

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENERÍA AGRÓNOMA



Comparativo de rendimiento de grano de seis híbridos de maíz amarillo
duro *Zea mays* L. (Poaceae) para las condiciones de la Región La
Libertad

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

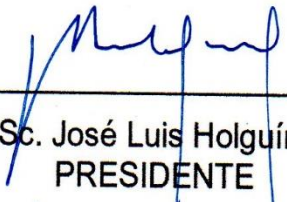
INGENIERA AGRÓNOMA

KIMBERLY SOLANGE EDITH LOYOLA PUERTAS

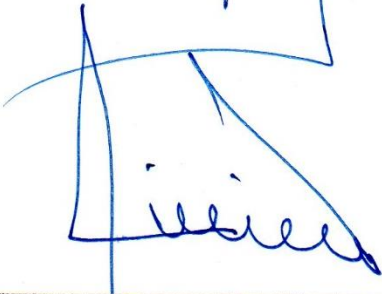
TRUJILLO, PERÚ

2019

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:



Ing. M.Sc. José Luis Holguín del Río
PRESIDENTE



Ing. M.Sc. Suiberto Vigo Rivera
SECRETARIO



Ing. César Guillermo Morales Skrabonja
VOCAL



Ing. Dr. Miguel Ángel Barandiarán Gamarra
ASESOR

DEDICATORIA

A mis queridos padres, Ana María y Jorge, por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, a ti mamá, por inculcarme los mejores valores, por darme tu inmenso amor, ternura y alentarme a ser cada día mejor, y a ti papá por tus infinitos consejos, por confiar siempre en mí, por tu amor, sin ustedes no sería la persona que soy hoy en día y no habría llegado tan lejos.

A mis amadas hermanas, Ana y Beverly, por haber hecho mi vida mucho más sencilla y hermosa, y estar siempre cuando más las necesito, por su inmenso amor y complicidad.

A Estuardo, por darme la fuerza y ánimos necesarios en todo momento, por tu apoyo desde el día uno con mi tesis y sobre todo por tu paciencia y amor infinito.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme salud y haberme bendecido y guiado siempre por un camino lleno de luz y poner en mi vida personas maravillosas.

Al Dr. Miguel Ángel Barandiarán Gamarra, por su tiempo, enseñanzas, paciencia, y dedicación en todo el desarrollo de mi tesis.

Al Dr. Milton Huanes Mariños, por brindarme su confianza y gran amistad, por su apoyo y enseñanzas.

A mi familia y amigas, que siempre están apoyándome y acompañándome en el transcurso de mi vida.

ÍNDICE

	Pág.
CARÁTULA	i
APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA.....	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
3.1 Ubicación	9
3.2 Preparación de terreno.....	9
3.3 Tratamientos en estudio	12
3.4 Características morfológicas y agronómicas de los híbridos	12
3.5 Variables registradas.....	13
3.5.1 Altura de planta y mazorca.....	13
3.5.2 Número de plantas.....	13
3.5.3 Rendimiento de grano	13
3.5.4 Número total de mazorcas	13
3.5.5 Contenido de humedad	13

3.5.6 Aspecto de mazorca	13
3.5.7 Enfermedades y daños de mazorca	13
3.5.8 Peso de grano y rastrojo	13
3.5.9 Evaluación de la mazorca	13
a. Longitud de mazorca	14
b. Número de hileras/mazorca	14
c. Número de granos/hilera	14
d. Perímetro de la mazorca.....	14
e. Diámetro de mazorca	14
f. Diámetro de tusa	14
g. Peso de tusa y grano para estimar el porcentaje de desgrane.....	14
h. Peso de 100 granos.....	14
i. Longitud de grano.....	14
j. Ancho de grano	14
k. Grosor de grano.....	14
3.6 Diseño experimental.....	14
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN	30
VI. CONCLUSIONES	34
VII. RECOMENDACIONES	36
VIII. BIBLIOGRAFÍA	37
IX. ANEXOS.....	41

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Datos meteorológicos durante el desarrollo del trabajo de investigación en el 2016.....	9
Cuadro 2. Análisis físico – químico del suelo experimental.....	10
Cuadro 3. Híbridos de maíz amarillo duro	12
Cuadro 4. Características morfológicas y agronómicas de 6 híbridos comerciales de maíz amarillo duro	12
Cuadro 5. Relación entre la altura de mazorca y altura de planta	18

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Rendimiento promedio (t/ha) de 6 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016	15
Figura 2. Altura de planta (cm) de seis híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016	16
Figura 3. Altura de mazorca (cm) de 6 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016	17
Figura 4. Floración masculina (días) de 6 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016	19
Figura 5. Floración femenina promedio (días) de 6 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016	20
Figura 6. Longitud promedio (cm) de mazorca de 6 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016	21
Figura 7. Número promedio de hileras por mazorca de 6 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016	22
Figura 8. Número promedio de grano por hilera de 6 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016	23
Figura 9. Diámetro promedio de mazorca y tuza (mm) de 6 híbrido de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016	24
Figura 10. Peso de 100 granos (g) de 6 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016.....	25
Figura 11. Longitud de grano (mm) de 6 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016.....	26
Figura 12. Ancho de grano (mm) de 6 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016.....	27
Figura 13. Grosor de grano (mm) de 6 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016.....	28

Figura 14. Regresión simple entre rendimiento y floración masculina	29
Figura 15. Regresión lineal entre rendimiento y floración femenina	29

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Cuadrados medios de las variables analizadas en el estudio	41
Anexo 2. Promedios de las variables analizadas para 6 híbridos de maíz amarillo duro.....	42
Anexo 3. Promedios de las variables no analizadas	43
Anexo 4. Valores de regresión simple y correlación entre rendimiento y las variables estudiadas	44

RESUMEN

El Perú desde 1971 importa maíz amarillo duro para satisfacer la creciente y sostenida demanda para satisfacer nuestro mercado interno que en la actualidad está entre el 65% y 70%. Por esta razón es que el uso de híbridos superiores de maíz, especialmente los biparentales, es la mejor alternativa para lograr incrementos significativos en la producción nacional, especialmente en las áreas maiceras de la costa peruana. El presente trabajo de investigación fue conducido en el Fundo UPAO II de la Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú, con el objetivo de estudiar el comportamiento de seis híbridos de maíz amarillo duro, de los cuales cinco son híbridos simples: INIA 605 (H1), Atlas 105 (H2), Megahíbrido (H3), Tropi101 (H4), Insignia 860 (H5), y DK7500 (H6) que es un híbrido triple. Los ANAVAs detectaron diferencias significativas en rendimiento de grano, altura de planta y mazorca, floración masculina y femenina, longitud de mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, diámetro de mazorca y de tusa, peso de 100 granos, longitud de grano, ancho de grano y grosor de grano. El más alto rendimiento de grano lo obtuvo H5 con 10.31 t/ha de grano ajustado al 14% de humedad seguido por los híbridos H2, H4 y H6 que alcanzaron 10.01 y 9.86 t/ha cada uno. H3 y H1 solo rindieron 6.91 y 6.82 t/ha. La floración masculina ocurrió entre los 55.3 (H2, H5) a 58 (H3) días después de la siembra, mientras que la femenina estuvo entre 56.7 (H4, H6) y 60 (H1) días. La altura de planta estuvo en el rango de 172.8 cm (H2) y 200.7 cm (H3). El mayor número de hileras por mazorca fue de 20.4 (H4), mientras que H1 solo tuvo 13.2 hileras en promedio. El número de granos por hilera estuvo entre 40.5 (H1) y 35.3 (H6). En general todos los híbridos del estudio presentaron buena sanidad y buen aspecto de mazorcas. Solo se encontró correlación negativa significativa entre rendimiento con floración masculina, y con floración femenina.

ABSTRACT

Since 1971, Peru needs to import yellow hard endosperm corn to meet the growing and sustained internal demand that nowadays reaches between 65% and 70%. For this reason, the use of superior corn hybrids, particularly biparental hybrids, is one of the best alternatives to get significant increments in the national production, in special, in the corn production areas in the Peruvian coast. The present research work was conducted in Fundo II, belonging to the Private University Antenor Orrego, in Trujillo, Peru, aiming at studying the performance of five single corn hybrids: INIA 605 (H1), Atlas 105 (H2), Megahíbrido (H3), Tropi101 (H4), Insignia 860 (H5), plus the three-way hybrid DK7500(H6). The ANOVAs showed significant differences in corn yield, ear and plant height, male and female flowering, ear length, rows-per-ear, grains-per-row, ear and cob diameter, a hundred grain weight, and length, width and thickness of the corn grain. The highest grain yield was for H5 with 10.31 t/ha, adjusted to 14% humidity, followed by H2, H4 y H6 who had 10.01 y 9.86 t/ha each one. H3 y H1 yielded 6.91 y 6.82 t/ha. Male flowering occurred between 55.3 (H2, H5) to 58 (H3) days after planting, while female flowering was between 56.7 (H4, H6) y 60 (H1) days. Plant height was in the range of 172.8 cm (H2) y 200.7 cm (H3). The highest number of rows-per-ear was 20.4 (H4), whereas H1 only had 13.2 rows in average. The number of grains-per-row was between 40.5 (H1) and 35.3 (H6). In general, all hybrids considered in the study had good plant health and good ear aspect. Significant negative correlation was found between grain yield and both male flowering and female flowering.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.), perteneciente a la familia Graminae o Poaceae, es una especie anual de rápido crecimiento con una gran capacidad de adaptación a diversas condiciones de clima y de suelo, y es de gran potencial productivo. Es uno de los tres cereales más importantes para la alimentación mundial, junto con el trigo y el arroz, y es, además, el cultivo más ampliamente sembrado (Paliwal y otros, 2001).

El cultivo de maíz para la producción de grano se encuentra distribuido a través del mundo. El área global sembrada en 2016 alcanzó a 187'959,116 ha que produjeron 1060'107,470 toneladas (FAOSTAT, 2016).

El maíz es nativo de las Américas, aunque su centro de origen no está plenamente establecido. Una de las evidencias más antiguas de maíz en el Perú, proviene de mazorcas pertenecientes a las razas Confite Morocho y Confite Chavinense encontradas en cuevas ubicadas en el departamento de Ayacucho y que datan de hace 4400 a 3100 a.C (IICA, 1991).

En el Perú, el maíz es un cultivo ancestral sembrado actualmente en todos los departamentos del territorio nacional. Los tipos más comunes de maíz son el amiláceo, sembrado mayormente en las zonas alto-andinas para consumo humano directo, y el maíz amarillo duro sembrado en las zonas bajas de nuestro país, y que es utilizado principalmente como insumo para la industria avícola, y en menor porcentaje para la industria porcina. La demanda de maíz amarillo duro excede la oferta nacional, lo que obliga al Perú a importar anualmente entre el 65 y 70% de sus requerimientos. En el 2016 se importó 3'021,308 t, teniendo un costo de 171 \$ por tonelada (precio FOB), lo que significó un egreso de divisas al país por 516 millones de dólares americanos ese año. La superficie

cosechada para ese mismo año fue de 267,576 ha, con una producción de 1'232,383 toneladas (INEI, 2017).

El maíz amarillo duro se siembra en la costa y selva de nuestro país, sin embargo, la producción de ambas regiones difiere sustantivamente. En la costa el promedio de rendimiento fue de 6.45 t/ha en 2017, mientras que para la selva el promedio fue de 2.72 t/ha. Esta gran brecha en la productividad promedio entre ambas regiones, refleja las importantes diferencias en las técnicas de manejo del cultivo, y en el tipo de germoplasma usado en ambas regiones. En la selva el tipo predominante son las variedades de polinización libre, mientras que en la costa se siembran híbridos, que en promedio son mucho más productivos, especialmente los híbridos simples, y que en los últimos años están ganando mayor aceptación por parte de los agricultores maiceros de la costa.

El propósito de esta investigación fue estudiar el comportamiento agronómico y productivo de seis híbridos comerciales de maíz amarillo duro, cinco simples y uno triple, bajo las condiciones de la región La Libertad.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

El maíz es una planta anual que pertenece a la familia de las Poaceae, y posee las características típicas de las gramíneas, con hojas alargadas dispuestas de manera alterna en el tallo que está compuesto de nudos y entrenudos. Su sistema radicular principal lo constituyen las raíces adventicias que crecen hasta 1.5 m, sin embargo, la principal masa radicular se ubica hasta los 60 cm de profundidad; posee además un sistema de raíces de anclaje que crecen en los dos a tres nudos aéreos y que le dan firmeza a la planta para evitar su caída. El maíz es una planta monoica, es decir que posee sus órganos reproductores separados en la misma planta; sus flores estaminadas se encuentran en la panoja ubicada al extremo distal del tallo, mientras que las flores pistiladas se desarrollan en la mazorca que nacen generalmente de la yema axilar de la 5ta o 6ta hoja contadas desde la panoja. Sus granos que son frutos cariósipos se distribuyen en hileras pares a lo largo de la mazorca y están protegidos por varias capas de hojas modificadas o brácteas.

Los granos de maíz están constituidos principalmente de tres partes: el pericarpio, el endospermo y el germen. La cascara o pericarpio es la parte externa o cubierta del grano; es tejido maternal que sirve como elemento protector del grano. El endospermo, formado por células es la reserva energética y ocupa hasta el 80% del peso del grano. Contiene aproximadamente el 90% de almidón y el 9% de proteína, y pequeñas cantidades de aceites, minerales y elementos traza. El germen contiene al embrión, además de grandes cantidades de energía en forma de aceite, que tiene la función de nutrir a la planta cuando comienza el período de crecimiento, así como otros muchos compuestos indispensables durante el proceso de germinación y desarrollo de la planta (Asturias, 2004).

El maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de un

gran número de productos industriales. El maíz tiene usos múltiples y variados; es el único cereal que puede ser utilizado como alimento en distintas etapas del desarrollo de la planta. Las mazorcas jóvenes del maíz (maíz baby) cosechado antes de la floración de la planta son consumidas como hortaliza. Industrialmente, el maíz es usado como insumo para la fabricación de adhesivos, explosivos, jabones, asbestos, cerámicos, plásticos, aceite para prendas, linóleo, bebidas alcohólicas, pinturas, barnices, en sustitutos de goma, etc. (Singh and Jain, 1981). Sin embargo, en los países desarrollados y en muchos países en vías de desarrollo, el maíz amarillo duro es el insumo más importante para la crianza de aves, cerdos y ganado vacuno. Por otro lado, los maíces de endospermo duro, blanco o amarillo, cristalino o semi cristalino, constituyen la base alimenticia de los pobladores de muchos países.

El desarrollo del maíz híbrido es una de los logros tecnológicos e innovadores más importantes en la historia del fitomejoramiento. Esto ha sido el resultado de la facilidad del manejo de las polinizaciones por su condición monoica, y también al convertirse en uno de los principales cultivos alimenticios a nivel global. Los grandes avances en el estudio de la genética cuantitativa, teniendo como resultado los importantes incrementos en la producción del cultivo, hizo que el uso de híbridos cada vez más eficientes y de alta productividad dominen los campos de producción en las más importantes áreas maiceras del mundo. Junto a esto, las transformaciones tecnológicas de uso industrial hicieron que su cultivo se difundiese comportándose como un catalizador para la revolución agrícola en otros cultivos (Paliwal y otros, 2001).

Los trabajos pioneros en el desarrollo de híbridos de maíz fueron realizados por George H. Shull (1908), quien reportó la reducción en el vigor de las plantas de maíz sometidas a autofecundaciones sucesivas hasta estabilizarlas en líneas puras, y luego la restauración del vigor perdido en la progenie resultante del cruzamiento de tales líneas,

demostrando al mismo tiempo la superioridad en rendimiento de grano de los individuos híbridos F₁ sobre sus líneas progenitoras lo que se conoce como el vigor híbrido o heterosis. Sin embargo, inicialmente en las primeras décadas del siglo XX, no fue posible la producción comercial de semilla híbrida debido a su alto costo, como consecuencia de la pobre productividad de las líneas. Esta situación fue superada cuando Donald Jones, en 1918, propuso la formación de híbridos dobles, poniéndolos al alcance de los agricultores maiceros de los Estados Unidos, quienes rápidamente reemplazaron a las variedades de polinización libre, incrementando significativamente los promedios nacionales de producción de maíz, a la vez que estimuló la creación de compañías productoras de semillas, muchas de las cuales lideran la producción mundial de semilla híbrida de maíz en la actualidad (Hallauer y Miranda, 1981). Más tarde, el uso de híbridos simples de maíz se hizo posible con el desarrollo de líneas progenitoras más rendidoras, de mejores características agronómicas, más tolerantes o resistentes a factores bióticos y abióticos adversos (ILSI, 2006).

Según Manrique, 1997, (citado por Chura y otros, 2004), los trabajos de mejoramiento genético y tecnificado del maíz en el Perú, se iniciaron a partir del año 1941 en la Estación Experimental Agrícola de La Molina, utilizando variedades locales e introducidas, para la obtención de variedades e híbridos de alto rendimiento. En 1945, se logra seleccionar líneas obtenidas a partir de variedades locales y que sirvieron para formar, en 1948, los dos primeros híbridos simples en el Perú: HLM – 1, HLM – 2 y, en 1950, el híbrido simple HLM – 3 (HLM = híbrido La Molina).

Los híbridos de maíz, aunque más exigentes en manejo en comparación con las variedades, presentan un mayor potencial de rendimiento, produciendo 14,000 kg/ha o más en muchos lugares de la costa peruana, y en los Estados Unidos de Norteamérica donde muchas veces supera los 20,000 kg/ha, en concursos nacionales de campos

comerciales. Un aspecto importante que debe considerarse, es el hecho de que los materiales híbridos deben estar adaptados a las zonas donde se los va a sembrar, caso contrario se corre el riesgo de no obtener buenos resultados (Amores y otros, 1995).

Se ha avanzado en el desarrollo de híbridos resistentes a ciertos insectos y enfermedades; el resultado es un germoplasma de mayor calidad y una producción anual más estable. Debido a su mayor uniformidad en la madurez y la resistencia al acame, los híbridos han ayudado a hacer posible la mecanización en gran escala (ARS, 2006).

Espinoza (2002) evaluó el comportamiento de variedades experimentales e híbridos en la provincia de Lambayeque. Los materiales genéticos evaluados y provenientes del CIMMYT fueron, EVT 14A 2001 (16 entradas), en el que sobresalió la variedad Cravinhos S9531 (RE), registrando el máximo rendimiento en grano con 10.5 t/ha. En otro ensayo de híbridos amarillos (CHTTEY 2001), con 20 híbridos en estudio, el híbrido experimental CMS991006 obtuvo el máximo rendimiento en grano con 10.98 t/ha. Espinoza (loc. cit) también reporta el comportamiento de 20 variedades de polinización abierta (EVT 16A 2001), en el cual la variedad experimental POB.-33 c4 x POB.-45 c9, registró el más alto rendimiento en grano con 11.1 t/ha.

Paredes (2009) evaluó la adaptación de siete híbridos introducidos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) en el valle del Bajo Mayo, provincia de San Martín, los rendimientos fluctuaron entre 8 362 a 5 016 kg/ha que correspondieron al híbrido DOW 2B 688 que supero en 67% a Marginal 28 Tropical, que fue la variedad testigo del ensayo.

En otros ensayos, Ríos (2011), comparó tres híbridos de maíz amarillo duro, reportando como resultado que Dow 8480 y Dekalb 5005, tuvieron un comportamiento similar estadísticamente, con rendimientos de 3674 y 3533 kg/ha, respectivamente. Por otro lado, Ayra (2012), encontró

que sí hubo diferencias significativas entre los híbridos considerados en su estudio, destacando el AGRI144 con 9,905 kg/ha, que superó a Pioneer 30F87, Pioneer 30K73, DEKALB 7088 y Marginal 28T, que presentaron rendimientos de 8,512 kg, 7,562 kg, 8,761 kg y 7,312 kg/ha, respectivamente.

Pezo (2012) evaluó siete híbridos de maíz amarillo duro en la estación experimental El Porvenir del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, San Martín. Reportó que los híbridos AG-001, Dk-5005 y XB-8010 rindieron 9,389, 8,780 y 8,674 kg/ha respectivamente, superaron a la variedad Marginal 28 Tropical como testigo local que alcanzó 7,218 kg/ha. Años antes, en otro ensayo, en la misma estación experimental, Ushiñahua (1994) comparó nueve híbridos dobles de maíz amarillo duro; los rendimientos fluctuaron entre 3.34 t/hay 1.17 t/ha que correspondieron al híbrido doble (Bra.2 xR.D.4) x (Gua.6xCol.3), y (Gua.6xR.D.4) x (Col.3 x Cb.1) y a la variedad testigo M-28-T, respectivamente.

Gonzáles y col. (2014) evaluaron el comportamiento de híbridos dobles con líneas CIMMYT y 04 híbridos comerciales de maíz amarillo duro *Zea mays* L., en Miraflores, distrito y provincia de Oxapampa, los resultados mostraron que el híbrido comercial con mayor rendimiento fue DK-5005 con 10.44 t/ha. En otro trabajo experimental, realizado en el año 2008, en el distrito de Chao, provincia de Virú, departamento de La Libertad, de los diecinueve híbridos de maíz amarillo duro en estudio, el híbrido sobresaliente en rendimiento de grano fue Dekalb 5005 con 8.59 t/ha (Vásquez, 2013).

Ricra (2017) comparó el rendimiento de veinte híbridos de maíz amarillo duro, 18 híbridos experimentales y 2 comerciales, en la ciudad de Chiclayo, en las instalaciones del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), donde el híbrido experimental 09VF obtuvo las mejores características fenotípicas y genotípicas, que además alcanzó el mayor

rendimiento en grano con 13.71 t/ha, seguido por los híbridos experimentales 08VF y 12VF con 13.18 t/ha y 13.15 t/ha.

Ruther (2017) evaluó el potencial productivo de diez cultivares de maíz amarillo duro siendo el testigo local la variedad Marginal 28 Tropical, en condiciones de Santa Ana, (fundo Potrero), La Convención, Cusco. Los diez cultivares de maíz expresaron alto potencial productivo entre 10.66 y 7.72 t/ha, superiores al promedio obtenido en Santa Ana (1.42 t/ha), en La Convención (1.43 t/ha), la región Cusco (1.65 t/ha) y la región selva de 2.57 t/ha. El híbrido PAC-860 con 10.66 t/ha fue superior en productividad a la variedad testigo Marginal 28T con 7.72 t/ha.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Campus II de la Universidad Privada Antenor Orrego ubicado en la avenida Villarreal s/n, zona de Barraza parte alta, distrito de Laredo valle Santa Catalina provincia de Trujillo, región La Libertad; a 20 m.s.n.m. y entre los paralelos 7° 46' y 8° 21' de latitud sur y 78° 15' 25'' y 79° 07' 13'' de longitud oeste. Las temperaturas máximas y mínimas entre febrero y junio del año 2016 oscilaron entre 32,4 °C y 13,4°C, según indica el Cuadro 1.

Cuadro 1. Datos meteorológicos durante el desarrollo del trabajo de investigación en el 2016.

MES	Temperatura °C			ET / mes mm	Viento			Precipitación (mm) mes	H.R %	P. Rocío °C
	Med.	Máx.	Mín.		Velocidad (m/s)		Direc.			
					Med.	Max.				
FEB	25,1	32,4	20,9	99,4	0,1	6,7	SSO	15,6	77,1	20,7
MAR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ABR	22,9	32,1	17,6	113,5	0,3	5,4	O	1,0	77,0	18,4
MAY	20,8	30,1	15,9	99,2	0,3	4,9	OSO	0,2	78,8	16,8
JUN	19,1	27,1	13,4	85,9	0,4	4,9	OSO	0,6	79,1	15,2

Fuente: Agro La Libertad. Estación meteorológica Moche – Cerro Blanco, Laredo (2017).

La preparación del suelo se inició con la limpieza del terreno eliminándose las malezas y rastrojos del cultivo anterior. Luego se preparó el suelo con tractor, usando rastra de discos, y después se gradeo para mullir los terrones. El campo experimental se marcó con cal para luego trazar los surcos separados a 70 cm entre ellos. Finalmente, se realizó un riego de enseñanza. El manejo agronómico correspondió al manejo normal de un campo de producción de maíz, cuidando que la humedad se mantenga a niveles adecuados y manteniéndolo libre de malezas.

El análisis de suelo (Cuadro 2) donde se realizó el experimento indica un nivel de materia orgánica normal, P y K disponibles son altos, el pH prácticamente neutro, y la conductividad eléctrica muestra un ligero problema de sales. El contenido de CaCO₃ en la muestra es medio.

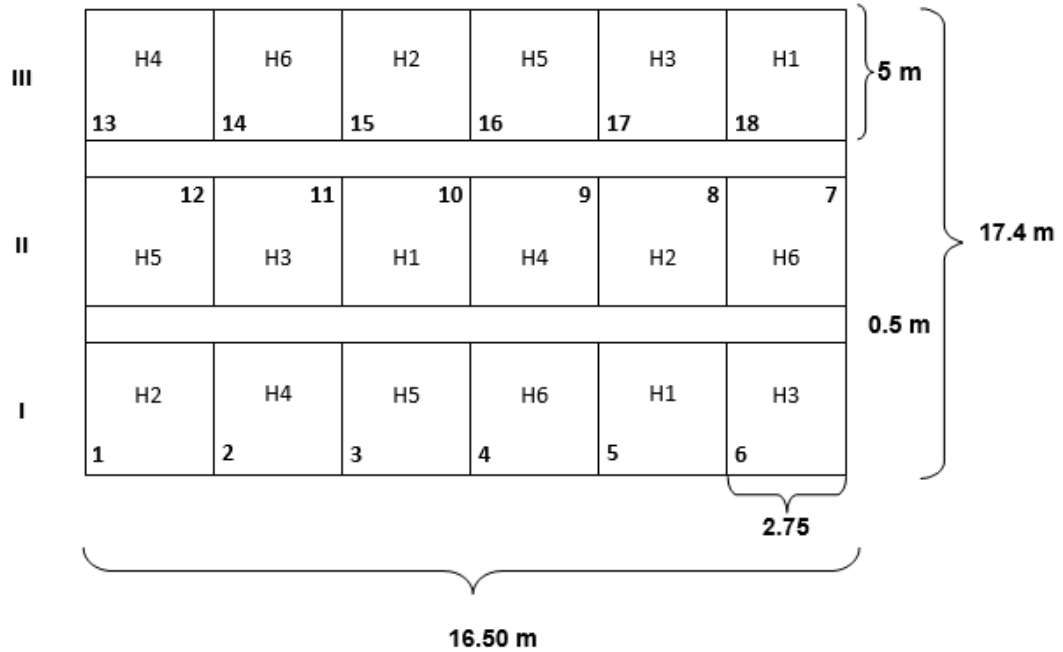
Cuadro 2. Análisis físico – químico del suelo experimental.

Muestra	M.O. (%)	P (ppm)	K (ppm)	pH 1:1	Porcentaje de Saturación	CE _{ES} mS/cm (Estimado)	CaCO ₃ (%)
1	1.88	56.12	626.9	6.92	39	2.28	3.5

Fuente: Meléndez (2011).

La fertilización fue de 240-100-140 de NPK; el nitrógeno se aplicó fraccionando la dosis a un tercio a la siembra y los dos tercios restantes entre los estados vegetativos V8 y V9. El fósforo y el potasio se aplicaron todo a la siembra. A los 5 días de la siembra se aplicó herbicida, en este caso Atrazina (Atranex), luego, se controló manualmente haciendo deshierbos con continuidad. Los principales problemas de plagas fueron los gusanos de tierra como *Agrotis sp.* y *Feltia sp.*, seguido del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*; también se presentaron pulgones (*Rhopalosiphum maidis*) en las hojas de maíz, pero sin causar daños o problemas significativos. Para el control de gusanos de tierra se aplicó cebo tóxico (afrecho, azúcar e insecticida CIPERMEX) 3 días después de la siembra. Luego de 9 días se realizó la fumigación para el control del cogollero utilizando CIPERMEX (Alpha-cypermethrin). La última aplicación de insecticida para el gusano cogollero se realizó 13 días después con CORAGEN (Chlorantraniliprole).

CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL



La unidad experimental consistió en 4 surcos de 5 m de largo. La siembra se realizó manualmente el 12 de febrero de 2016, colocando dos semillas por golpe distanciados a 20 cm entre ellos. El desahije se realizó entre los estados V2 y V3, dejando solo una planta por golpe para lograr una población de 71500 plantas por hectárea. A los 10 días después de la siembra, se efectuó un trasplante con plántulas desahijadas en los golpes donde las semillas no emergieron o fueron dañadas por el gusano. Se hicieron pequeños cortes a las puntas de las hojas más desarrolladas de las plántulas trasplantadas para reducir el estrés y lograr una mayor fijación de la planta al suelo.

La cosecha se realizó el 27 de junio de 2016, el área de cosecha fueron los dos surcos centrales en las cuales se realizaron todas las mediciones de las variables en estudio. Los tratamientos en estudio fueron seis híbridos simples de maíz amarillo duro, mostrados en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Híbridos de maíz amarillo duro.

Tratamientos	Nombre del híbrido	Tipo de híbrido
H1	INIA 605	Simple
H2	Atlas 105	Simple
H3	Megahíbrido	Simple
H4	Tropi 101	Simple
H5	Insignia 860	Simple
H6	Dekalb 7500	Triple

Las características de los híbridos considerados en este estudio se observan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Características morfológicas y agronómicas de 6 híbridos comerciales de maíz amarillo duro.

CARACTERÍSTICAS	HÍBRIDOS					
	INIA 605	Atlas	Megahíbrido	Tropi 101	Insignia	DK 7500
Tipo de híbrido	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Triple
Período vegetativo (días)	120 - 135	160	140 - 150	-	-	120
Días a la floración	60 - 70	75 - 80	60 - 70	-	75 - 90	55 - 60
Densidad de siembra	66,500- 83,250	65,000- 70,000	71,000- 75,800	65,000	72,000- 78000	62,500
Altura de planta (cm)	230	200 - 220	230	225	220 - 240	221 - 246
Altura de mazorca (cm)	123.5	100 - 110	102	100	110 - 120	119 - 130
Nº promedio de hileras	13.4	14 - 16	16	-	16 - 18	16 - 18
Nº de granos/hilera	41.68	30 - 38	40	-	32 - 39	-
Prolificidad	0.97	-	-	-	1.1	-
Longitud de mazorca (cm)	17.36	-	22	-	-	-
Color de grano	Anaranjado	Anaranjado	Amarillo oscuro	Anaranjado	Anaranjado	Amarillo naranja
Tipo de grano	Semi dentado	Corneo dentado	Cristalino	Semiflint	Corneo dentado	Semi dentado

Fuente: Fichas técnicas de los híbridos comerciales (INIA 2004 - 2012).

Las variables registradas en el estudio fueron:

- a) Altura de planta y altura de mazorca: se registró después de la floración, en 5 plantas tomadas al azar, midiendo la distancia en centímetros desde la superficie del suelo hasta la lígula de la hoja bandera, para la primera variable, mientras que la altura de mazorca se registró desde la superficie del suelo hasta el nudo de donde nace la primera mazorca, en las mismas plantas. El dato parcelario fue el promedio de las 5 observaciones.
- b) Número de plantas: se contó el número de plantas a la cosecha del área de evaluación.
- c) Rendimiento de grano por parcela (kg). Se pesaron las mazorcas de los surcos de cosecha, refiriéndose luego a toneladas de grano por hectárea, luego de ajustarlo por porcentaje de desgrane y al 14% de humedad.
- d) Número total de mazorcas cosechadas. Se contó el número total de mazorcas cosechadas en los dos surcos centrales.
- e) Contenido de humedad del grano a la cosecha: se tomó una muestra compuesta desgranando dos hileras de 5 mazorcas tomadas al azar de cada unidad experimental de las repeticiones I y III. Las muestras se llevaron a estufa hasta peso constante.
- f) Aspecto de mazorca: se registró en una escala del 1 (excelente) al 5 (muy pobre).
- g) Enfermedades y daños de mazorca: se contaron las mazorcas que presentaron problemas.
- h) Peso de rastrojo y peso de grano: se cortaron 5 plantas tomadas al azar de los surcos no evaluados de cada unidad experimental, y se pesó el rastrojo y los granos en forma separada luego de alcanzar peso constante en estufa.
- i) Evaluaciones de la mazorca: En cinco mazorcas representativas del híbrido, en cada parcela, se registró:

- a. Longitud de mazorca, en centímetros.
- b. Número de hileras por mazorca.
- c. Número de granos por hilera.
- d. Perímetro de la mazorca.

Se procedió luego a partir las mazorcas a la altura del límite entre el tercio inferior y el tercio medio de las mismas, registrándose:

- e. Diámetro de mazorca en milímetros.
- f. Diámetro de tusa en milímetros.

Luego se desgranaron las cinco mazorcas, y se registró:

- g. Peso de tusa y peso de grano para estimar el porcentaje de desgrane.
- h. Peso de 100 granos, en gramos

Finalmente se calculó:

- i. Longitud del grano, dividiendo entre dos la diferencia entre el diámetro de mazorca y el diámetro de tusa. Se registró en milímetros.
- j. Ancho de grano, dividiendo el perímetro de la mazorca entre el número de hileras. Se registró en milímetros.
- k. Grosor de grano, dividiendo la longitud de mazorca entre el número de granos por hilera. Se registró en milímetros.

Se utilizó el Diseño Experimental de Bloques Completos al Azar (Little y Hills, 1978), con 6 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos en estudio se asignaron aleatoriamente a las unidades experimentales dentro de cada una de tres repeticiones. Luego del análisis de Variancia, se utilizó la prueba de significación de Duncan 5%, para determinar las diferencias estadísticas entre tratamientos.

IV. RESULTADOS

4.1. Rendimiento de grano

El análisis de varianza para la variable rendimiento de grano, ajustado para una humedad de 14%, indicó que las diferencias detectadas entre los promedios híbridos considerados en este estudio fueron altamente significativas. El híbrido Insignia fue el que logró el mayor rendimiento con 10.31 t/ha, sin diferencias estadísticas con los híbridos Atlas (10.01 t/ha) y Tropi (9.6 t/ha), pero superior al resto de híbridos estudiados. Tampoco se observaron diferencias entre los promedios de rendimiento de Atlas, Tropi 101 y DK 7500 (8.88 t/ha), los cuales superaron significativamente al Megahíbrido y a INIA 605 que alcanzaron 6.91 t/ha y 6.82 t/ha, cada uno, pero que estadísticamente fueron similares entre ellos (Figura 1). El coeficiente de variabilidad para esta variable fue 10.55%.

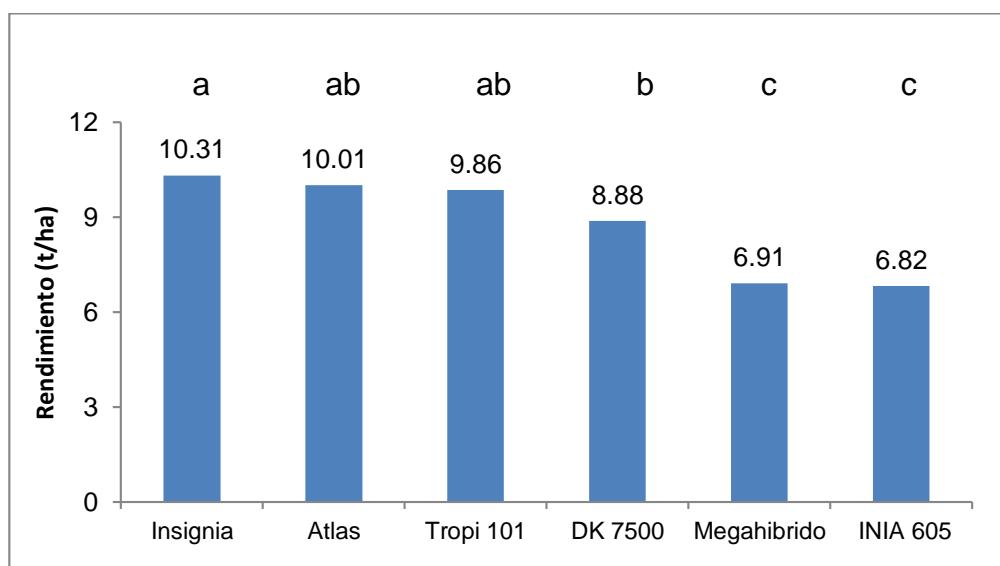


Figura 1. Rendimiento promedio de grano (t/ha) de 6 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016.

4.2 Altura de planta

El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas para esta característica entre los híbridos en estudio para esta característica. La prueba de Duncan al 5% de probabilidad (Figura 2), mostró que el híbrido H3 (Megahíbrido), que fue el de mayor altura, con 200.7 cm en promedio, pero no fue diferente estadísticamente a Insignia y DeKalb 7500, que alcanzaron 199.3 cm y 197.3 cm, respectivamente. Los menores valores de altura de planta fueron para INIA 605, Tropi 101 y Atlas con 175.5 cm, 173.9 cm y 172.8 cm respectivamente, y sin diferencias estadísticas entre sí. El coeficiente de variabilidad fue 2.69%.

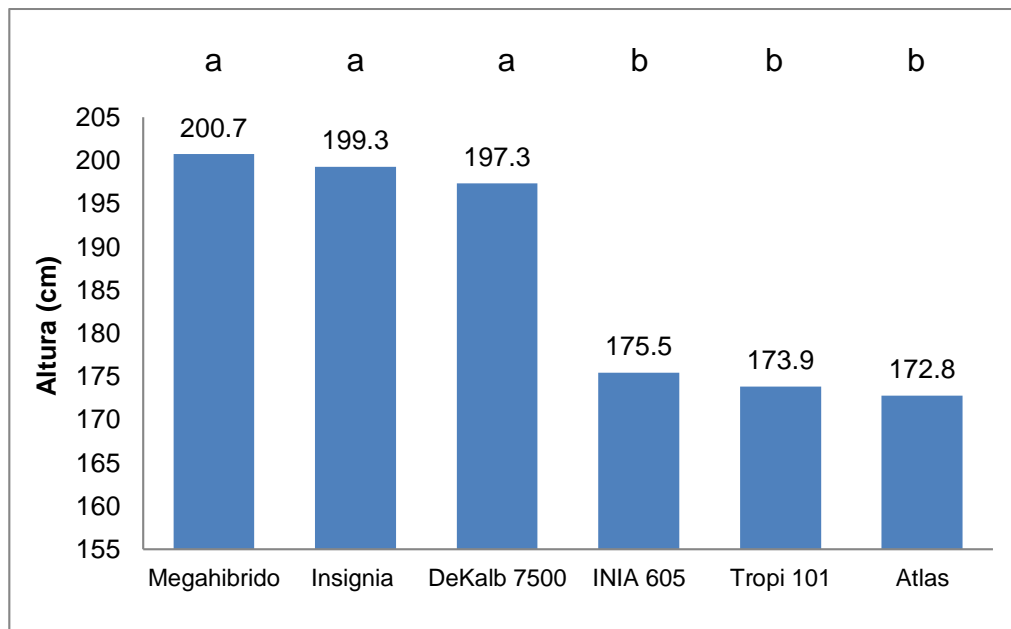


Figura 2. Altura de planta (cm) de seis híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016.

4.3. Altura de mazorca

El análisis de la variancia detectó diferencias significativas entre los híbridos en estudio para altura de mazorca. La mayor altura de mazorca fue para el híbrido Insignia con 112.1 cm en promedio, seguido por Megahíbrido con 107.5 cm, y DK7500 con 105.3 cm, entre los cuales no hubo diferencia significativa, pero la altura de mazorca de Insignia fue significativamente diferente a los tres restantes híbridos. Tampoco hubo diferencia significativa entre Megahíbrido, DK7500 y Tropi 101 (102.9 cm). Las menores alturas de mazorca fueron para INIA 605 y Atlas, que lograron 95.4 cm y 91.6 cm, cada uno, sin diferencia estadística entre ellos (Figura 3). El coeficiente de variabilidad fue de 6.19%.

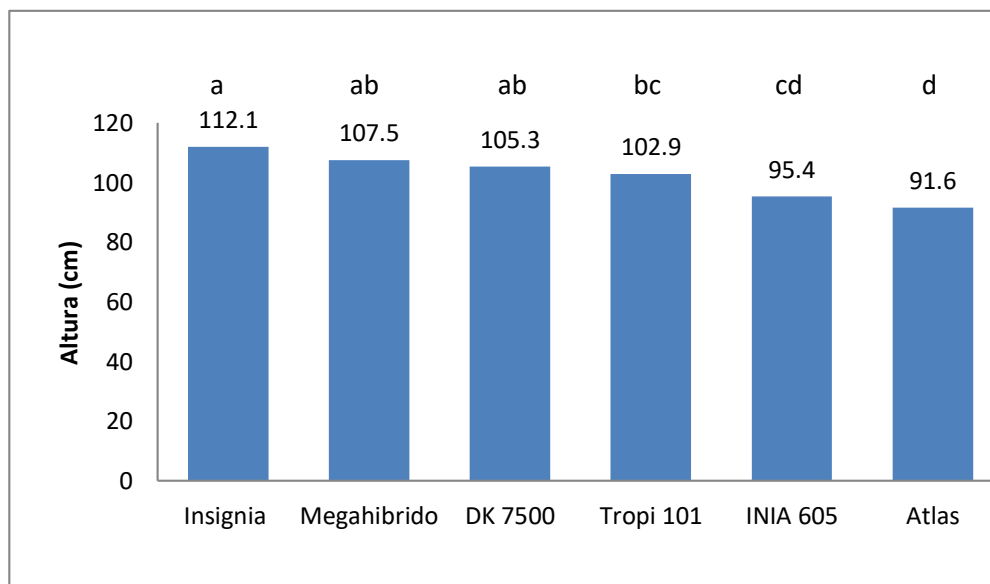


Figura 3. Altura de mazorca (cm) de 6 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016.

La relación entre la altura de mazorca y la altura de planta es un estimado del punto de inserción de la mazorca al tallo. Una inserción de mazorca en el punto medio del tallo da un valor de 0.5. Mientras más bajo

sea este valor, mayor estabilidad tendrá la planta para no caer por el peso de la mazorca, en circunstancias que podrían propiciar este evento, tal como fuertes vientos o riegos excesivos. En este estudio, los mejores valores de inserción de mazorca fueron para DK7500 y Atlas, con 0.53 cada uno, mientras que los híbridos con la mayor relación altura de planta – altura de mazorca fue para Tropi 101, que tuvo un valor de 0.59, en promedio, tal como se puede observar en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Relación entre la altura de mazorca y altura de planta.

Clave	Híbrido	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Relación AltPI/AltMz
4	Tropi 101	173.9	102.9	0.59
5	Insignia	199.3	112.1	0.56
1	INIA 605	175.5	95.4	0.54
3	Megahíbrido	200.7	107.5	0.54
6	DK 7500	197.3	105.3	0.53
2	Atlas	172.8	91.6	0.53

4.4. Floración masculina

El análisis de la variancia indicó diferencias altamente significativas entre híbridos para la variable floración masculina. La prueba de Duncan al 5% de probabilidad, mostró que el Megahíbrido fue el híbrido más tardío con 58 días, siendo diferente significativamente a los demás híbridos, seguido por INIA 605 que llegó a la antesis a los 56.7 días, siendo también diferente significativamente al resto de híbridos, esto es, a Dekalb 7500, Atlas, Insignia y Tropi 101, los cuales obtuvieron 55.7 días, 56.7 días y 55.7 días, respectivamente, sin diferencias matemáticas entre

ellos, tal como se puede observar en la Figura 4. El coeficiente de variabilidad fue de 1.18%.

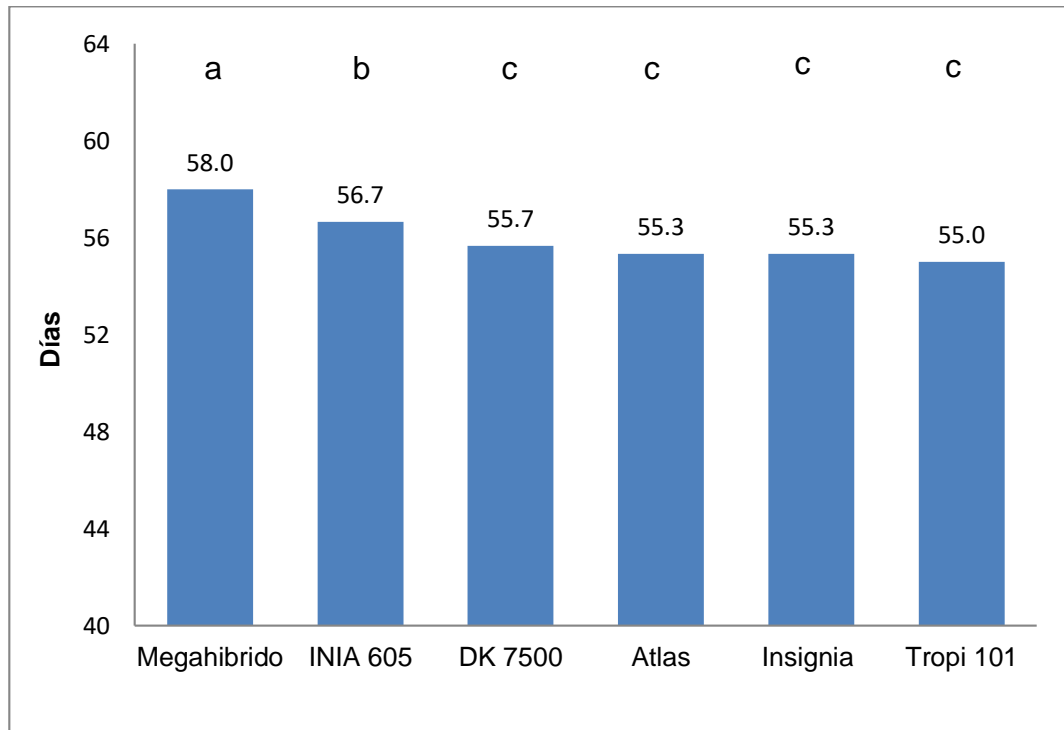


Figura 4. Floración masculina (días) de 6 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016.

4.5. Floración femenina

El análisis de la variancia indicó diferencias altamente significativas entre híbridos para la variable floración femenina. Realizada la prueba de Duncan al 5% de probabilidad, se mostró que INIA 605 fue el híbrido más tardío requiriendo 60 días para el inicio de la emergencia de los estigmas, sin embargo, no fue diferente estadísticamente al Megahíbrido que tuvo 58.7 días en promedio. Ambos híbridos fueron a su vez, estadísticamente diferentes al resto de híbridos en estudio, y entre los cuales tampoco existió diferencia estadística. Los valores alcanzados por Atlas e Insignia

fueron: 57.3 días, 57.0 días, respectivamente, mientras que para los híbridos Tropi 101 y DK 7500 fue 56.7 días para ambos, (Figura 5). El coeficiente de variabilidad fue 1.66%.

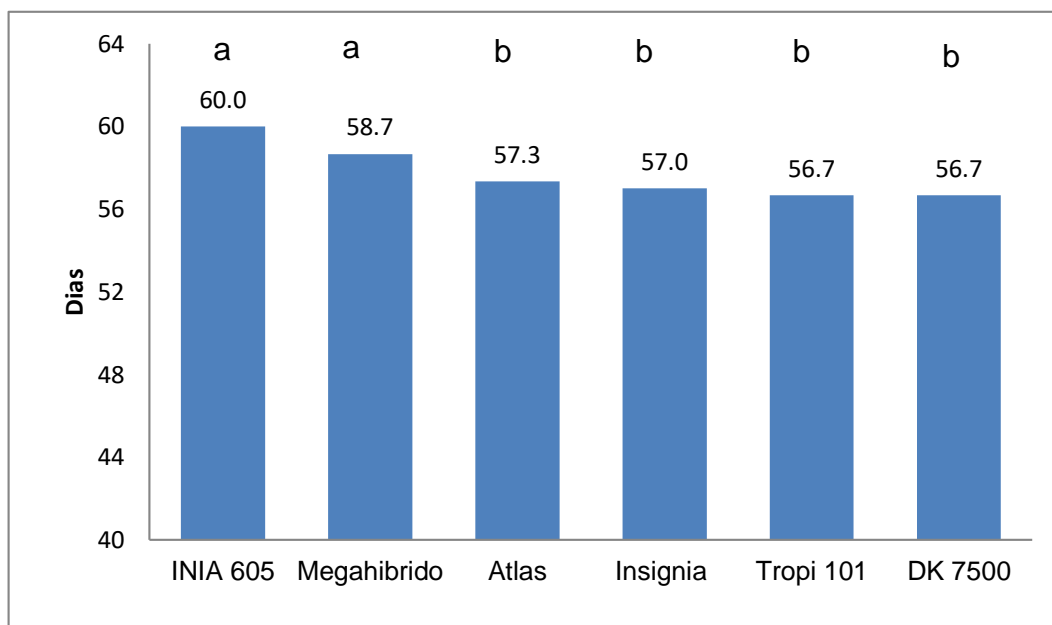


Figura 5. Floración femenina promedio (días) de 6 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016

EVALUACIONES DE MAZORCA

4.6. Longitud de mazorca

Para la variable longitud de mazorca, el análisis de varianza indicó que existió significación estadística entre los tratamientos en estudio, observándose dos grupos al respecto. En el primer grupo, la mayor longitud de mazorca fue para el tratamiento Megahíbrido, con 18.6 cm., seguido por Atlas, con 18.2 cm., e Insignia, con 17.8 cm., sin diferencias estadísticas entre ellos, pero si fueron superiores al grupo formado por los híbridos INIA 605, Tropi 101, y Dekalb 7500, que tuvieron los menores valores de longitud de mazorca, con 16.6 cm, 16.5 cm y 15.6 cm,

respectivamente, sin diferencias estadísticas entre ellos (Figura 6). El coeficiente de variabilidad fue 5.38%.

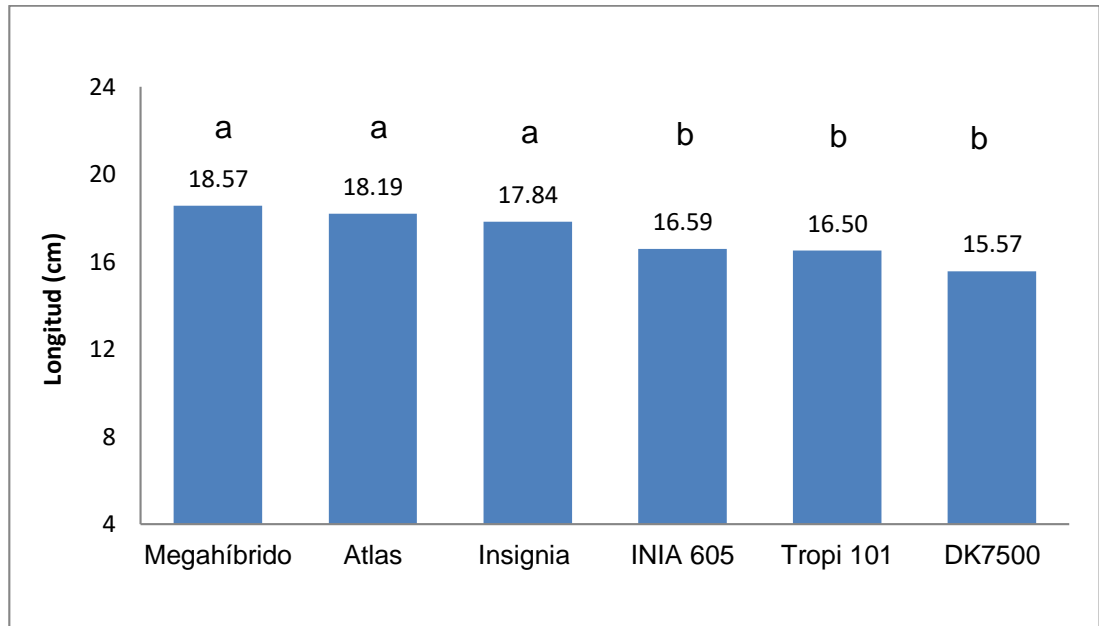


Figura 6. Longitud promedio (cm) de mazorca de 6 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016.

4.7. Número de hileras por mazorca

El análisis de varianza para el número de hileras muestra alta significación entre los híbridos en estudio para esta característica.

Efectuada la prueba de Duncan 5% entre los tratamientos en estudio, se encontró que el híbrido Tropi 101 con 20.4 que obtuvo el mayor número de hileras por mazorca superó estadísticamente a los demás híbridos. No se encontraron diferencias entre el número promedio de hileras de DK7500 e Insignia que alcanzaron valores de 17.2 y 16.27 hileras. Tampoco se detectó diferencias entre Atlas, con 14.67, y Megahíbrido, con 14.40 hileras. El híbrido con menor número de hileras fue INIA 605 con 13.20 hileras por mazorca, y que fue superado

estadísticamente por los otros cinco híbridos del estudio (Figura 7). El coeficiente de variabilidad fue de 5.74%.

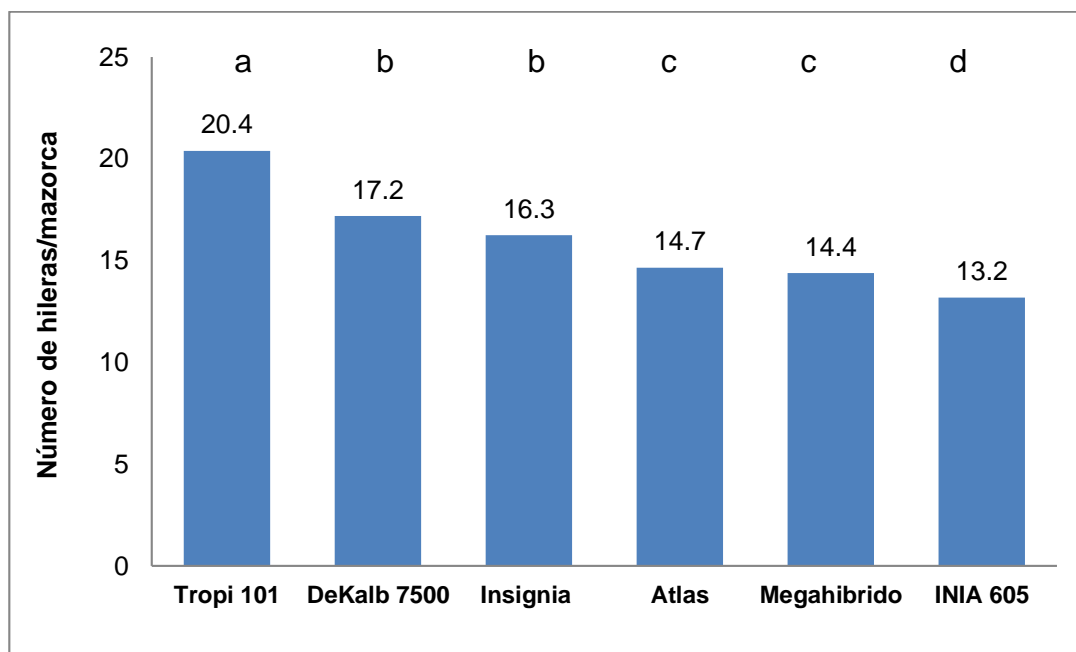


Figura 7. Número promedio de hileras por mazorca de 6 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016.

4.8. Número de granos por hilera

El análisis de varianza para esta variable indicó que hay significación estadística, con 95% de probabilidades de cometer error tipo I, entre los tratamientos en estudio.

Realizada la prueba de Duncan 5%, el número más alto de granos/hilera lo obtuvo el híbrido INIA 605 con 40.5 granos en promedio, sin diferencia matemática con Atlas que alcanzó 39.7 hileras. Ambos híbridos superaron estadísticamente a Insignia, Megahíbrido, Tropi 101 y DK 7500, que tuvieron en promedio 37.1, 36.5, 35.5 y 35.3 hileras cada uno (Figura 8). El coeficiente de variabilidad fue de 5.14%.

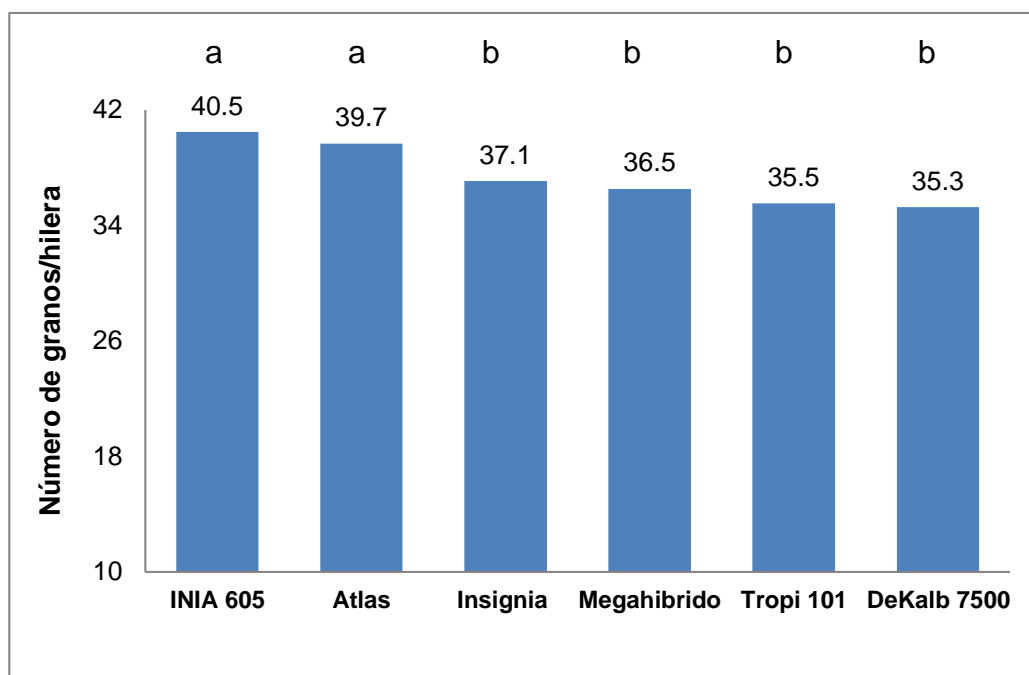


Figura 8. Número promedio de grano por hilera de 6 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016.

4.9. Diámetro de mazorca y diámetro de tusa

Para la variable diámetro de mazorca, el análisis de varianza arrojó una alta significación estadística (99%) entre los tratamientos en estudio. Tropi 101, con 55.8 mm, fue el híbrido con mayor diámetro de mazorca, superando a los demás tratamientos en estudio. Atlas le siguió con un diámetro de 50.2 mm, junto con Dekalb 7500, con 49.2 mm, e Insignia, con 48.9 mm, sin diferencia estadística entre ellos, pero superando a Megahíbrido e INIA 605, que tuvieron 47.1 mm y 45.6 mm, respectivamente, cuyos promedios tampoco fueron diferentes estadísticamente (Figura 9). El coeficiente de variabilidad para esta característica fue 3.54%.

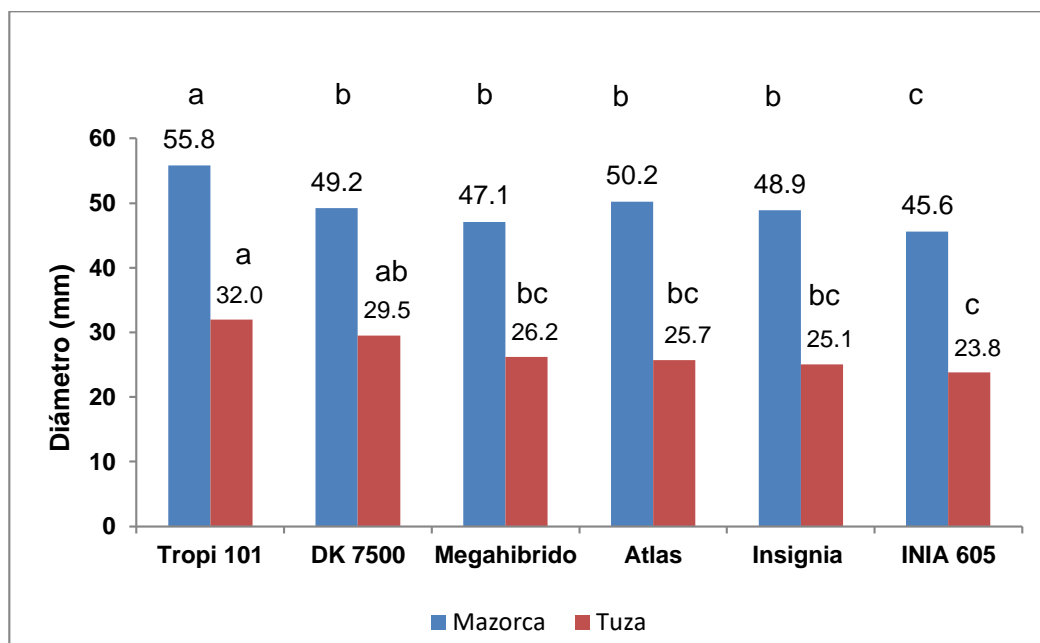


Figura 9. Diámetro promedio de mazorca y tusa (mm) de 6 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016.

Para la variable diámetro de tusa, el análisis de variancia detectó diferencias estadísticas entre los promedios con probabilidades mayores a 90% de cometer error tipo I. La prueba de Duncan 5%, mostró que no hubo diferencia entre los valores más altos alcanzados por los híbridos Tropi 101 con 32.0 mm y DK7500 con 29.5 mm, siendo el primero superior al resto de híbridos. Tampoco se encontró diferencias entre DK7500 y Megahíbrido, Atlas e Insignia que tuvieron 26.2 mm, 25.7 mm, y 25.1 mm, respectivamente. Los promedios de estos tres últimos híbridos no fueron diferentes estadísticamente al valor alcanzado por INIA 605 que tuvo 23.8 mm de diámetro de tusa, el más bajo de todos (Figura 9). El coeficiente de variabilidad fue de 12.06%.

4.10. Peso de 100 granos

El análisis de varianza para peso de 100 granos, indicó alta significación estadística entre tratamientos.

Realizada la prueba de Duncan 5%, el mayor peso de 100 granos lo obtuvo el híbrido Atlas, con 38.1 g, cuyo promedio no fue diferente estadísticamente al obtenido por Megahíbrido con 35.7 g, pero si superior al resto. A su vez, el peso de 100 granos de Megahíbrido, no fue diferente estadísticamente al obtenido por INIA 605, con 34.2 g e Insignia, con 34.2 g. Los menores pesos de 100 granos fueron para Tropi 101 y DK7500 que obtuvieron 30.5 g y 29.2 g cada uno, sin diferencia entre ellos. El coeficiente de variabilidad fue de 6.31%.

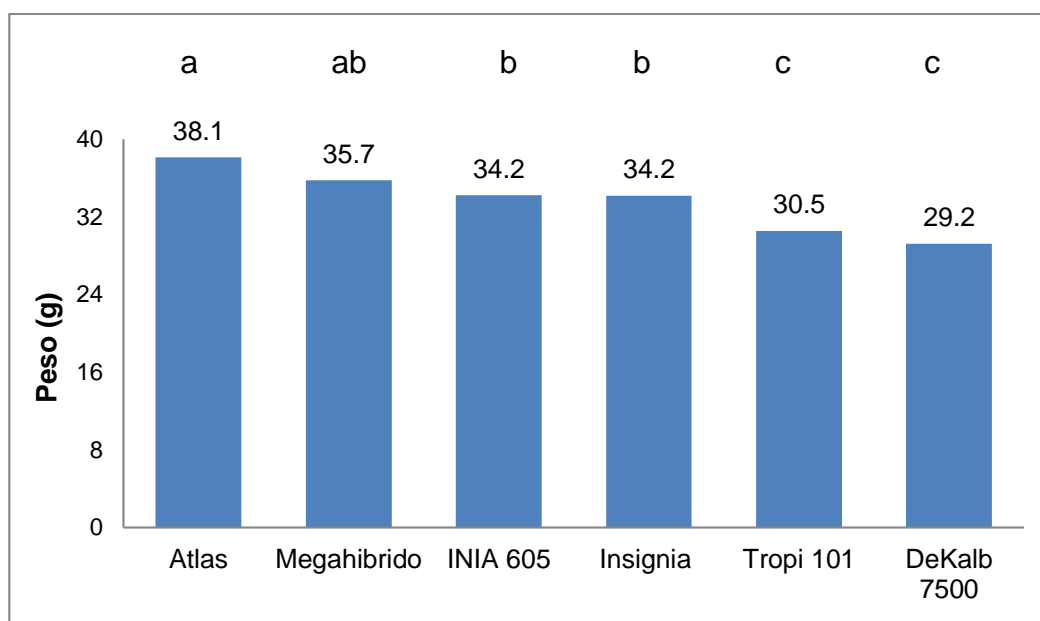


Figura 10. Peso de 100 granos (g) de 6 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016.

4.11. Longitud de grano

El análisis de varianza para longitud de grano, indicó significación estadística entre tratamientos.

Realizada la prueba de Duncan 5%, la mayor longitud de grano lo obtuvo el híbrido Atlas, con 12.24 mm, cuyo promedio no fue diferente

estadísticamente a los obtenidos por los híbridos Insignia y Dekalb 7500 con 11.91 mm y 11.57 mm, pero si superior al resto. A su vez, la longitud de grano de DK7500, no fue diferente estadísticamente al obtenido por INIA 605 (10.92 mm), cuyo promedio a su vez fue similar estadísticamente a los alcanzados por Tropi 101 y Megahíbrido que obtuvieron las menores longitudes de granos con 10.46 mm y 10.20 mm cada uno, sin diferencia entre ellos. El coeficiente de variabilidad fue de 4.9%.

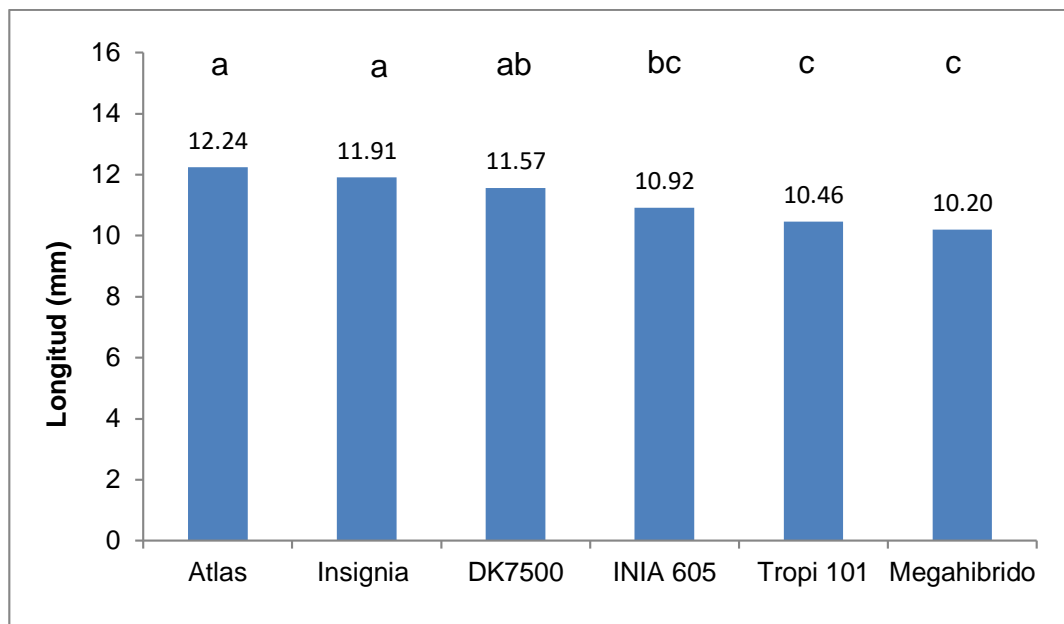


Figura 11. Longitud de grano (mm) de 6 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016.

4.12. Ancho de grano

El análisis de varianza para ancho de grano, indicó alta significación estadística entre tratamientos.

Realizada la prueba de Duncan 5%, el mayor promedio para la variable ancho de grano lo obtuvo el híbrido INIA 605 con 10.86 mm,

seguido de Atlas y Megahíbrido con 10.77 mm y 10.28 mm respectivamente, sin diferencias estadísticas entre ellos, y superiores al resto de híbridos. No hubo significación estadística entre Insignia y DK 7500 que alcanzaron 9.49 mm y 9.01 mm cada uno. Por otro lado, el híbrido Insignia fue superior estadísticamente a Tropi 101 que con 8.61 mm fue el híbrido con el valor más bajo (Figura 12). El coeficiente de variabilidad fue de 5.53%.

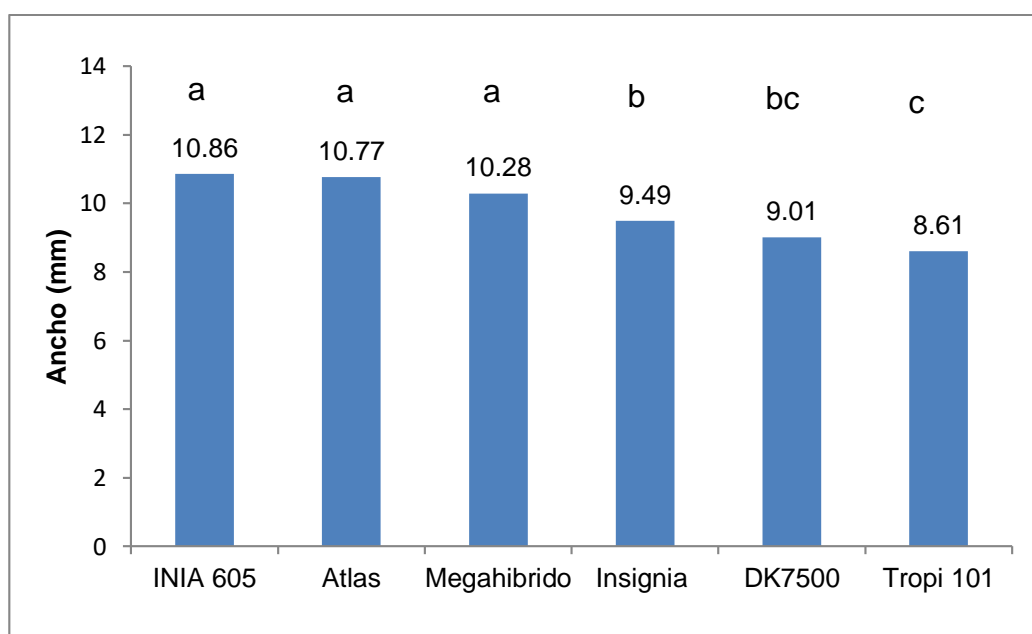


Figura 12. Ancho de grano (mm) de 6 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016.

4.13. Grosor de grano

El análisis de varianza para grosor de grano, indicó diferencias significativas entre los híbridos estudiados.

Realizada la prueba de Duncan 5%, el mayor grosor de grano lo obtuvo el híbrido Megahíbrido con 4.81 mm, que superó estadísticamente al valor alcanzado por el resto de híbridos. Entre Tropi 101, Atlas, e Insignia, con 4.35 mm, 4.34 mm y 4.29 mm cada uno, no hubo diferencias

significativas, superando a los híbridos DK7500 e INIA 605 que tuvieron los promedios más bajos con 4.05 mm y 3.99 mm, respectivamente, y sin diferencias matemáticas entre ellos (Figura 13). El coeficiente de variabilidad fue de 4,9%.

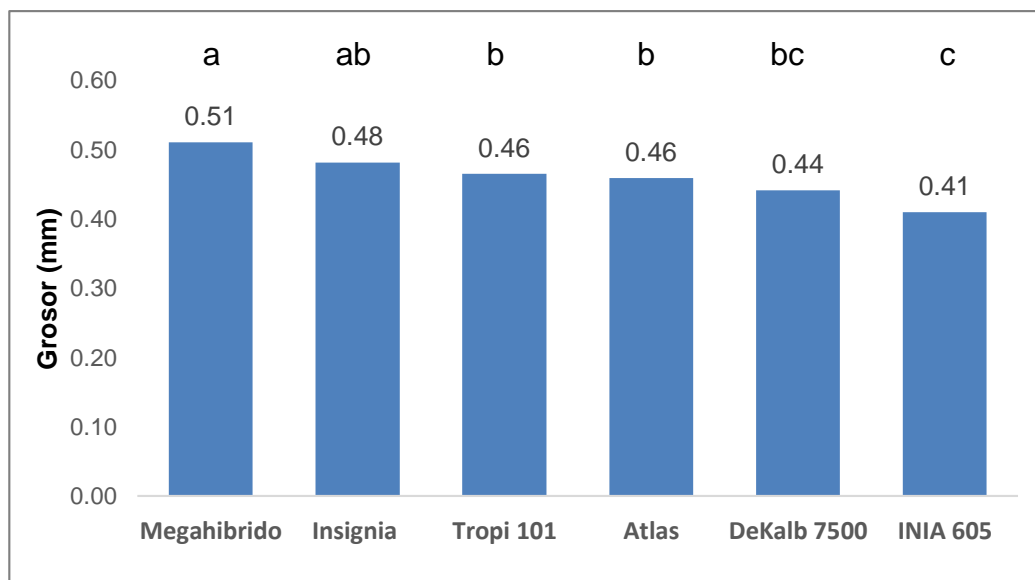


Figura 13. Grosor de grano (mm) de 6 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016.

4.14. Correlación y regresión entre variables.

Se encontró una correlación negativa y significativa entre rendimiento de grano con floración masculina y con floración femenina con valores de -0.896^* y -0.859^* , respectivamente. También hubo correlación positiva y significativa entre altura de planta y altura de mazorca (0.845^*); peso de 100 granos con longitud de mazorca (0.869^*) y con ancho de grano (0.836^*); número de hileras con diámetro de mazorcas (0.908^*) y con diámetro de tusa (0.921^*); granos por hilera con ancho de grano (0.888^*); y diámetro de mazorca con diámetro de tusa (0.839^*) (Anexo 4).

Con respecto a las regresiones entre rendimiento de grano y las variables analizadas, solo se encontró valores negativos y significativos con floración masculina (-1.241*) y femenina (-1.001), (Figuras 14 y 15).

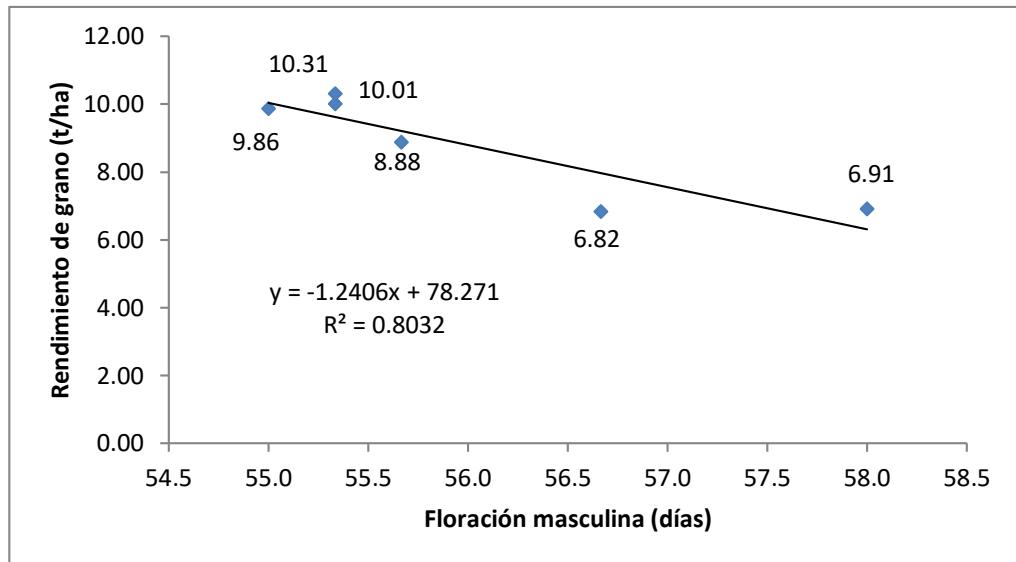


Figura 14. Regresión simple entre rendimiento y floración masculina.

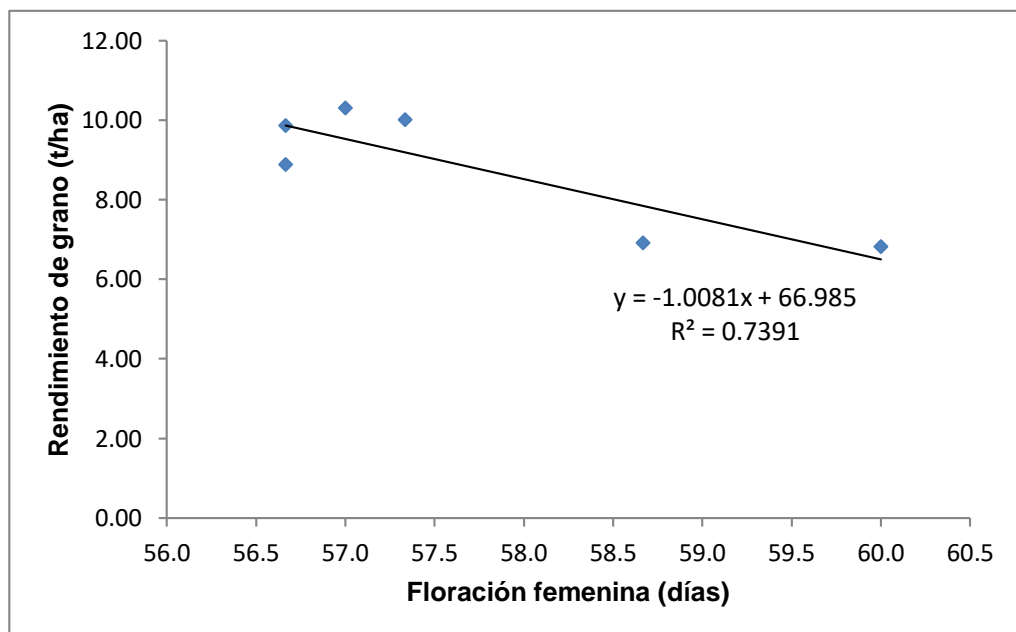


Figura 15. Regresión lineal entre rendimiento y floración femenina.

V. DISCUSIÓN

De las variables registradas solo se sometieron a análisis de la variancia las siguientes variables: rendimiento de grano, altura de planta y mazorca, floración masculina y femenina, longitud de mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, diámetro de mazorca y de tusa, peso de 100 granos, longitud de grano, ancho de grano y grosor de grano (Anexo 1). Las variables registradas y las variables calculadas a las que no se les hizo análisis de variancia fueron: número de plantas, número total de mazorcas, humedad de grano, aspecto de mazorca, acame, mazorcas podridas, prolificidad, peso de tusa y de grano por mazorca, perímetro de mazorca, porcentaje de desgrane, y materia seca de planta, tusa y grano.

Los rendimientos logrados en este estudio están, en general, en el rango de los reportados por otros estudios similares. Los híbridos simples Insignia, Atlas 105 y Tropi101 lograron rendimientos promedio de 10.31, 10.01, y 9.86 t/ha, mostrando, como era de esperar, una superioridad promedio sobre el híbrido triple DK7500 de 16.1%, y 11.0%, respectivamente. Santos (2016), en su trabajo sobre niveles de fertilización en el rendimiento de híbridos de maíz en Huánuco, encontró que el híbrido Insignia alcanzó 12.1 t/ha. Vásquez (2013) reportó el rendimiento de grano de diecinueve híbridos de maíz amarillo duro, incluyendo al híbrido DK 5005 que alcanzó 8.59 t/ha. En otro estudio, Gonzáles y otros (2014) encontró que el mayor rendimiento de grano lo alcanzó el híbrido DK 5005 con 10.44 t/ha. Los menores rendimientos en este estudio fueron para Megahíbrido e INIA 605 que tuvieron 6.91 y 6.82 t/ha. Rodríguez (2017), en un estudio sobre la respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro, a diferentes densidades de siembra reportaron un rendimiento promedio de 6.38 t/ha para INIA 605.

Una indicación de la madurez del cultivo es el porcentaje de humedad del grano al momento de la cosecha. La madurez fisiológica del grano se alcanza cuando se forma la llamada “capa negra” en la base del grano, cesando de esta manera la translocación de materia seca de la planta al grano lo que ocurre cuando el grano tiene entre 32 a 34% de humedad. INIA 605 tuvo el más bajo porcentaje de humedad de grano a la cosecha con 20.31 %, mientras que Atlas 105, Megahíbrido y Tropi 101, tuvieron 22.47, 22.52 y 22.24%, cada uno. Los valores más altos fueron para Insignia y DK7500 que tuvieron 27.43 y 27.03%, respectivamente.

La diferencia entre los días de la floración femenina y la floración masculina es una medida de la sincronización floral en el maíz, y es llamada Intervalo Antesis-Estigmas o ASI en sus siglas en inglés (Anthesis Silking Interval). Megahíbrido y DK7500 fueron los híbridos con los menores valores de ASI: 0.7 y 1.0 días en promedio, cada uno. Tropi 191, Insignia 860 y Atlas 105 tuvieron valores de 1.7, 1.7 y 2.0 días, respectivamente (Anexo 2).

El híbrido Insignia 860 tuvo la mayor altura de mazorca con 112.1 cm, y una altura de planta de 199.3 cm, y fue el más alto después de Megahíbrido que tuvo 200.7 cm. En longitud de mazorca, número de hileras por mazorca, y número de granos por hilera alcanzó el tercer lugar con 17.84 cm, 16.3 y 37.1, en peso de 100 granos, ancho y grosor de grano tomó el cuarto lugar con valores de 34.2 g, 9.49 mm y 4.29 mm respectivamente. Santos (loc.cit) encontró que Insignia alcanzo una altura de mazorca de 136 cm, 38.9 granos por hilera y 43.1 g para el peso de 100 granos: tales valores mayores a los que se reportan en este estudio.

El Megahíbrido superó en promedios a los demás híbridos en las variables altura de planta con 200.7 cm, longitud de mazorca con 18.6 cm, grosor de grano con 4.81 mm y floración masculina con 58 días, siendo el híbrido más tardío. En cambio, Vásquez (2013), en el distrito de Chao,

provincia de Virú, reportó floración masculina a los 53.9 días. En otras variables, el Megahíbrido quedó en segundo lugar en peso de tusa con 227.2 g, En tercer lugar, quedó para número de plantas, número de mazorcas, porcentaje de humedad y ancho de grano con 49, 45.7, 22.5 % y 10.28 mm, respectivamente.

Tropi 101, alcanzó el promedio más alto en las variables: número de hileras por mazorca, diámetro de mazorca, peso de tusa y perímetro con 20.4, 55.8 mm, 246.4 g y 175.4 mm, respectivamente. Sin embargo, en altura de planta, longitud de mazorca y ancho de grano, estuvo en el quinto lugar con 173.9 cm, 16.5 cm y 8.61 mm. Este híbrido, con 0.59, fue el que tuvo la mayor relación altura de planta: altura de mazorca, es decir la más alta inserción de mazorca en relación a su altura de planta.

Atlas 105 obtuvo los mejores resultados en la variable, peso de 100 granos, 38.1 g, superando así a Tropi 101 y DK 7500 lo cuales fueron los promedios más bajos. También fue el híbrido que tuvo en promedio la mayor longitud de grano, con 12.24 mm, superando estadísticamente a los demás híbridos y ocupó el segundo lugar en ancho de grano (10.8 mm) longitud de mazorca (18.2 cm), y diámetro de mazorca (50.2 mm),

INIA 605 alcanzó los mayores promedios de número de granos por hilera, ancho de grano y floración femenina con 40.5, 10.86 mm y 60 días, respectivamente. Alcanzó el tercer lugar en longitud de mazorca con 16.6 cm., también para diámetro de mazorca (45.6 mm) y número de hileras por mazorca (13.2). Pérez y Vásquez (2017) en un estudio sobre el comportamiento de híbridos de maíz amarillo duro reportaron valores de 12.5 hileras por mazorca, 13 cm de longitud de mazorca y 26.3 granos por hilera; para INIA 605, todos por debajo de los valores encontrados en este estudio.

Dekalb 7500 obtuvo mayores promedios en variables como peso de rastrojo de planta y grano con 820.8 g y 815.5 g sin diferencias

estadísticas ni significación alguna. Con 27 % de humedad y 46.7 mazorcas, ocupó el segundo lugar. Para la variable altura de planta, altura de mazorca, perímetro y longitud de grano, se situó en el tercer lugar con 197.3 cm, 105.3 cm, 154.6 mm y 11.6 mm. Obtuvo el cuarto lugar para rendimiento de grano con un promedio de 8.88 t/ha. En floración femenina se posicionó en el último lugar (56.7 días), demostrando una diferencia de 3.3 días con INIA 605.

Por otro lado, la relación negativa y significativa entre rendimiento con floración masculina y con floración femenina, medida por los correspondientes valores de correlación, sugiere que, para las condiciones de este estudio, los híbridos más precoces respondieron con una mayor producción lo que podría estar a su vez relacionado con otras características morfológicas que no fueron consideradas, tal como área foliar, tipo de hoja y su ángulo de inserción al tallo, etc. La regresión también fue significativa para estas relaciones.

VI. CONCLUSIONES

Los análisis de la variancia mostraron alta significación estadística, de 99%, entre los promedios para rendimiento de grano, altura de planta, floración masculina y femenina, diámetro de mazorca, perímetro de mazorca, número de hileras de mazorca, peso de 100 granos y ancho de grano. Por otro lado, las variables altura de mazorca, longitud de mazorca, número de granos por hilera, longitud de grano y grosor de grano, cuyos promedios fueron diferentes con 95% de probabilidades de cometer error tipo I, esto es de rechazar la hipótesis nula siendo verdadera.

En rendimiento de grano, ajustado al 14% de humedad, estuvieron entre 10.31 t/ha, para Insignia 860, y 6.82 t/ha, para INIA 605, una diferencia de 51.2% a favor del primero.

En altura de planta y altura de mazorca, los rangos oscilaron entre 200.7 cm (Megahíbrido) a 172.8 cm (Atlas) para la primera variable, y de 112.1 cm (Insignia) a 91.6 cm (Atlas) para altura de mazorca. Los mejores valores de inserción de mazorca (relación altura de planta y altura de mazorca) fueron para DK7500 y Atlas, con 0.53 cada uno.

En promedio la floración masculina ocurrió antes de la floración femenina, tal como se espera en el maíz. La coincidencia entre ambas floraciones fue buena puesto que todos los híbridos tuvieron un valor ASI 0.7 días (Megahíbrido) y 3.3 días (INIA 605). Megahíbrido se comportó como el híbrido más tardío, llegando en 58 días a la antesis y el más precoz fue Tropi 101, con 55 días. INIA 605 tardó 60 días para la emergencia de estigmas, mientras que DK 7500 lo hizo en 57 días., siendo el híbrido más precoz en cuanto a floración femenina.

En evaluaciones de mazorca, Megahíbrido presentó la mayor longitud de mazorca, Tropi 101 tuvo el mayor número de hileras, el mayor diámetro de mazorca y tusa, y el mayor grosor de grano. Atlas 105 fue el que tuvo peso de 100 granos y la mayor longitud de grano, mientras que INIA 605 tuvo los granos más anchos.

VII. RECOMENDACIONES

Continuar realizando estudios comparativos de híbridos comerciales de maíz amarillo duro en la Región La Libertad considerando más de una localidad, de manera de determinar su estabilidad en rendimiento, y su adaptación a la región.

Se sugiere, en base a los resultados de este estudio, considerar a los mejores híbridos para ensayos agronómicos relacionados principalmente a densidades de siembra y distribución espacial de siembras, y sus interacciones con niveles de fertilización, principalmente nitrógeno, elementos menores.

Con los resultados de estos tipos de estudio se podría establecer una lista recomendada de híbridos comerciales de maíz amarillo duro para la Región La Libertad, de manera que los agricultores maiceros estén mejor orientados sobre el tipo de híbrido a sembrar y de las recomendaciones tecnológicas de manejo más adecuadas para lograr la mayor productividad.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Agro La Libertad. 2017. Estación meteorológica Moche – Cerro Blanco, Laredo. Gobierno Regional La Libertad. Recuperado de:
<http://www.agrolalibertad.gob.pe/?q=node/1004>.

Amores, F., Mite, F. y Carillo, M. 1995. Manejo de la fertilización en maíz duro. Ed. INIAP.

Asturias, M.A. 2004. Maíz, de alimento sagrado a negocio del hambre. p.9. Ed. Acción Ecológica, Red para una América Latina Libre de Transgénicos.

Ayra, J. 2012. Comparativo de rendimiento entre cuatro híbridos y una variedad de maíz (*Zea mays L.*) amarillo duro en un entinsol, en el distrito de Honoría – Huánuco. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali.

Chura, Ch. J., Nakahodo, N. J. y Fegan, E. W. 2004. Mejoramiento genético de maíz en la Costa. En: Programa cooperativo de investigaciones en maíz (PCIM).

Espinoza, E. 2002. Evaluación de variedades e híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays L.*) en la provincia de Lambayeque. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina.

FAOSTAT. 2016. Producción y área mundial de maíz. Recuperado de:
<http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>.

Gonzales, J., Chura, J., García, P. y Rodríguez, J. 2014. Comportamiento de híbridos dobles con líneas CIMMYT de maíz amarillo duro *Zea mays L.*

en Oxapampa, Pasco, Perú. Segundo Congreso Peruano de Mejoramiento Genético y Biotecnología Agrícola.

Hallauer A.R. y J. Miranda. 1981. Quantitative genetics in corn breeding. Iowa State University Press. Ames, Iowa, EUA.

IICA. 1991. Experiencia en el cultivo de maíz en el área andina. Ed. IICA Biblioteca Venezuela.

ILSI Argentina-Instituto Internacional de Ciencias de la Vida. (2006). Maíz y nutrición: informe sobre los usos y las propiedades nutricionales del maíz para la alimentación humana y animal. Serie de Informes Especiales (Argentina).

INEI, 2017. Compendio estadístico. Perú 2017.

INIA. 2004. Híbrido Simple INIA 605 – Perú. Estación Experimental Agraria Vista Florida – Chiclayo. Ed. INIA.

INIA. 2012. Híbrido simple de maíz amarillo duro INIA 619 – Megahíbrido. Estación Experimental Agraria Vista Florida – Chiclayo. Ed. INIA.

Little T.M and Hills, F.J. 1978. Agricultural Experimentation. Design and Analysis. Ed. Willey&Sons. NY. EEUU.

Meléndez, S. 2011. Efecto de tres niveles de fertilización nitrogenada en la producción y calidad del cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) para encurtidos Cv. Marketnore – 76. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad privada Antenor Orrego Facultad de Ciencias Agrarias.

Paliwal, R., Lafitte H., Violic A. y Marathée J. P. 2001. El Maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. Colección FAO: Producción y protección vegetal, 28: 1- 163.

Paredes, Y. 2009. Evaluación de adaptación de siete híbridos introducidos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) en suelos del Bajo Mayo, Región San Martín. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Pérez A., y D. Vásquez. 2017. Evaluación del comportamiento de seis híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) bajo condiciones de temporal y riego en el centro poblado de Yotun, Cutervo, Cajamarca. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Recuperado de:

www. Repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/999/BC-tes-5762

Pezo, J. 2012. Comportamiento de siete híbridos y su efecto sobre las características agronómicas y el rendimiento de *Zea mays* L. (Maíz Amarillo Duro) en Selva Alta- Estación experimental "El Porvenir" -San Martín. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana Facultad de Agronomía.

Ricra, C. 2017. Estudio comparativo de veinte híbridos en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en el Instituto Nacional De Innovación Agraria - Chiclayo. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad César Vallejo.

Ríos, K. 2011. Comparativo de tres híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) y una variedad en un suelo de altura en Pucallpa. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali.

Rodríguez, L. 2017. Efecto del número de plantas por golpe, a diferentes distanciamientos entre golpes, en el rendimiento de dos híbridos de maíz amarillo duro *Zea mays* L. (Poaceae). Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Agrónoma. Universidad Privada Antenor Orrego.

Ruther, F. 2017. Evaluación del potencial productivo de diez cultivares de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en condiciones de Santa Ana, La Convención, Cusco. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad José Carlos Mariátegui.

Santos, N. 2016. 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 Valdizan.

Singh, V. y Jain, D. K. 1981. Taxonomy of Angiosperms. Ed. Rastogi Publications.

Shull, G. H., 1908. The composition of a field of maize. Am. Breeders Assoc. Rep., 4: 296–301.

Ushiñahua, D. 1994. Ensayo comparativo de nueve híbridos dobles de maíz (*Zea mays* L.) amarillo duro, bajo condiciones de secano en el valle Bajo Mayo, San Martín. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín.

U.S Department of Agriculture and Agricultural Research Service (ARS). 2006. Improving Corn.

Vásquez, P. 2013. Comparativo de rendimiento y otras características biométricas de diecinueve híbridos de maíz (*Zea mays* L.) amarillo duro en el Valle de Chao, La Libertad. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Trujillo.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Cuadrados medios de las variables analizadas en el estudio.

CUADRADOS MEDIOS DE LAS VARIABLES																
FV	gl	Rdto (t/ha)	AltPlt (cm)	AltMaz (cm)	Fmas (días)	Ffem (días)	Lmaz (cm)	Dmaz (mm)	PerMaz (mm)	HiIMz	GraHil	100gn (g)	LoGra (mm)	AnGra (mm)	GrGra (mm)	
Repeticiones	2	1,012	73,54	144,31	0,17	3,72	0,22	2,05	20,28	0,68	4,71	1,75	0,644	0,121	0,001	
Híbridos	5	7,79 **	571,16 **	176,57 *	3,86 **	5,39 **	4,07 *	37,2 **	367,13 **	19,83 **	14,06 *	32,31 **	2,023 *	2,647 **	0,004 *	
Error	10	0,86	25,25	40,25	0,43	0,92	0,86	3,07	30,29	0,85	3,71	4,51	0,302	0,269	0,000	
CV %		10,55	2,69	6,19	1,18	1,66	5,38	3,54	3,54	5,74	5,14	6,31	4,9	5,53	4,9	
DMS (5%)		1,190	6,464	8,160	0,847	1,235	1,191	2,253	7,079	1,183	2,476	2,733	0,707	0,700	0,029	
Promedio		8,77	186,58	102,47	56,00	57,72	17,21	49,48	155,45	16,02	37,42	33,66	11,21	9836,00	0,46	

Rdto Rendimiento de grano
AltPlt Altura de planta
AltMaz Altura de mazorca
Fmas Floración masculina
Ffem Floración femenina
Lmaz Longitud de mazorca
Dmaz Diámetro de mazorca
PerMaz Perímetro de mazorca

HiIMz Número de hileras por mazorca
GraHil Número de granos por hilera
100gn Peso de 100 granos
LoGra Longitud de grano
AnGra Ancho de grano
GrGra Grosor de grano

Anexo 2. Promedios de las variables analizadas para seis híbridos de maíz amarillo duro.

Híbridos	Rdto (t/ha)	AltPlt (cm)	AltMaz (cm)	AltPlt/AltMaz	Fmas (días)	Ffem (días)	ASI	Lmaz (cm)	HilMz	GraHil	Dmaz (mm)	Dtus (mm)	100gn (g)	LoGra (mm)	AnGra (mm)	GrGra (mm)
INIA 605	6,82	175	95	0,54	57	60	3,3	16,6	13,2	40,5	45,6	23,8	34,2	10,9	10,9	3,99
Atlas 105	10,01	173	92	0,53	55	57	2,0	18,2	14,7	39,7	50,2	25,7	38,1	12,2	10,8	4,34
Megahíbrido	6,91	201	108	0,54	58	59	0,7	18,6	14,4	36,5	47,1	26,2	35,7	10,2	10,3	4,81
Tropi 101	9,86	174	103	0,59	55	57	1,7	16,5	20,4	35,5	55,8	32,0	30,5	10,5	8,6	4,35
Insignia 860	10,31	199	112	0,56	55	57	1,7	17,8	16,3	37,1	48,9	25,1	34,2	11,9	9,5	4,29
DK 7500	8,88	197	105	0,53	56	57	1,0	15,6	17,2	35,3	49,2	29,5	29,2	11,6	9,0	4,05

Rdto Rendimiento de grano

AltPlt Altura de planta

AltMaz Altura de mazorca

AltPlt/AltMaz Relación Altura de planta/Altura de mazorca

Fmas Floración masculina

Ffem Floración femenina

ASI Intervalo Antesis-Estimas

Lmaz Longitud de mazorca

HilMz Número de hileras por mazorca

GraHil Número de granos por hilera

Dmaz Diámetro de mazorca

Dtus Diámetro de tusa

100gn Peso de 100 granos

LoGra Longitud de grano

AnGra Ancho de grano

GrGra Grosor de grano

Anexo 3. Cuadro de promedios de las variables no analizadas.

Promedios de las variables no analizadas														
Híbridos	Número de plantas	Número total de mazorcas	Humedad de grano (%)	Aspecto mazorca (1-5)	Plantas acamadas (%)	Mazorcas Podridas (%)	Prolificidad	Peso tusa (g)	Peso grano (g)	Perímetro (mm)	Desgrane (%)	Materia Seca (g)		
												Planta	Grano	Tusa
INIA 605	47,7	44,0	20,31	2,5	2,8	0	0,9	36,2	186,9	143,3	0,84	559,8	602,1	95,4
Atlas	50,3	50,0	22,47	2,5	2,0	1,33	1,0	42,1	237,7	157,8	0,85	676,2	731,1	100,5
Megahíbrido	49,0	45,7	22,52	2,3	4,1	0,73	0,9	45,4	203,0	147,9	0,82	657,9	721,5	133,1
Tropi 101	50,3	43,7	22,24	2,7	2,0	1,53	0,9	49,3	231,2	175,4	0,82	515,6	445,1	63,7
Insignia	48,7	45,7	27,43	2,5	1,4	2,19	0,9	36,1	214,6	153,6	0,86	642,7	687,4	97,5
DK 7500	48,7	46,7	27,03	3,2	3,4	0,71	1,0	35,5	193,4	154,6	0,85	820,8	815,5	120,9

Anexo 4. Valores de regresión simple y correlación entre rendimiento y las variables estudiadas.

REGRESIONES

	AltPlt	AltMaz	FlorMasc	FlorFem	LongMaz	HilMaz	GranHil	DiamMaz	DiamTus	100Gran	LongGra	AnchGra	GrosGra
Rendimiento	-0,0156	0,0221	-1.2406*	-1.008!*	-0,0137	0,3666	-0,1854	0,3045	0,1878	-0,0480	1,1945	-0,8219	-0,6721

CORRELACIONES

	AltPlt	AltMaz	FlorMasc	FlorFem	LongMaz	HilMaz	GranHil	DiamMaz	DiamTus	100Gran	LongGra	AnchGra	GrosGra
Rendimiento	-0,1369	0,1078	-0.8962*	-0.8597*	-0,0102	0,5997	-0,2554	0,6822	0,3680	-0,1002	0,6242	-0,4913	-0,1244
AltPlt		0,8439*	0,3927	-0,1480	0,1495	-0,0722	-0,5424	-0,3815	-0,0877	-0,1749	-0,0526	-0,2428	0,3321
AltMaz			0,1112	-0,3411	0,0367	0,3470	-0,7331	0,0254	0,2027	-0,4039	-0,2186	-0,5943	0,3183
FlorMasc				0,7302	0,3766	-0,6274	0,1302	-0,6868	-0,4252	0,3129	0,5008	0,5023	0,5008
FlorFem					0,1943	-0,7821	0,6719	-0,7343	-0,6825	0,4153	-0,0111	0,7629	-0,0111
LongMaz						-0,4455	0,2978	-0,2225	-0,5143	0,8693*	0,7636	0,5272	0,7636
HilMaz							-0,7577	0,9081*	0,9211**	-0,7039	-0,0227	-0,9342	-0,0227
GranHil								-0,5018	-0,7831	0,7060	-0,2730	0,8878*	-0,2730
DiamMaz									0,8392*	-0,3928	0,0776	-0,7038	0,0776
DiamTus										-0,7294	0,0390	-0,8541	0,0390
100Gran											0,4208	0,8381*	0,4208
LongGra												0,1542	-0,4362
AnchGra													0,0697
GrosGra													