.12 a 2.11 m), altura de mazorca (de 0.44 a 1.30 m), diámetro de tallo (de 16.75 a 23.00 mm), floración masculina (de 103 a 121.5 dds), floración femenina (de 107 a 125.5 dds), índice de prolificidad (de 0.45 a 1.25), número de mazorcas (de 8 a 25 mazorcas), longitud de mazorca (de 12.50 a 20.00 cm), diámetro de mazorca (de 35.50 a 55.00 mm), índice de desgrane (de 0.65 a 0.90), hileras por mazorca (de 11.50 a 19 hileras), granos por hilera (de 21.75 a 34.75 granos), granos por mazorca (de 323 a 597 granos), peso de 500 granos (de 0.099 a 0.220 kg) y humedad de cosecha (de 25.15 a 34.90 %). De otro lado, el factor Genotipo resultó ser altamente significativo en todas las variables evaluadas excepto: longitud de mazorca y diámetro de tallo.

- Respecto al rendimiento de grano obtenido en ambos ambientes, La Molina con una media de 14.38 t/ha superó por mucho la producción en Barranca que alcanzó las 6.62 t/ha.
- En base a la valoración de las respuestas para seis características seleccionadas: floración femenina, prolificidad, índice de desgrane, granos por mazorca, peso de 500 semillas, rendimiento de grano; y con una presión de selección del 20 por ciento, se identificaron a siete híbridos para La Molina: 19dxT29_A, 18HxCORA_8, 19dxT30_A, 19d1xCORY_21, 18HxT28_A, 19dxT32_A y 23HxCORA_21; y siete híbridos para Barranca: 13HxCORI_104, 22dx40H, 23HxCORA_21, 19dxT31_A, 5dx40H, 23HxCORA_22 y 41dx39H.

VI. RECOMENDACIONES

- Con los híbridos seleccionados repetir el ensayo en La Molina y Barranca, éste último bajo condiciones favorables, para así tener mayor certeza del potencial genético de los híbridos; asimismo, realizar estudios agronómicos en toda la costa norte y costa central probando nuevas dosis de fertilización y densidades de siembra.
- Del mismo modo, se debe continuar realizando distintas investigaciones en beneficio del mejoramiento genético de nuevos híbridos de maíz con un enfoque para conseguir una mayor tolerancia y adaptación a condiciones adversas, cuya plasticidad fenotípica genere un mayor rendimiento de grano.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación - El maíz en Cuba. En: *Cultivos Tropicales*, 30(2), 113-120 p.
- Alegría, C.S. (2021). Niveles nutricionales y densidad de siembra en el rendimiento del híbrido DK 7088 (*Zea mays* L.) bajo riego por goteo. Tesis Ing. Agr. UNALM. Lima, Perú.
- Artola, G. & Villavicencio, O. (2015), Comportamiento agronómico de tres genotipos de maíz (*Zea mays* L.) por efecto de la aplicación de abonos orgánicos y sintéticos, Cofradía 2012. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. UNA. Managua, Nicaragua.
- Alfaro, Y., Segovia, V., Mireles, M.; Monasterios, P., Alejos, G. & Pérez, M. (2004). El maíz amarillo para la molienda húmeda. *Revista Digital CENIAP HOY* Número 6, septiembre-diciembre 2004. Maracay, Aragua, Venezuela. Disponible en: www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n6/arti/alfaro_y/arti/alfaro_y.htm.
- Andrade, F. H., Cirilo, A., Uhart, S. & Otegui, M. E. (1996). *Ecofisiología del cultivo de maíz*. Editorial La Barrosa. Balcarce. 292 pp.
- Barnett, J. (1980). Como se desarrolla una planta de maíz. *CIMMYT* pág. 101 -105. Mexico. (mimeografiado). 118 pág.
- Beadle, G.W. (1980). The ancestry of corn. *Sci. Am.*, 242: 112-119.
- Bertsch, F. (1987). *Manual para interpretar la fertilidad de los suelos en Costa Rica*. 2° ed. Editorial Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 78 p.
- Blandon, E., & Smith, A. (2001). *Efecto de diferentes niveles de nitrógeno y densidades de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L.) Var.NB-6*. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua: Trabajo de Diploma. <https://core.ac.uk/download/pdf/35165573.pdf>

- Bocanegra, S. (1953). El maíz híbrido en la costa peruana. Programa cooperativo experimental agropecuario. MINAG.
- Bonhome, R., Derieux, M., Duburcq, J. B. & Ruget, F. (1984). Variations in ovule number at silking in various corn genotypes. *Maydica*, 29: 101-107.
- Bolaños, J. P. (1998). Evaluación de 3 híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) bajo dos densidades y dos disposiciones de plantas por golpe. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. UNALM. Lima, Perú.
- Bonilla, M. N. (2009). Manual de recomendaciones del cultivo de maíz. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). Costa Rica. pp. 1-9.
- Caballero Mendoza, C. A. (2019). Guía Técnica Cultivo de maíz. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Cárcova, J., & Otegui, M. E. (2001). Ear temperature and pollination timing effects on maize kernel set. *Crop science*, 41(6), 1809-1815.
<https://doi.org/10.2135/cropsci2001.1809>
- Cervantes, F.; Covarrubias, J.; Rangel, J. A.; Terrón, A. D.; Mendoza, M. & Preciado, R. E. (2013). Densidad de población y fertilización nitrogenada en la producción de semilla híbrida de maíz. *Agronomía Mesoamericana*. 24 (1): 101-110.
- Clemente-Fuente, A., Meneses-Hernández, M.H. & Pardey-Rodríguez, K. (2022). Evaluación del rendimiento de híbridos provenientes de líneas endocriadas de maíz criollo (*Zea mays*) del departamento del Magdalena, Caribe colombiano. *Intropica* 17(1): 88-96. Doi: <https://doi.org/10.21676/23897864.4039>
- Clobas, A. (2022). Eficiencia de la prolificidad en maíz (*Zea mays*) como mecanismo de compensación del rendimiento a bajas densidades. (Tesis Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Chumpitaz, D.J. (2018). Densidades de siembra y dos variedades de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) con abono foliar en la localidad de La Molina. (Tesis Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

- Chura, J. & Sevilla, R. (2002). Mejoramiento genético del maíz en el Perú. Simposium: el mejoramiento genético de las plantas en el Perú. (1ra ed.). Lima, Perú: Sociedad Peruana de Genética
- Chura, J., & Tejada, Je. (2014). Behavior of yellow corn hybrids in town of La Molina, Perú. *Idesia (Arica)*, 32(1), 113-118. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292014000100014>
- Chura, J. (2019). Cruzas dialélicas de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en la localidad de La Molina. Tesis Ing. Agr. UNALM. Lima, Perú
- ComexPerú. (2021). La producción nacional de maíz amarillo solo cubre el 23% de la demanda nacional. <https://www.comexperu.org.pe/en/articulo/la-produccion-nacional-de-maiz-amarillo-solo-cubre-el-23-de-la-demanda-nacional>
- Cramer, G.R. (1994). Respuesta del maíz (*Zea mays* L.) a la salinidad. En M. Pessaraki, ed. *Manual de estrés de plantas y suelos*, p. 449-459. Nueva York, NY, EE. UU., M. Dekker.
- Cruz, O. (2013). Manual para el cultivo de maíz en Honduras. DICTA "Published on the Internet:" <http://www.dicta.hn/files/2013,-Manual-cultivo-de-maiz--G.pdf>. 2013.
- Curis, M., Re, M., Favaro, J. C., Sánchez, D., & Bertolaccini, I. (2015). Euxesta spp. nueva plaga en *Zea mays* L. variedad rugosa: Asociación con ataques de *Heliothis zea* en siembras de primavera y verano. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 18(3), 251-257. Argentina. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/292257087_Euxesta_spp_New_Pest_in_Zea_mays_L_VAR_rugosa_Association_with_Heliothis_zea_attacks_in_spring_and_summer_seeds
- Dávila, G. (2016). Evaluación agronómica de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L) en lotes comerciales en la zona de Mata de cacao, provincia de Los Ríos. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Derás, H. (2014). Guía técnica El cultivo del maíz. IICA, Red SICTA, Proyecto de Innovación Agrícola, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Centro de Tecnología Agropecuaria y Forestal, Enrique Alvares Córdova (CENTA), Plan de Agricultura Familiar, Ministerio de Agricultura (MAG) del Salvador, 40. Disponible: https://repositorio.iica.int/handle/11324/11893?show=full&locale-attribute=pt_BR

- Díaz, S. (2017). Evaluación de la heterosis en dos híbridos simples de maíz (*Zea mays* L.) en la comunidad San Julian de Motupe. Tesis Ing. Agr. UNALM. Lima, Perú
- Dirección General de Políticas Agrarias. (2021). Campaña Agrícola 2021-2022. MIDAGRI. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2173757/Observatorio-Maiz-AD-ago21.pdf.pdf>
- Dirección General de Sanidad Vegetal. (2014). Helicoverpa zea [en línea]. México: Ficha Técnica. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/633034/Gusano_elotero.pdf (Consultado: 14 febrero 2024).
- Doebley, J. (1994). Genetics and the morphological evolution of maize. In M. Freeling & V. Walbot, eds. *The maize handbook*, p. 66-77. New York, NY, USA, Springer-Verlag.
- Dowswell, C.R., Paliwal, R.L. & Cantrell, R.P. (1996). *Maize in the third world*. Boulder, CO, USA, Westview Press.
- Duncan, W.G. (1975). Maize. Crop physiology. Some case histories. Cambridge, Cambridge University Press. 1975, 23-50.
- Espinosa, A., Tadeo, M., Turrent, A., & Gómez, N. (2010). El potencial de las variedades nativas y mejoradas de maíz. *Ciencias*, 92(092). Recuperado a partir de <https://www.journals.unam.mx/index.php/cns/article/view/14839>
- Estay, P. (2018) Gusano cortador de la cebolla [en línea]. Santiago: Ficha Técnica INIA La Platina. no. 15. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/66740>
- Eyhérbide, G. (2015). Bases para el manejo del cultivo de maíz. *Revista Colombiana de Bioética*, 6(1), 89. <https://doi.org/10.18270/rcb.v6i1.819>
- FAO. (1993). El maíz en la nutrición humana. Colección FAO: Alimentación y Nutrición 25 Food and Agriculture Organization (FAO). 2017. Base de datos de producción agropecuaria FAOSTAT. Disponible en <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>.
- Fundación Produce Sinaloa, A.C. (2009) Jornada de Manejo sustentable del cultivo de maíz (En línea). Consultado el 22 de enero del 2024. Disponible en: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:lgqkHEOnUKAJ:https://www.fps.org.mx/portal/index.php/component/phocadownload/category/30-granos-y-flores%3Fdownload%3D58:jornada-de-manejo-sustentable-del-cultivo-del-maiz&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe>

- Galinat, W.C. (1988). The origin of corn. In G.F. Sprague & J.W. Dudley, eds. *Corn and corn improvement*, p. 1-31. Madison, WI, USA, American Society of Agronomy.
- García, E. (2011). Comparativo de la aplicación de diferentes dosis de bioabono obtenido a partir de un biodigestor en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en la EEA El Porvenir Tesis Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, Perú.
- García Mendoza, P.J. (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>
- Gaytán-Bautista, R., Martínez-Gómez, M. I., & Mayek-Pérez, N. (2009). Rendimiento de grano y forraje en híbridos de maíz y su generación avanzada F2. *Agricultura técnica en México*, 35(3), 295-304. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172009000300006&lng=es&tlng=es.
- Giménez, L. (2012). Producción de maíz con estrés hídrico provocado en diferentes etapas de desarrollo. *Agrociencia (Uruguay)*, 16(2), 92-102. Recuperado en 06 de marzo de 2024, de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482012000200011&lng=es&tlng=es.
- Gaiji, S., Chavan, V., Ariño, A. H., Otegui, J., Hobern, D., Sood, R., & Robles, E. (2013). Content assessment of the primary biodiversity data published through GBIF network: status, challenges and potentials. *Biodiversity Informatics*, 8(2).
- Global biodiversity information facility: gbif. 2013. Backbone taxonomy. Disponible en <https://www.gbif.org/species/5290052>.
- Santos, P. G., Juliatti, F. C., Buiatti, A. L., & Hamawaki, O. T. (2002). Avaliação do desempenho agrônômico de híbridos de milho em Uberlândia, MG. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 37, 597-602.
- Hidalgo, E. (2002). Evaluación de diez variedades experimentales de maíz amarillo duro tropical (*Zea mays* L.) en condiciones de secano en la estación experimental “el porvenir” Bajo Mayo, San Martín (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria De La Selva. San Martín, Perú.
- Hidalgo Sánchez, M.G. (2018). Evaluación morfológica y fisiológica de arquetipos de maíz [Tesis de Maestría, Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas].

<https://www.biopasos.com/biblioteca/Evaluacion-morfologica-fisiologica-maiz-tesis.pdf>

- HORTUS. (2017). Híbrido de maíz amarillo DK 7088. Folleto publicitario. Lima, Perú.
- Huamán, J. (1994). Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y algunas características biométricas del maíz chalero PM-270 en la Costa Central. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. Lima-Perú.
- INEGI. (1997). El maíz en el estado de México Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. p. 8.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2011). Manejo integrado del cultivo de maíz de altura. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3302/1/iniapscpm190.pdf>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA (2014). Manejo Integrado del Cultivo y de las plagas del Maíz. Lima, Perú. http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/112/1/Manejo_integrado_del_cultivo_2014.pdf
- Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA. (2020). Manual Técnico del Cultivo de Maíz Amarillo Duro. Lima, Perú. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/1057>
- Jugenheimer, R. W. (1981). Maíz: variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Primera Edición. Editorial Limusa. México. 840pp.
- Lemcoff, J; Loomis, R. (1986). Influencias del nitrógeno en la determinación del rendimiento del maíz. *Ciencia de cultivos*. 26:1017-1022.
- Longley, A.E. (1941). Chromosome morphology in maize and its relatives. *Bot. Rev.*, 7: 263-289.
- Manrique, A., Fegan, W., Sánchez, H., Noriega, V., Borbor, M., Chura, J. & Sarmiento, J. (1993). Manual del Maíz para la Costa. Difusión de Tecnología del Proyecto TTA. Lima 1: 1era Ed.
- Martínez Vidal, S. J. (2022). Rendimiento de cuatro híbridos de maíz amarillo para grano y forraje, bajo tres densidades de siembra [Tesis de Título profesional, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5388/martinez-vidal-sandro-joe.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Martínez W., O, Torregrozo C., M & Roncallo, E. (1988). *Heterosis en cruzamientos varietales de maíz de amplia diversidad genética y geográfica*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Centro Editorial.
- Ministerio de Agricultura. (2012). Portal Agrario. Página Web del Ministerio de Agricultura y Riego. (MINAGRI)
- Njoka, E. M., Muraya, M. M., & Okumu, M. (2005). Plant density and thinning regime effect on maize (*Zea mays*) grain and fodder yield. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 44(12), 1215-1219.
- Nuss, E. T., Arscott, S. A., Bresnahan, K., Pixley, K. V., Rocheford, T., Hotz, C., Siamusantu, W., Chileshe, J. & Tanumihardjo, S. A. (2012). Comparative intake of white-versus orange-colored maize by Zambian children in the context of promotion of biofortified maize. *Food and nutrition bulletin*, 33(1), 63-71. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/156482651203300106>.
- Olazo, E. (2014). Efecto de tres niveles de fertilización en el rendimiento del maíz híbrido amarillo duro (*zea mays* L.) bajo un sistema de riego por goteo en suelo ácido de Pucallpa (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Ucayali. Ucayali, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3796>
- Ortas, L. (2008). Cultivo del maíz: fisiología y aspectos generales. Recuperado de: <https://rdu-demo.unc.edu.ar/bitstream/handle/123456789/703/Agrigan%20bolet%C3%ADn%2007.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (21 de junio de 2020).
- Ortega, D. (2001). Determinación de Aptitud Combinatoria de Ocho líneas de Maíz (*Zea mays* L.) Derivadas de la población 76 C₂ (Tropical Intermedia Blanco Cristalino). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 46 p.
- Ospina, R. J. G. (2015). Manual Técnico del Cultivo de Maíz Bajo Buenas Prácticas Agrícolas Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural "Published on the Internet:" <http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20%20MAIZ.pdf>. 2015.

- Ospina, R. J. G. (2015). Manual Técnico del Cultivo de Maíz Bajo Buenas Prácticas Agrícolas Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural "Published on the Internet:" <http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20%20MAIZ.pdf>. 2015.
- Paliwal, R. L. (2001). Tipos de maíz. En: Paliwal, R. L.; Granados, G.; Lafitte, H. R.; Violic, A. D. y Marathée, J. P. (Eds.). El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción. *Colección FAO: Producción y Protección Vegetal 28*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. pp. 39-42.
- Peña, J. (2011). Evaluación de la producción de chilote en el cultivo de Maíz (*Zea mays*, L) variedad HS-5G utilizando sustratos mejorados y determinación de los coeficientes “Kc”y “Ky”, bajo riego (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/2145/1/tnf01p397e.pdf> <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnh60s164e.pdf>
- Pérez Cabrera, A. & Vásquez Becerra, D. (2017). Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Cutervo, Cajamarca. (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú.
- PIONEER (s.f.). Manejo de Gusano Cogollero en cultivos de Maíz. Recuperado el 26 de octubre de 2022 de https://www.pioneer.com/cmroot/international/argentina_intl/agronomia/manejo_de_gusano_cogollero_en_maiz.pdf
- PIONEER (s.f.). Orugas Cortadoras en el cultivo de Maíz. Revisado el 13 de febrero de 2024 de https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Argentina_Intl/AGRONOMIA/PIONEER_cortadoras_de_maiz.pdf
- PIONEER (s.f.). Manejo del riego en el cultivo de maíz. Revisado el 01 de marzo de 2024 de https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Spain/images/Publications/manejo_del_riego_en_el_maiz.pdf
- PIONEER (s.f.). Staging Corn Growth. Corn Growth Stages Defined. Recuperado el 01 de marzo de 2024 de https://www.pioneer.com/us/agronomy/staging_corn_growth.html#CornGrowthStagesDefined_1

- PIONEER (s.f.). Maíz crecimiento y desarrollo. Recuperado el 05 de marzo de 2024 de https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Latin_America_Central/Chile/Servicios/Informacion_tecnica/Corn_Growth_and_Development_Spanish_Version.pdf
- PIONEER (s.f.). Rendimiento en grano de maíz en relación al estrés durante las distintas etapas de desarrollo. Recuperado el 05 de marzo de 2024 de https://www.pioneer.com/ar/articulos/rendimiento_en_grano_del_maiz.html
- Porta, J., López-Acevedo, M., & Roquero, C. (2003). Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 3ª Edición. Mundi-Prensa. 929 pp
- Ramírez, J. L., J. J. Wong, J. A. Ruiz, & Chuela, M. (2010). Cambio de fecha de siembra del maíz en Culiacán, Sinaloa, México. *Rev. Fitotec. Mex.* 33:61-68.
- Ranum, P., Peña-Rosas, J. P., & Garcia-Casal, M. N. (2014). Global maize production, utilization, and consumption. *Annals of the new York academy of sciences*, 1312(1), 105-112. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/nyas.12396/epdf>.
- Resolución Ministerial N°0219-2021-MIDAGRI. (2021) Aprobación del “Marco Orientador de Cultivos para la Campaña Agrícola 2021-2022”. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1977283-2>
- Ritchie, S.W. & Hanway, J.J. (1982) How a Corn Plant Develops. Special Report No. 48, Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service.
- Ritchie, S.W., Hanway, J.J. & Benson, G.O. (1986). How a corn plant develops. Ames, Iowa State University. Special report N° 48. 21 p.
- Romero, C. (2020). Comportamiento de 15 familias de medios hermanos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en condiciones de Pucallpa. Tesis Ing. Agr. UNALM. Lima, Perú
- Salazar, G. (2018). Evaluación de Indicadores Morfofisiológicos de maíz variedad Tusilla, en distancias de siembra y tipos de fertilización, CIPCA. Tesis Ing. Agr. Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador.
- Sanabria, J. (2002). *Impacto del evento niño en la agricultura peruana campaña 2002 -2003*. SENAMHI. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-15.pdf>
- Sanchez, P. (1976). *Properties and Management of Soils in the Tropics*. New York. 618 pp.

- Sánchez, J. (2021). Comportamiento de tres genotipos de maíz de grano duro (*Zea mays L.*) bajo tres dosis de potasio en La Molina. Tesis Ing. Agr. UNALM. Lima, Perú.
- Santos, N. (2015). Dosis de fertilización en el rendimiento de híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays L.*) en condiciones edafoclimáticas de San Antonio Honorio–Huánuco. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco.
- Sarmiento, J. & Carpio, M. (1974). *Control químico del gusano de la mazorca Heliothis zea Boddie en maíces amiláceos*. Revista Peruana de Entomología, 17(1):86-91.
- Sevilla, R. (1989). Resultados de cuatro ciclos selección de mazorcashilera modificada en un compuesto de maíz de la sierra del Perú. En la IV Conferencia de Maíz en la Zona Andina, Lima.
- Sevilla, R. & Holle, M. (2004). Recursos genéticos vegetales. Primera Edición. Edición Luis León Asociados S.R.L. Perú. 530 pp.
- Sher, A., Khan, A., Cai, L., Ahmad, M., Asharf, U. & Jamoro, S. (2017). Response of maize grown under high plant density; performance, issues and management—a critical review. *Advances in Crop Science and Technology* 5: 1-8.
- Silva, C., E. Morillo, C. Yáñez, K. Proaño & M. Taipe. (2014). Caracterización molecular de las razas de canguil, tusilla y mezclas de maíz del banco de trabajo del programa de maíz de INIAP. IX Congreso de Ciencia y Tecnología ESPE. Quito – Ecuador.
- Silva, W. (2009). Evaluación de las características morfológicas y agronómicas de cinco líneas de maíz amarillo en diferentes fechas de siembra. *Revista UDO Agrícola*, 9(4), 743-755.
- Sistema Integrado de Estadística Agraria. (2023). *Producción Agrícola*. MIDAGRI. <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicacion/boletines-anuales/4-agricola>
- Sistema Integrado de Estadística Agraria. (2023). *Agro en Cifras*. MIDAGRI. <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicacion/boletines-mensuales/16-agro-cifras>
- Sistema Integrado de Estadística Agraria. (2023). *Comercialización de Maíz Amarillo Duro (MAD)*. MIDAGRI. <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicacion/boletines-diarios/12-comercializacion-maiz-amarillo>

- Sprague, G. & Larson, W. E. (1972). Producción de Maíz, 1a edición. Centro regional de ayuda técnica, Departamento de Agricultura E.U.A 40p.
- Stamp, P., Chowchong, S., Menzi, M., Weingartner, U. & Kaeser, O. (2000). Increase in the yield of cytoplasmic male sterile maize revisited. *Crop Science* 40:1586-1587.
- Tanaka, A., & Yamaguchi, J. (1977). Producción de Materia Seca, Componentes del Rendimiento y Rendimiento del Grano de Maíz. Trad. J Kohashi S. Rama de Botánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp: 84-105.
- Tapia, M. E. & Fries, A. M. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; Asociación Nacional de Productores Ecológicos del Perú. Lima.
- Tejada, T. (1990). Uso del aceite en el control de *Heliothis zea* y *Euxesta* sp en el cultivo del maíz. En XIV Reunión de maiceros de la zona andina y I reunión sudamericana de maiceros. Maracay - Venezuela. 17 al 21 setiembre 1990.
- Torres, C. & Rodríguez, A. (1993). Evaluación de las diferencias de rendimiento entre híbridos y variedades de maíz (*Zea mays* L.). XXXIX Reunión Anual de la Sociedad del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales. Guatemala. 365 pp.
- Uzátegui, T. (2019). Niveles de calcio en el rendimiento de tres híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) bajo riego por goteo. Tesis Ing. Agr. UNALM. Lima, Perú
- Valverde, M. (2021). Variabilidad genética del rendimiento de Quinoa (*Chenopodium Quinoa Willd.*), y sus componentes y criterios de selección. Tesis M.Sc. Ciencias. COLPOS. Texcoco, México.
- Vásquez, V.; Medina, A. & Paredes, J. (2003). Ensayos de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) tropicales de grano amarillo de madurez precoz en Paján, La Libertad. *Revista Caxamarca*, 11 (2): 45-47.
- Weatherwax, P. (1955). History and origin of corn. I. Early history of corn and theories as to its origin. In G.F. Sprague, ed. *Corn and corn improvement*, 1st ed., p. 1-16. New York, NY, USA, Academic Press.
- Wilkes, H., & Goodman, M. (1995). Mystery and Missing Links: The origin of Maize. Maize Genetics Resources.

- Wilkes, H.G. (1989). Maize: domestication, racial evolution and spread. *In* D.R. Harris & G.C. Hillman, eds. *Forage and farming*, p. 440-454. London, Unwin Hyman.
- Zamudio, G. B., Espinosa, C. A., Tadeo, R. M., Encastín, D. J. J., Nelson, M. J., Félix, R. A., Cárdenas, M. A. L., & Turrent, F. A. (2015). Producción de híbridos y variedades de maíz para grano en siembra a doble hilera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(7), 1491–1505.
- Zhang, S., Li, X., Yuan, L., Li, M., & Peng, Z. (2002). Heterotic Groups and Exploitation of Heterosis--Methodology, Strategy, and Use in Hybrid Maize Breeding in China. In *Proceedings of the 8th Asian Regional Maize Workshop: New Technologies for the New Millenium*. Bangkok, Thailand, CIMMYT, México, pp. 474-481.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: PANEL FOTOGRÁFICO

