

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



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

LUCIANA RODRÍGUEZ SILVA

TRUJILLO, PERÚ

2018

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

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

Ing. Suiberto Vigo Rivera
SECRETARIO

Ing. César Guillermo Morales Skrabonja
VOCAL

Ing. Dr. Miguel Ángel Barandiarán Gamarra
ASESOR

DEDICATORIA

A mis papás, Ana María y Ricardo, por su confianza y apoyo incondicional, por estar conmigo en cada momento de mi vida, por sus consejos y valores que me inculcaron siempre.

A mi abuela Fabiola, por ser la fuente de inspiración en mi vida, por alentarme y brindarme fortaleza, por ser parte de mi formación.

A mi abuelo Rafael, por ser mi ángel y amar a esta carrera tanto como yo. Aunque no estés presente, quiero dedicarte todos mis logros y es un honor para mí seguir tus pasos

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por haberme guiado a lo largo de mi carrera, por enseñarme en el transcurso del camino a ser perseverante y por bendecirme al estudiar esta hermosa profesión.

Quiero expresar al Dr. Miguel Barandiarán Gamarra, mi admiración y respeto por estar presente en cada momento, por brindarme sus conocimientos y tiempo durante el desarrollo de la tesis.

Finalmente a los trabajadores del Campus II de la Universidad Privada Antenor Orrego, que me brindaron su apoyo en las labores realizadas en campo.

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.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA	3
2.1.Planta de maíz	3
2.2.Densidad de siembra	6
III. MATERIALES Y MÉTODOS	10
IV. RESULTADOS.....	15
4.1.Rendimiento de grano	15
4.2.Componentes de rendimientos.....	19
4.2.1.Número de mazorcas por metro cuadrado	19
4.2.2.Número de hileras/mazorca	22
4.2.3.Número de granos/hilera.....	25
4.2.4.Peso de 100 granos.....	29
4.3.Alturas	33
4.3.1.Altura de planta.....	33
4.3.2.Altura de mazorca	33
4.4.Diámetro basal del tallo	40
4.5.Diámetro medio de tallo	44
4.6.Mediciones de mazorca	48
4.6.1.Longitud de mazorca	48

4.6.2. Perímetro de mazorca	52
4.6.3. Ancho de grano.....	55
4.6.4. Longitud de grano	58
V. DISCUSIÓN	62
VI. CONCLUSIONES.....	66
VII. RECOMENDACIONES	68
VIII. BIBLIOGRAFÍA	69
IX. ANEXOS	73

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Principales características morfológicas de los 2 híbridos de maíz amarillo duro.	12
Cuadro 2. Tratamientos en estudio.....	13

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Rendimiento de grano promedio (t/ha) de dos híbridos de maíz amarillo duro.	15
Figura 2. Rendimiento promedio (t/ha) de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.	16
Figura 3. Rendimiento promedio (t/ha) de dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.....	17
Figura 4. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra.....	17
Figura 5. Rendimiento promedio (t/ha) de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distanciamientos entre golpes.	18
Figura 6. Número promedio de mazorcas por metro cuadrado de dos híbridos de maíz amarillo duro.....	19
Figura 7. Número promedio de mazorcas por metro cuadrado de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.	20
Figura 8. Número de mazorca por metro cuadrado de dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.....	20
Figura 9. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra.....	21
Figura 10. Número promedio de mazorca por metro cuadrado de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distancias entre golpes.	21
Figura 11. Número de hileras/mazorca promedio de dos híbridos de maíz amarillo duro.	22
Figura 12. Número de hileras/mazorca promedio de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.	23

Figura 13. Número de hileras/mazorca promedio de dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.....	24
Figura 14. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra.....	24
Figura 15. Número de hileras/mazorca promedio de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distanciamientos entre golpes.	25
Figura 16. Número de granos/hilera promedio de dos híbridos de maíz amarillo duro.....	26
Figura 17. Número de granos/hilera promedio de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.....	26
Figura 18. Número de granos/hilera promedio dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.....	27
Figura 19. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra.....	28
Figura 20. Número de granos/hilera promedio de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distanciamientos entre golpes.....	29
Figura 21. Peso de 100 granos promedio (g) de dos híbridos de maíz amarillo duro.....	30
Figura 22. Peso de 100 granos promedio (g) de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.	30
Figura 23. Peso de 100 granos promedio (g) de dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.....	31
Figura 24. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra.....	32
Figura 25. Peso de 100 granos promedio (g) de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distanciamientos entre golpes.	32

Figura 26. Altura de planta promedio (cm) de dos híbridos de maíz amarillo duro.	33
Figura 27. Altura de planta promedio (cm) de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.	34
Figura 28. Altura de planta promedio (cm) de dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.....	35
Figura 29. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra.	35
Figura 30. Altura de planta promedio (cm) de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distancias entre golpes. ...	36
Figura 31. Altura de mazorca promedio (cm) de dos híbridos de maíz amarillo duro.	37
Figura 32. Altura de mazorca promedio (cm) de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.	37
Figura 33. Altura de mazorca promedio (cm) de dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.....	38
Figura 34. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra.	39
Figura 35. Altura de mazorca promedio (cm) de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distanciamientos entre golpes.	40
Figura 36. Diámetro basal promedio (cm) de dos híbridos de maíz amarillo duro.	41
Figura 37. Diámetro basal promedio (cm) de 2 híbridos de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.	41
Figura 38. Diámetro basal promedio (cm) de dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.....	42
Figura 39. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra.	43

Figura 40. Diámetro basal promedio (cm) de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distanciamientos entre golpes.	44
Figura 41. Diámetro medio de tallo (cm) de dos híbridos de maíz amarillo duro.	45
Figura 42. Diámetro medio de tallo (cm) de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.	45
Figura 43. Diámetro medio promedio (cm) de dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.....	46
Figura 44. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra.....	47
Figura 45. Diámetro medio promedio (cm) de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distanciamientos entre golpes.	48
Figura 46. Longitud de mazorca promedio (cm) de dos híbridos de maíz amarillo duro.	49
Figura 47. Longitud promedio de mazorca (cm) de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.....	49
Figura 48. Longitud promedio de mazorca (cm) de dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.....	50
Figura 49. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra.....	51
Figura 50. Longitud de mazorca promedio (cm) de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distanciamientos entre golpes.	52
Figura 51. Perímetro de mazorca promedio (mm) de dos híbridos de maíz amarillo duro.	53
Figura 52. Perímetro de mazorca promedio (mm) de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.	53

Figura 53. Perímetro de mazorca promedio (mm) de dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.....	54
Figura 54. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra.....	54
Figura 55. Perímetro de mazorca promedio (mm) de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distanciamientos entre golpes.	55
Figura 56. Ancho de grano promedio (mm) de dos híbridos de maíz amarillo duro.....	56
Figura 57. Ancho de grano promedio (mm) de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.	56
Figura 58. Ancho de grano promedio (mm) de dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.....	57
Figura 59. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra.....	57
Figura 60. Ancho de grano promedio (mm) de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distanciamientos entre golpes.	58
Figura 61. Longitud de grano promedio (mm) de dos híbridos de maíz amarillo duro.....	59
Figura 62. Longitud de grano promedio (mm) de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.	59
Figura 63. Longitud de grano promedio (mm) de dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.....	60
Figura 64. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra.....	60
Figura 65. Longitud de grano promedio (mm) de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distanciamientos entre golpes.	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Cuadrados medios de las variables registradas y analizadas en el estudio	74
Anexo 2. Promedio de las variables registradas en el estudio	75

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Campus II de la Universidad Privada Antenor Orrego - Trujillo, La Libertad. Tuvo como objetivo determinar el efecto de dos densidades de siembra (D1: 88867 plantas/ha y D2: 66665 plantas/ha) en el rendimiento de dos híbridos de maíz amarillo duro (H1: INIA 605 Y H2: DK 7508), a partir de diferentes distanciamientos entre golpes y número de plantas por golpe: 15 cm (1 planta/golpe), 20 cm (1 planta/golpe), 30 cm (2 plantas/golpe) y 40 cm (2 plantas/golpe) a un distanciamiento entre surcos de 75 cm. El diseño experimental utilizado fue Parcelas Divididas, con 8 tratamientos y 4 repeticiones. En el estudio se observó que en promedio la densidad de 88867 plantas/ha obtuvo mayor rendimiento que la densidad de 66665 plantas/ha, con una diferencia de 1.16 t/ha. El híbrido que obtuvo mejores rendimientos fue DK 7508 con un promedio de 13.36 t/ha. El tratamiento que logró un mayor rendimiento fue la combinación H2G3 (DK 7508 x 30 cm – 2 plantas/golpe, 88867 plantas/ha) con 14.56 t/ha, sin diferencias estadísticas con los tratamientos del mismo híbrido, pero superiores a las combinaciones del híbrido INIA 605. En las mediciones de mazorca como: longitud de mazorca, perímetro de mazorca, ancho de grano, grosor de grano y longitud de grano no se encontraron diferencias estadísticas, en el factor densidad, al igual que en floración masculina, floración femenina y altura de planta. Sin embargo, en diámetro basal de planta se encontraron efectos altamente significativos, mientras que en altura de mazorca y diámetro medio de planta hubo diferencias significativas en las densidades estudiadas.

ABSTRACT

This study was conducted in Campus II, property of the Private University "Antenor Orrego" (Trujillo, Peru), to determine the effect on grain yield of two yellow endosperm single hybrids corn (H1: INIA 605 and H2: DK 7508), at two planting densities (D1: 88867 plant/ha and D2: 66665 plant/ha). Density 1 was achieved by placing hills at 15cm and 30cm, with 1 and 2 plants respectively; whereas for Density 2 hills were at 20cm and 40cm, with 1 and 2 plants each. Rows were at 75 cm apart from each other. The experimental layout was a factorial in a Split Plot design with four repetitions, with Hybrids in the main plots and Hills distances in the subplots. Results indicated that, on average, the highest grain yield was obtained at Density 1 (88867 plants/ha) with a superiority of 1.16 t/ha over Density 2 (66665 plants/ha). Hybrid DK7508 had the best grain yield with 13.36 t/ha on average. The treatment combination that reached the highest grain yield was H2G3 (DK 7508 x 30 cm – 2 plants/hill, 88867 plants/ha) with 14.56 t/ha. With respect to hill distances within the same plant density, there was no statistical difference in grain yield between 15 cm-hills (1 plant/hill) and 30 cm-hills (2 plants/hill). Same results were obtained between 20 cm-hill (1 plants/hill) and 40 cm-hill (2 plants/hill). This mean that in manual planting farmers can saved a valuable effort by planting 2 plants per hill, rather than 1 plant per hill, since the latter would mean double the amount of hills. Plant density did not affected ear length, ear perimeter, grain width, grain thick, and grain length, the same as with flowering and plant height. On the other hand, basal and medium stalk diameter and ear height were affected by different plant densities.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los cereales más importante en el mundo, y es originario del hemisferio occidental. Aun cuando su centro de origen no está plenamente establecido, muchos científicos señalan a México como el más probable, desde donde su cultivo se extendió hacia Canadá por el norte, hasta el sur de Argentina. Después del descubrimiento de América, se diseminó rápidamente a Europa, África y Asia (Bartolini, 1990). La mayor parte de la producción mundial de maíz se usa en alimentación animal. Sin embargo, en muchos países, especialmente en aquellos en vías de desarrollo, el maíz se usa para consumo humano en cantidades significativas. A nivel mundial este cereal es la mayor fuente de alimento humano y animal, y ocupa el primer lugar en producción global. Según FAOSTAT (2015), la producción mundial de maíz en el año 2013 alcanzó 1,017'536,854 toneladas, cosechadas en un área de 184'192,053 hectáreas a nivel mundial. Además, este grano es una importante fuente de materia prima para producir almidón y derivados, también como edulcorantes, aceite, alcohol, entre otros (Robutti, 2004).

En el Perú, el cultivo de maíz amarillo duro durante los últimos años, viene incrementando su superficie cosechada como consecuencia del incremento del precio y por la buena estabilidad de su demanda en el mercado nacional. Se suma a esto, su fácil cultivo y la aparición en el mercado de híbridos cada vez más productivos, gracias a la constante investigación para el desarrollo de germoplasma genéticamente más eficientes y de técnicas agronómicas que lo convierte en un cultivo atractivo para los productores pequeños y medianos, (Gamboa, 2004).

Uno de los aspectos más importantes es la aparición de nuevos híbridos más rendidores, con mejores características morfológicas y más

eficientes fisiológicamente, lo que permite es afinar una mejor distribución espacial de las siembras manteniendo altas densidades, pero reduciendo costos de producción, principalmente en siembra manuales, como es aún común para muchos agricultores. Por esta razón es que se está planteando este trabajo de investigación que busca respuesta a la reducción del número de “golpes” en la siembra, manteniendo la misma densidad de plantas y sin reducir el rendimiento de grano.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Planta de maíz

El maíz es uno de los cereales de mayor tamaño y que más se produce en el mundo. El tallo es simple, erecto, robusto y sin ramificaciones. Está formado por entrenudos largos, entre los cuales hay anillos leñosos llamados nudos (Hipp, 2004). Las hojas son alternas, rectinervias, formando un número total de 15 a 20 a lo largo del ciclo (Mateo, 2005). El maíz es monoico, es decir tiene flores masculinas y femeninas en la misma planta. Las flores estaminadas o masculinas están ubicadas en la panoja. Las pistiladas o femeninas son las mazorcas (Parsons, 1988). Los granos de maíz son cariósides desnudas, cuyas partes fundamentales son el pericarpio, el endospermo, el germen y el funículo. El principal parámetro de clasificación es el color externo del grano (Ospina, 2001).

Aunque se ha dicho y escrito mucho acerca del origen del maíz, todavía hay discrepancias respecto a los detalles de su origen. Generalmente se considera que el maíz fue una de las primeras plantas cultivadas por los agricultores hace 7000 y 10000 años. La evidencia más antigua del maíz como alimento humano proviene de pequeñas mazorcas de maíz, con una antigüedad estimada en más de 5000 años, encontradas en cuevas de los habitantes primitivos del actual México (Paliwal, 2001). No se ha encontrado aún una especie silvestre de la cual el maíz haya sido derivado, sin embargo, el teosinte (*Euchlaena mexicana* S.) es considerado como un pariente silvestre del maíz ya que poseen algunas características morfológicas semejantes y se pueden cruzar entre ellos (Kiesselbach, 1980). En más de 70 años de confrontación e intercambio de ideas con relación al origen del maíz, se ha producido un consenso entre la

comunidad científica considerando a teosinte como un ancestro del maíz (Serratos, 2012).

Desde las variedades primitivas con solo 48 a 56 semillas hasta las variedades modernas de más de 600 semillas/mazorca, el maíz, como especie domesticada, depende enteramente del hombre para su reproducción (Grobman, 2004). Con el aumento de la población mundial y la necesidad permanente de incrementar la producción de alimentos, la investigación para el desarrollo de nuevas variedades ha permitido crear, inicialmente, variedades de polinización libre cada vez más productivas. Sin embargo, con la aparición de los primeros híbridos dobles de maíz en los Estados Unidos, el aumento de la productividad del cultivo ha sido constante hasta nuestros días, en que los híbridos simples están cada vez más dominando el mercado de semillas de maíz en el mundo (Hallauer y Miranda, 1981).

El desarrollo del maíz híbrido es indudablemente una de las más refinadas y productivas innovaciones en el ámbito del fitomejoramiento. Esto ha dado lugar a que el maíz haya sido el principal cultivo alimenticio a ser sometido a transformaciones tecnológicas en su cultivo y en su productividad, que han sido rápida y ampliamente difundidas; ha sido también un catalizador para la revolución agrícola en otros cultivos. Actualmente la revolución híbrida no está limitada a los cultivos de fecundación cruzada, donde se originó exitosamente, y el desarrollo de los híbridos se está difundiendo rápidamente a las especies autofecundas: el algodón y el arroz híbridos son casos exitosos y conocidos y el trigo híbrido se vislumbra como una realidad en un futuro cercano (Paliwal, 2001).

El aumento de la producción de maíz se hizo posible principalmente gracias a la introducción de semillas híbridas que para obtenerlas se utilizan como progenitores diversas líneas obtenidas por endogamia. Cuando tales

líneas se cruzan, la semilla resultante produce plantas híbridas muy vigorosas. Las variedades que se quieren cruzar deben sembrarse en hileras alternas, retirando las inflorescencias masculinas de una de ellas a mano, de manera que todas las semillas que se produzcan a partir de dichas plantas serán híbridas. Mediante una selección cuidadosa de las mejores líneas cruzadas, se pueden producir híbridos de maíz más vigorosos y apropiados para el cultivo en una zona determinada. Debido a la uniformidad de las características de las plantas híbridas, éstas son fáciles de cosechar y dan lugar a producciones más altas que los individuos no híbridos. Menos de 1% del maíz que se cultivaba en Estados Unidos en 1935 era híbrido, mientras que hoy en día lo es virtualmente en su totalidad. Actualmente se necesita mucho menos trabajo para conseguir mayores producciones por hectárea de lo que se requería antes (Raven y otros, 1992). El período de 1930 y 1960 se caracterizó por el cultivo de híbridos dobles, derivados del cruce entre dos híbridos simples, con lo que los rendimientos promedios se incrementaron en alrededor de 63 kg por hectárea al año. Entre 1960 y 1995, período en que predominó el uso de híbridos simples, los rendimientos anuales de maíz aumentaron en promedio 113 kg por hectárea (Schwember y Contreras, 2011).

En el Perú, la adopción de híbridos dobles se inició en la década de los 60 del siglo pasado, principalmente en la costa central (Manrique, 1988). A partir de entonces el uso de híbridos en la costa peruana se extendió lenta pero sostenidamente. Coronado (2016), comparó 7 híbridos de maíz, en la cual INIA 605 obtuvo un rendimiento de 4825 kg/ha, mientras que INIA 609 e INIA 619 fueron superiores, logrando 5559.5 y 5238.1 kg/ha. Mientras que, Mora y Paredes (2013), registraron rendimientos de grano de los híbridos DK 7088 (7440 kg/ha) y DK 1596 (8040 kg/ha).

2.2. Densidad de siembra

La densidad de plantas es una de las prácticas culturales más efectivas para mejorar la captura de radiación solar y por lo tanto es determinante para la obtención de altos rendimientos de grano (Sangoi, 2000). La cantidad de plantas necesarias para lograr una mayor y más eficiente captura de luz está en función del área foliar y del tipo morfológico de las hojas. Las bajas densidades afectan significativamente la captura de luz y, en consecuencia, el rendimiento de grano, ya que la mayor parte de la radiación solar no es capturada por el cultivo lo que se refleja en una menor producción de materia seca. Plantas con menor número de hojas y de hojas erectas se adaptan muy bien a mayores densidades para conseguir la cobertura total del suelo. Es por esto que los híbridos modernos de maíz, cuya arquitectura de plantas tiene tales características morfológicas, presentan una mejor respuesta al aumento de la densidad para una mayor producción de grano (Cirilo, 2004).

La densidad de plantas, se define como el número de plantas presente en un metro cuadrado de superficie. Se habla comúnmente de densidad entre líneas y dentro de las líneas, y de densidad de plantas real (que suele ser inferior en un 10-15% de la teórica) que es la que efectivamente hay en el campo. La densidad de plantas no está ligada al del ciclo vegetativo del híbrido o de la variedad. Por el contrario, la densidad de plantas está correlacionada con la carga genética de cada variedad y, por tanto, varía de híbrido a híbrido. Así, se puede comprobar que determinados híbridos precoces cultivados a altas densidades producen muy poco, del mismo modo que híbridos tardíos, con bajas densidades, producen menos de lo que permite su potencial genético (Bartolini, 1990).

La densidad y la cantidad de semilla a utilizar están determinadas por la cantidad de semillas por golpe y las distancias entre surcos, la distancia

entre golpes y el número de plantas por golpe. En términos generales las distancias recomendadas para la siembra de maíz varían entre 70 a 80 cm entre surcos para cultivares e híbridos de porte bajo y hasta 90 cm para los cultivares de mayor altura de planta y mayor área foliar. Es importante acotar que el rendimiento de grano está más directamente relacionado con el número de granos por unidad de superficie que por el número de mazorcas por planta. En un experimento reportado por Jugenheimer (1958), que estudió el efecto de cinco densidades de plantas y dos anchos de surco en dos híbridos de maíz, la mejor población de plantas fue de siete a ocho plantas por metro cuadrado, siendo el rendimiento de semillas más afectado que el número de mazorcas. Densidades altas de plantas pueden resultar en plantas sin mazorca, mientras que densidades bajas estimulan la producción de un mayor número de mazorcas por planta (Lang y otroa, 1956, citado por Jugenheimer, 1990), pero no por eso una mayor producción de grano.

En el maíz, la disponibilidad de recursos (principalmente agua y nitrógeno) modifica marcadamente la respuesta a la densidad de plantas. En ambientes de buena disponibilidad de agua y nutrientes, los mayores rendimientos se obtienen con densidades elevadas. En cambio, en condiciones de baja disponibilidad de recursos, la densidad óptima de plantas es sensiblemente menor. Cuando los recursos ambientales se tornan limitantes, la tasa de crecimiento por planta alrededor de la floración disminuye a valores en los cuales la respuesta del número de granos fijados por planta a dicha tasa de crecimiento, es muy alta. Esta situación puede ser prevenida por la disminución de la densidad, con lo que se reduce la competencia entre individuos y aumenta, por lo tanto, la tasa de crecimiento por planta. En consecuencia, la densidad óptima de plantas para lograr un máximo rendimiento en granos, está directamente asociada con la disponibilidad de recursos (Campodónico, 2012).

Otros reportes indican que al incrementar la densidad de población de maíz (33 300, 44 400 y 66 600 plantas/ha), se incrementó el rendimiento y el número de mazorcas por m², Sin embargo, el número de semillas por mazorca fue mayor con 33 300 plantas/ha y el peso de grano disminuyó con el incremento en la densidad de población. Sin embargo, un aumento en la densidad de 44 400 a 88 888 plantas/ha la producción de maíz aumentó en un 2.7 por ciento (Cervantes y otros, 2013).

El manejo correcto de la cantidad de plantas por unidad de superficie asegura la obtención de coberturas vegetales adecuadas y uniformes, lo que posibilita lograr la intercepción eficiente de la radiación sobre el cultivo. Dentro de ciertos rangos, el rendimiento adicional de las plantas con más recursos (con menor competencia) compensa el menor rendimiento de las plantas adyacentes con menos recursos (con mayor competencia), pero cuando se establecen jerarquías marcadas entre plantas, las dominadas compiten con desventajas con las plantas vecinas. La variabilidad en la distribución de las plantas puede ser causada por una distribución desigual debido al funcionamiento defectuoso de la sembradora o a una excesiva velocidad de siembra, dicha variabilidad en el stand de plantas puede componerse por espacios muy cortos o muy largos que conjugados ambos generan una desigualdad de condiciones para cada individuo (Balboa y otros, 2010).

La uniformidad de distribución de plantas será diferente de la uniformidad de distribución de semillas debido a que no todas las semillas se convierten en plantas y muchos de los factores que condicionan esta diferencia no son explicados por las prestaciones de la sembradora en términos de distribución. Dentro de estos se incluyen la calidad de la semilla, el efecto de enfermedades y plagas y la calidad del ambiente para favorecer una rápida emergencia y establecimiento del cultivo. Este último aspecto mencionado, está influenciado por la temperatura del suelo, el

potencial mático y la distribución del tamaño de agregados. Las plantas de maíz irregularmente distribuidas en la línea de siembra representan una combinación de altas y bajas densidades. Por el contrario, la desuniformidad en la línea de siembra estará condicionada por la dispersión respecto de la distancia de referencia, lo cual implica que una situación de acercamiento y/o de distanciamiento entre plantas la incrementará (D'Amico y otros, 2011).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó entre los meses de enero y junio del 2016, en el Campus II de la Universidad Privada Antenor Orrego ubicado en la avenida Villareal s/n, zona de Barraza parte alta, distrito de Laredo, valle Santa Catalina provincia de Trujillo, región La Libertad.

Para la preparación del terreno se tuvo que realizar la limpieza de campo, debido a la presencia de abundante maleza, y posteriormente se realizó dos pasadas de rastra. Tres días después, se surcó a caballo a un distanciamiento de 75 cm. La siembra se realizó el 6 de febrero del 2016 de manera manual, con ayuda de palana. Las unidades experimentales fueron de 4 surcos de 5 m de largo, distanciados a 75 cm entre ellos, lo que resultó en un área de 15 m². Se utilizaron los dos surcos centrales para las evaluaciones y la cosecha, lo que equivalió a un área de 7.5 m². El área total, incluyendo calles y separación entre bloques, fue 576 m²; el área neta del experimento fue 480 m², y el área de cosecha 240 m². El número de unidades experimentales fue 32.

La fórmula para la fertilización fue 270-120-180 de NPK. El primer abonamiento se hizo a los quince días después de la siembra, aplicando un tercio de nitrógeno, junto con todo el fósforo y potasio. Los dos tercios restantes de nitrógeno se aplicaron en los estados V9-V10, labor que se realizó junto con el aporque, utilizando palana. Además del riego de enseño se hicieron riegos una vez por semana debido a las altas temperaturas a las altas temperaturas. Hubo presencia de malezas, por lo que se hizo deshierbe manual y cuando fue necesario se realizaron aplicaciones químicas. En los primeros estados del cultivo, hubo ataque de gusanos de tierra (*Feltia sp.*), que se controló con el uso de cebos tóxicos e insecticida

líquido. Así mismo, se observó presencia de cogollero (*Spodoptera frugiperda*), sin embargo, no hubo daños significativos. La presencia del gusano cañero (*Diatraea saccharalis*) afectó al híbrido INIA 605, provocando la pérdida de plantas. Finalmente, hubo ataque de aves y roedores, y para evitar más ataques se hicieron unos conos, llamados “cucuruchos” para proteger la mazorca.

La cosecha se realizó de forma manual. El 7 de junio del 2016 se cosechó el híbrido DK 7508, mientras que dos semanas después el híbrido INIA 605. Las mazorcas cosechadas se contaron, posteriormente se despancaron, y pesaron para determinar el rendimiento parcelario, y luego se calificaron según su aspecto (1 excelente – 5 malo) y sanidad. Para determinar la humedad de grano a la cosecha, se desgranaron entre 2 a 3 hileras de 5 mazorcas hasta lograr una muestra entre 200 a 300 gr, que se llevaron al laboratorio para ser pesadas antes de llevarlas a estufa a 80° C por 36 horas, pasadas las cuales se registró el peso final. Finalmente se tomaron al azar 5 mazorcas de cada parcela que fueron llevadas al laboratorio para efectuar las mediciones correspondientes. Posteriormente se desgranaron y se pesó por separado el grano y la tuza, lo que sirvió para el cálculo del porcentaje de desgrane, esto es, determinar el porcentaje de grano por cada mazorca. Finalmente, en sobres pequeños se contaron 100 granos que fueron pesados en una balanza de precisión, para registrar el peso de 100 granos.

Se evaluó el efecto de dos densidades de siembra sobre el rendimiento de grano y sus componentes, y sobre características morfológicas de dos híbridos de maíz amarillo duro. Los híbridos fueron INIA 605 (H1) y DK 7508 (H2), cuyas características se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Principales características morfológicas de los 2 híbridos de maíz amarillo duro.

Característica	INIA 605 (H1)	DK 7508 (H2)
Tipo de híbrido	Simple	simple
Días a la floración	53 - 53	51 - 51
Altura de mazorca (cm)	110.05	151.13
Altura de planta (cm)	200.10	262.30
Prolificidad	0.97	1.02
Longitud de mazorca (cm)	13.46	15.13
Número de hileras	14	17
Número de granos/hilera	32	36
Tipo de grano	Semi dentado	Semi cristalino

Las densidades estudiadas fueron de 88867 (D1) y 66665 (D2) plantas por hectárea, que se lograron con 4 distanciamientos entre “golpes” que fueron: 15, 20, 30 y 40 cm entre planta. En los golpes a 15 y 20 cm se colocaron 2 semillas por golpe y los de 30 y 40 cm se colocaron 3 semillas por golpe. El desahije se realizó a mano, cuando la planta tenía una altura de 20 cm aproximadamente; en este caso, para los distanciamientos de 15 y 20 cm se dejó una planta por hoyo y para los distanciamientos de 30 y 40 cm dos plantas por hoyo, para lograr las densidades en estudio. Los 8 tratamientos resultantes se observan en el Cuadro 2.

El diseño experimental empleado fue de Parcelas Divididas con cuatro repeticiones (Little and Hills, 1978), con 8 tratamientos y 4 repeticiones. Los híbridos ocuparon las parcelas principales y las distancias entre golpes las sub parcelas. Los grados de libertad de las Fuente de Variación “Golpes” se descompusieron en las siguientes comparaciones ortogonales: G1 vs G3, G2 vs G4, y G1G3 vs G2G4, cada una con un grado de libertad. Similarmente, la interacción “H x G” (Híbridos x Golpes) se descompuso en

las comparaciones: (G1 vs G3) x H, (G2 vs G4) x H, y (G1G3 vs G2G4) x H cada una con un grado de libertad.

Cuadro 2. Tratamientos en estudio

Tratamiento	Híbrido	Distanciamiento entre golpes	Densidad (plantas/ha)	Código
1	INIA 605	15 cm	88867 (D1)	H1D1-15
2	INIA 605	20 cm	66665 (D2)	H1D2-20
3	INIA 605	30 cm	88867 (D1)	H1D1-30
4	INIA 605	40 cm	66665 (D2)	H1D2-40
5	DK 7508	15 cm	88867 (D1)	H2D1-15
6	DK 7508	20 cm	66665 (D2)	H2D2-20
7	DK 7508	30 cm	88867 (D1)	H2D1-30
8	DK 7508	40 cm	66665 (D2)	H2D2-40

Las variables que se registraron fueron:

- Altura de planta (cm). Se tomaron medidas de 5 plantas tomadas al azar, de los dos surcos centrales. Las medidas fueron desde la superficie del suelo hasta el cuello de la hoja bandera.
- Altura de mazorca (cm). Se tomaron medidas de las 5 plantas anteriores, en este caso se midió desde la superficie del suelo hasta el nudo de la primera mazorca.
- Días a la floración masculina y femenina. Se registró el número de días desde la siembra hasta que la mitad más uno (51 %) de plantas del campo experimental entró en el periodo de antesis y de emisión de pistilos, respectivamente.
- Diámetro del tallo (mm). Se midió el diámetro basal y el diámetro cerca al nudo de la primera mazorca.
- Número de plantas cosechadas. Se realizó el conteo de las plantas

cosechadas, de los dos surcos centrales de cada campo experimental.

- Número de mazorcas cosechadas. Se contó el número de mazorcas cosechadas, provenientes de los dos surcos centrales de cada campo experimental.
- Número de mazorcas por metro cuadrado. Se registró dividiendo el número de mazorcas cosechadas entre el área de cosecha.
- Pudrición de mazorcas. Se contaron y registraron las mazorcas podridas.
- Aspecto de mazorca. Se calificaron las mazorcas cosechadas en una escala del 1 – 5 (excelente - muy malo).
- Peso de campo (Kg/parcela). Se pesaron las mazorcas despancadas de cada unidad experimental.
- Humedad de grano (%). Las muestras se pesaron, y luego se secaron hasta obtener peso constante. Se calculó luego el factor de humedad referido al 14% de humedad.

Con las mediciones en las 5 mazorcas tomadas al azar de cada unidad experimental se registró como promedio: Número de hileras/mazorca, número de granos/hilera, longitud de mazorca (cm), diámetro de mazorca (mm), diámetro de tuza (mm), peso de grano y de tuza (g), peso de 100 granos (g) Con estos datos se calculó: Prolificidad (número de mazorcas entre número de plantas), ancho de grano (perímetro de mazorca entre el número de hileras), longitud de grano (diámetro de mazorca menos diámetro de tuza, dividido entre dos), grosor de grano (longitud de mazorca entre número de grano/hilera), porcentaje de desgrane (peso de grano entre peso de mazorca).

Rendimiento de grano por hectárea (se calculó sobre la base del peso parcelario ajustado por el porcentaje de desgrane y el factor de humedad).

IV. RESULTADOS

4.1. Rendimiento de grano

El análisis de la variancia para rendimiento de grano por hectárea, indicó que hubo diferencias estadísticas altamente significativas entre los promedios de los híbridos en estudio. El híbrido que alcanzó el máximo rendimiento fue DK 7508 (H2) con 13.64 t/ha, que superó estadísticamente a INIA 605 (H1) que solo alcanzó un promedio de 6.66 t/ha (Figura 1).

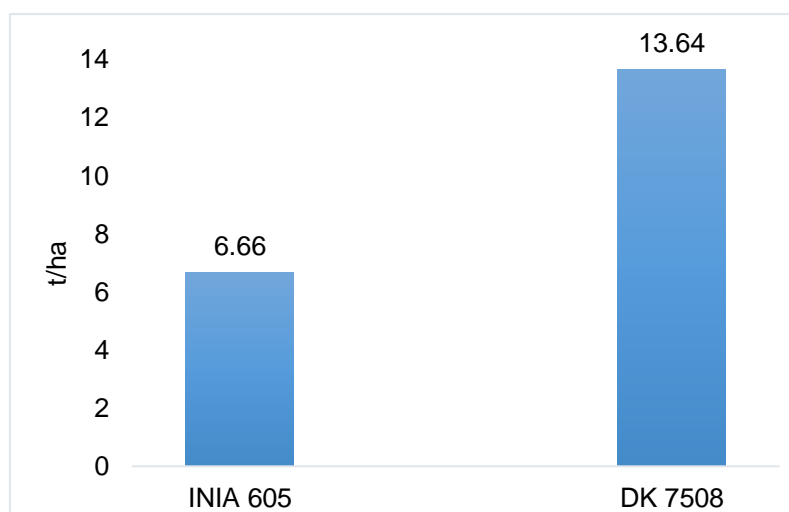


Figura 1. Rendimiento de grano promedio (t/ha) de dos híbridos de maíz amarillo duro.

Las diferencias entre golpes también fueron significativas. El mayor rendimiento promedio por hectárea fue para la siembra con golpes cada 30 cm, 2 plantas/golpe, que tuvo 10.90 t/ha en promedio, seguido por los golpes cada 15 cm, 1 planta/golpe, con 10.55 t/ha, y golpes cada 20 cm, 1 planta/golpe, con 9.74 t/ha, sin diferencias estadísticas entre ellos. El menor rendimiento promedio fue para los golpes cada 40 cm, 2 plantas/golpe, que tuvo 9.40 t/ha, superado estadísticamente solo por el rendimiento logrado cada 30 cm (Figura 2).

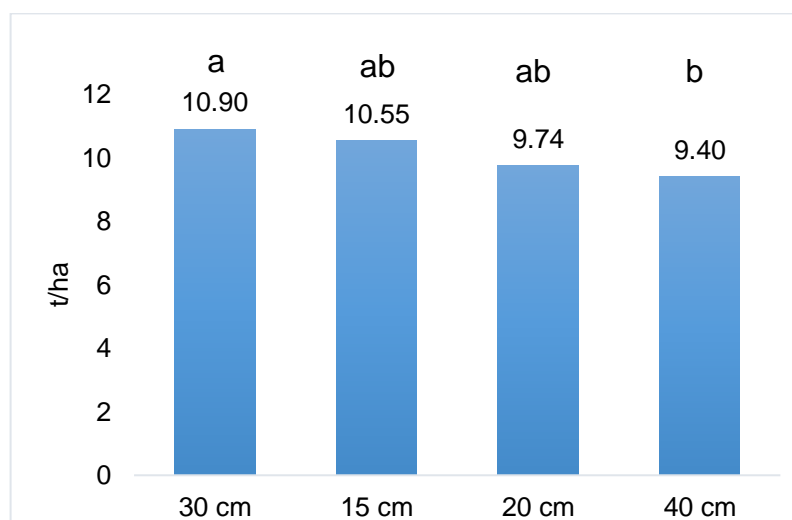


Figura 2. Rendimiento promedio (t/ha) de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.

Descompuesta la suma de cuadrados de golpes, no se encontró diferencias estadísticas entre G1vsG3 ni entre G2vsG4, pero si hubo diferencias altamente significativas entre G1G3vsG2G4. Esto significa que el rendimiento promedio logrado sembrando una planta a 15 cm (10.55 t/ha) o dos plantas cada 30 cm (10.90 t/ha) para lograr una densidad de 88867 plantas/ha (D1) es similar estadísticamente. Igualmente, para la densidad 2, 66665 plantas/ha, no hubo diferencia estadística entre el rendimiento alcanzado sembrando una planta cada 20 cm (9.74 t/ha) y dos plantas cada 40 cm (9.40 t/ha) (Figura 2). Sin embargo, comparando ambas densidades, esto es, G1G3 (D1) vs G2G4 (D2), el mayor rendimiento promedio fue para la densidad de 88867 plantas/ha con 10.73 t/ha, mientras que con la densidad 66665 plantas/ha se logró 9.57 t/ha, esto es una superioridad de 12.12% que en peso de grano significó 1.16 toneladas (Figura 3).

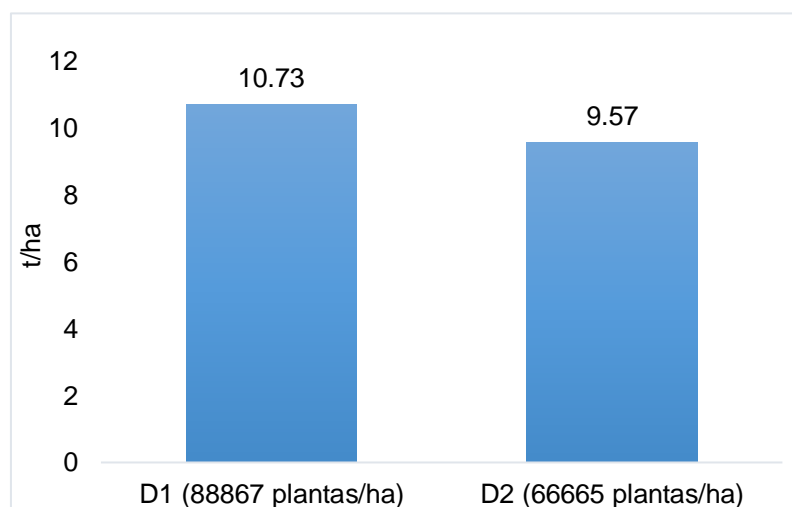


Figura 3. Rendimiento promedio (t/ha) de dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.

La interacción Híbridos por Golpes (HxG) no fue significativa (Anexo 1), lo que sugiere que la respuesta de los híbridos a los diferentes tipos de golpes considerados en el estudio fue similar, tal como se muestra en la Figura 4 donde claramente se observa la misma tendencia de respuesta a los diferentes golpes en estudio, en ambos híbridos.

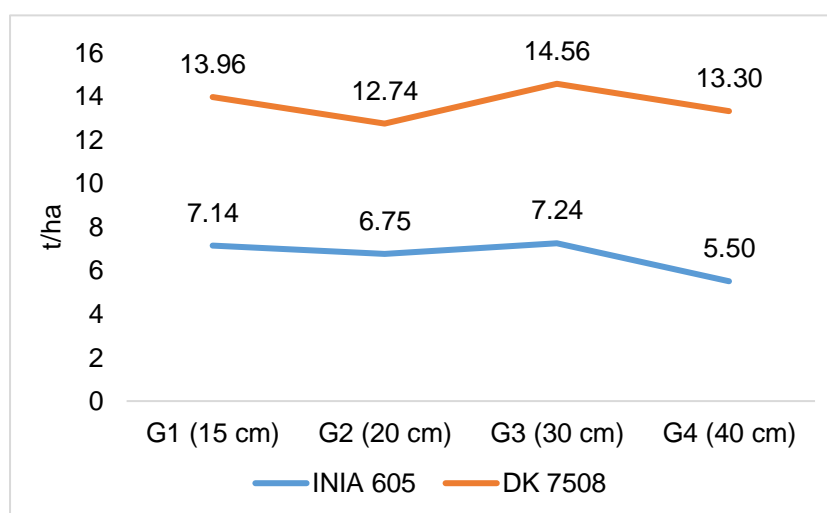


Figura 4. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra

Las comparaciones ortogonales derivadas de la descomposición de la suma de cuadrados de la interacción Híbridos x Golpes no indicaron

diferencias significativas en las interacciones D1 (G1vsG3)xH, D2 (G2vsG4)xH, y D1D2xH.

Efectuada la prueba de duncan 5% entre los tratamientos en estudio, el más alto rendimiento se logró con el híbrido 2 sembrado a golpes cada 30 cm y 2 plantas/golpe (H2G3) con 14.56 t/ha, sin diferencias estadísticas con las combinaciones del mismo híbrido en golpes cada 15 cm (H2G1) y 40 cm (H2G4) y que fueron 13.96 t/ha y 13.3 t/ha, respectivamente, pero superior al resto de tratamientos. La combinación H2G2, con 12.74 t/ha fue estadísticamente similar a H2G1 y H2G4. Las combinaciones con el híbrido 2 fueron superiores estadísticamente a las combinaciones del híbrido 1, que fueron de 7.24 t/ha (H1G3), 7.14 t/ha (G1), 6.75 t/ha (G2) y 5.5 t/ha (G4), entre las cuales tampoco hubo diferencias estadísticas (Figura 5).

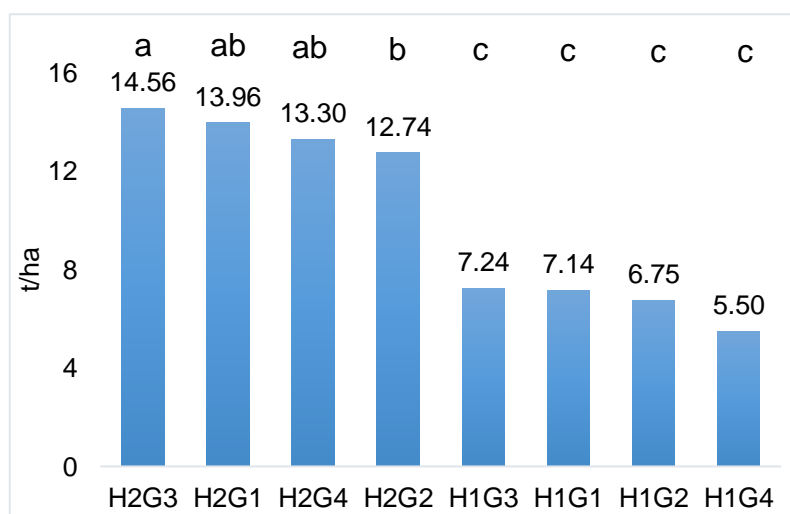


Figura 5. Rendimiento promedio (t/ha) de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distanciamientos entre golpes.

Los coeficientes de variabilidad fueron 29.3% para parcela principal, mientras que para sub parcelas fue 10.7% (Anexo 2).

4.2. Componentes de rendimientos

4.2.1. Número de mazorcas por metro cuadrado

En el análisis de la Variancia para número de mazorcas por metro cuadrado (mz/m^2) no se encontró diferencias estadísticas entre los promedios de los híbridos en estudio, siendo DK 7508 (H2) el que alcanzó el mayor valor con $7.69\text{ }mz/m^2$; INIA 605 (H1) tuvo $6.72\text{ }mz/m^2$, esto es, 12.6% ($0.97\text{ }mz/m^2$) menos (Figura 6). Esta diferencia es importante, sin embargo, no fue detectada por el diseño lo que probablemente se deba al alto coeficiente de variabilidad para parcela principal y que fue de 20.99% . El coeficiente de variabilidad para sub parcelas fue 11.15% (Anexo 2).

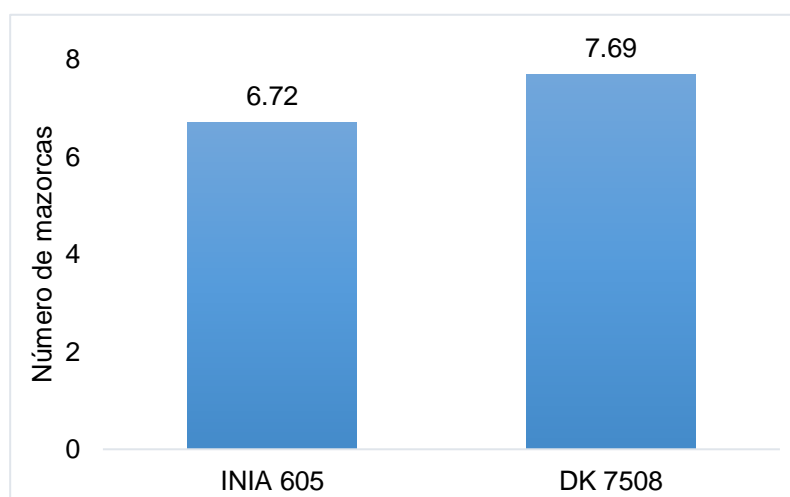


Figura 6. Número promedio de mazorcas por metro cuadrado de dos híbridos de maíz amarillo duro.

Entre golpes, las diferencias fueron altamente significativas. El mayor número de mazorcas se obtuvo con golpes a 15 cm con $7.93\text{ }mz/m^2$, seguido por Golpes a 30 cm que tuvo $7.83\text{ }mz/m^2$, sin diferencias estadísticas entre ellos, pero ambos distanciamientos fueron superiores estadísticamente a los Golpes cada 20 cm y 40 cm, que obtuvieron $6.73\text{ }mz/m^2$ y $6.32\text{ }mz/m^2$, cada uno, y sin diferencias estadísticas entre ellos (Figura 7).

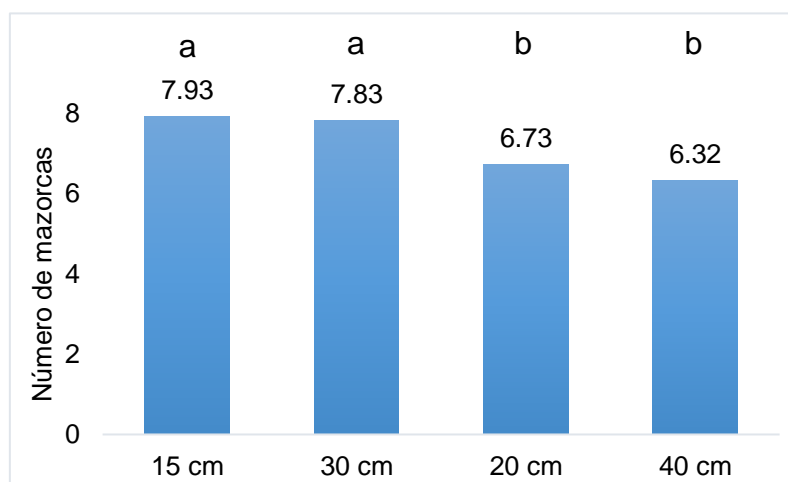


Figura 7. Número promedio de mazorcas por metro cuadrado de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.

Entre golpes para una misma densidad de plantas tampoco se encontró diferencias estadísticas, pero la diferencia entre las dos densidades de plantas dada por la comparación de los promedios G1G3 vs G2G4, fue altamente significativa (Figura 8).

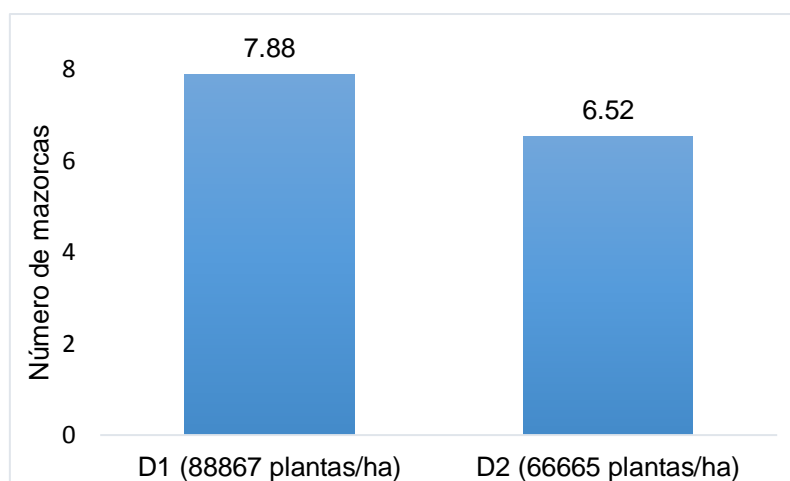


Figura 8. Número de mazorca por metro cuadrado de dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.

La interacción Híbridos x Golpe (HxG) no fue significativa, lo que se significa que, en promedio, los híbridos en estudio tuvieron de promedio,

una respuesta similar a los golpes estudiados, tal como se observa en la Figura 9.

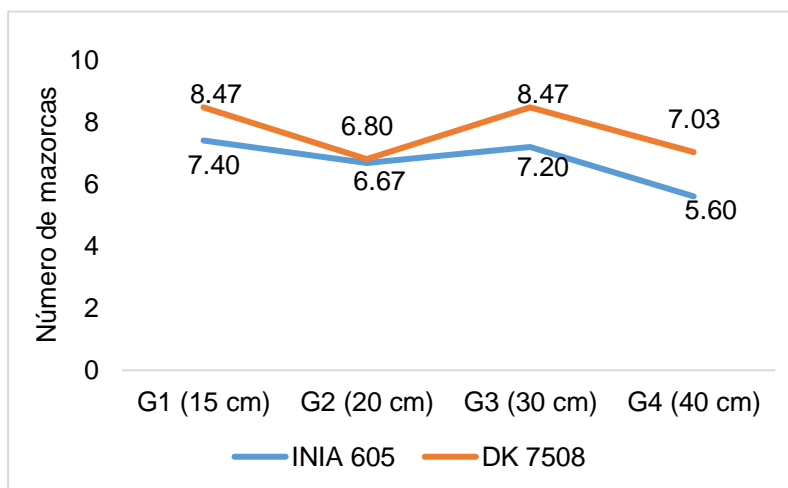


Figura 9. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra.

Entre los tratamientos en estudio, las combinaciones que lograron el mayor número de mazorcas fueron H2G1 y H2G3, ambas con 8.47 mz/m^2 , sin diferencias estadísticas con H1G1 (7.4 mz/m^2) y H1G3 (7.2 mz/m^2), pero superiores al resto de combinaciones. Los valores más bajos fueron para las combinaciones H2G2, H1G2 y H1G4, que tuvieron 6.80, 6.67 y 5.6 mz/m^2 , respectivamente, y sin diferencia estadística entre ellos (Figura 10).

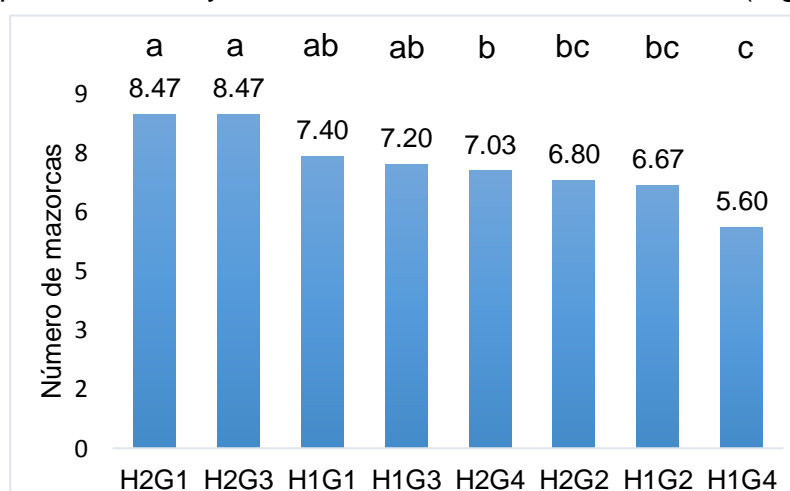


Figura 10. Número promedio de mazorca por metro cuadrado de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distancias entre golpes.

4.2.2 Número de hileras/mazorca

El análisis de la variancia para número de hileras por mazorca, indicó que hubo diferencias estadísticas altamente significativas entre los promedios de los híbridos estudiados. El híbrido que alcanzó el máximo número de hileras fue DK 7508 (H2) con 17.28, que superó estadísticamente al híbrido INIA 605 (H1) que sólo alcanzó un promedio de 14.40 (Figura 11).

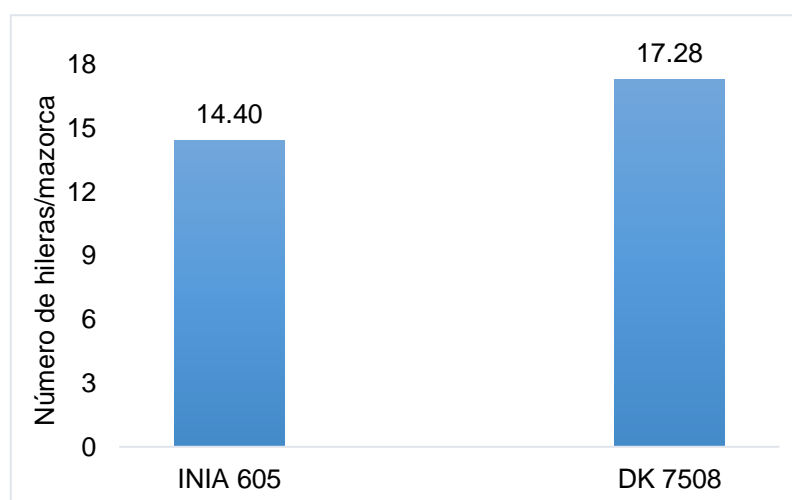


Figura 11. Número de hileras/mazorca promedio de dos híbridos de maíz amarillo duro.

Para el factor golpes, no se encontró diferencias significativas entre ellos. El mayor número de hileras promedio por mazorca fue para la siembra con golpes cada 20 cm, con 16.10 hileras en promedio, seguido por los golpes cada 40 cm, con 16.05 hileras, y golpes cada 30 cm, con 15.65 hileras. El menor número de hileras promedio fue para los golpes cada 15 cm, que tuvo 15.55 hileras, (Figura 12).

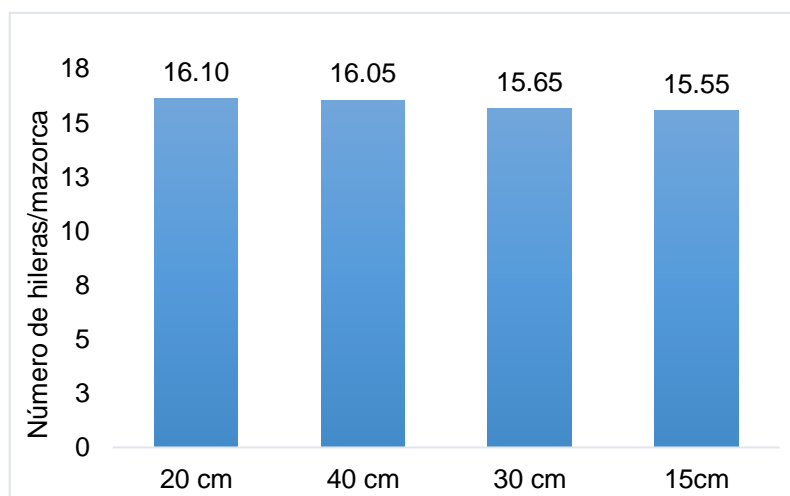


Figura 12. Número de hileras/mazorca promedio de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.

Descompuesta la suma de cuadrados de golpes, no se encontró diferencias estadísticas entre las comparaciones G1vsG3 ni entre G2vsG4, pero si hubo diferencias significativas entre G1G3vsG2G4. Por lo tanto, el número de hileras promedio logrado con 88867 plantas/ha (D1) fue similar estadísticamente sembrando una planta a 15 cm (15.55 hileras) o dos plantas cada 30 cm (15.65 hileras). Igualmente, para la densidad 2, 66665 plantas/ha, no hubo diferencia estadística entre el número de hileras alcanzado sembrando una planta cada 20 cm (16.10 hileras) y dos plantas cada 40 cm (16.05 hileras).

Sin embargo, la diferencia en número de hileras entre ambas densidades dada por la comparación G1G3 (D1) vs G2G4 (D2), tal como se mencionó, fue significativa. El número de hileras/mazorca promedio para la densidad de 88867 plantas/ha fue 15.60 hileras, mientras que con la densidad 66665 plantas/ha se logró 16.08 hileras (Figura 13).

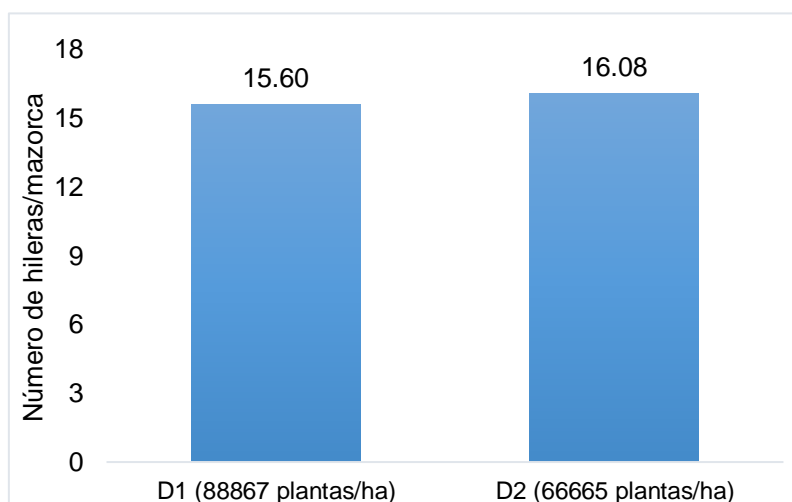


Figura 13. Número de hileras/mazorca promedio de dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.

La interacción Híbridos por Golpes (HxG) no fue significativa, lo que se interpreta como que la respuesta promedio de los híbridos a los golpes considerados en el estudio fue similar para esta característica (Figura 14).

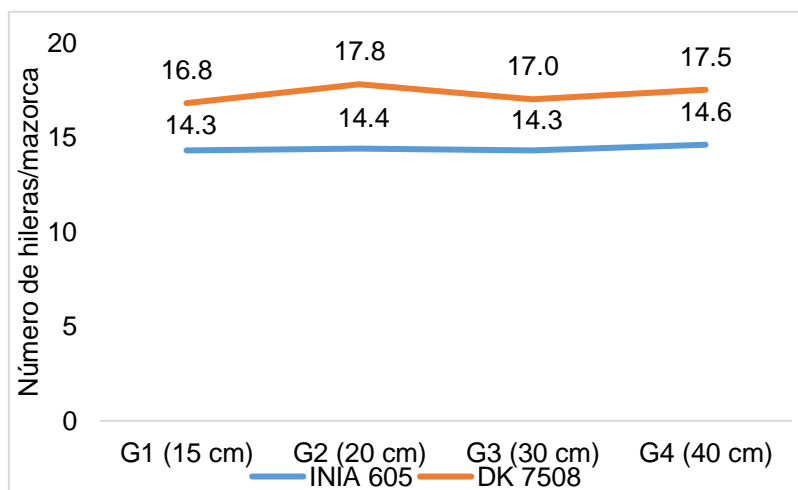


Figura 14. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra.

Efectuada la prueba de duncan 5% entre los tratamientos en estudio, el mayor número de hileras se logró con el híbrido 2 sembrado a golpes cada 20 cm y 1 plantas/golpe (H2G2) con 17.80 hileras, sin diferencias

estadísticas con las combinaciones del mismo híbrido en golpes cada 40 cm (H2G4) y 30 cm (H2G3) y que fueron 17.50 y 17.00 hileras, respectivamente, pero si superior al resto de tratamientos. La combinación H2G1, con 16.80 hileras fue estadísticamente diferente a H2G4 y H2G3. Las combinaciones con el híbrido 2 fueron superiores estadísticamente a las combinaciones del híbrido 1, que fueron de 14.60 hileras (G4), 14.40 hileras (G2), 14.30 hileras (G1) y 14.30 hileras (G3), entre las cuales tampoco hubo diferencias estadísticas (Figura 15).

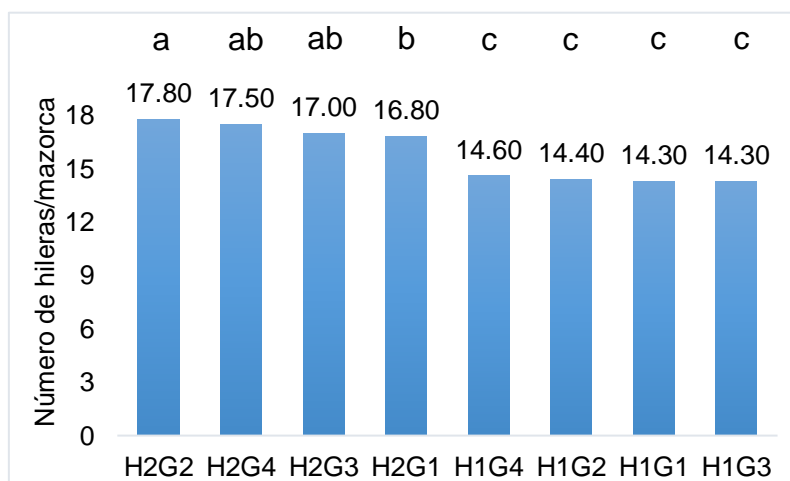


Figura 15. Número de hileras/mazorca promedio de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distanciamientos entre golpes.

Los coeficientes de variabilidad fueron 4.6 % para híbridos, mientras que para el experimento en general fue 3.6%.

4.2.2. Número de granos/hilera

El análisis de la variancia para número de granos/hilera, indicó que hubo diferencias estadísticas altamente significativas entre los promedios de los híbridos en estudio. El híbrido que alcanzó el máximo número de granos/hilera fue DK 7508 (H2) con 35.58, que superó estadísticamente al híbrido INIA 605 (H1) que solo alcanzó un promedio de 31.90 granos

(Figura 16).

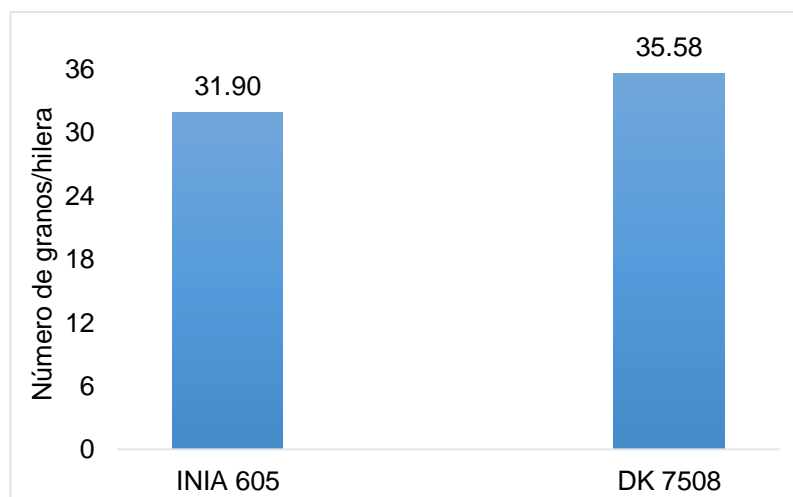


Figura 16. Número de granos/hilera promedio de dos híbridos de maíz amarillo duro.

El mayor número de granos/hilera promedio por hectárea fue para la siembra con golpes cada 20 cm, que tuvo 34.05 granos en promedio, seguido por los golpes cada 30 cm, con 33.95 granos, golpes cada 40 cm, con 33.78 granos, y golpes cada 15 cm, que tuvo 33.18 granos. Para esta característica no se encontró diferencias estadísticas significativas (Figura 17).

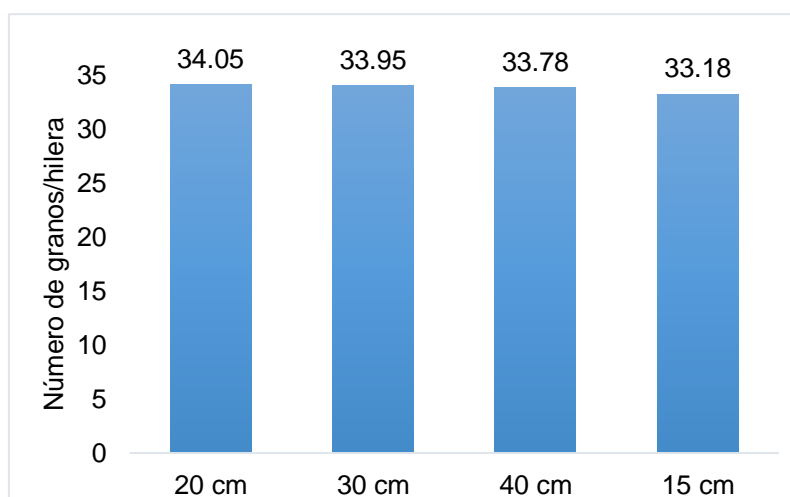


Figura 17. Número de granos/hilera promedio de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.

Descompuesta la suma de cuadrados de golpes, no se encontró diferencias estadísticas entre G1vsG3 ni entre G2vsG4, al igual que entre G1G3vsG2G4. El número de granos/hilera promedio logrado con 88867 plantas/ha (D1) fue similar estadísticamente sembrando una planta a 15 cm (33.18 granos) o dos plantas cada 30 cm (33.95 granos). Igualmente, para la densidad 2, 66665 plantas/ha, lograda con una planta cada 20 cm (34.05 granos) y dos plantas cada 40 cm (33.78 granos).

Comparando ambas densidades, esto es, G1G3 (D1) vs G2G4 (D2), el número de granos/hilera promedio logrado con la densidad de 88867 plantas/ha fue 33.56 granos/hilera, sin diferencia significativa con la densidad 66665 plantas/ha (33.91 granos/hilera) (Figura 18).

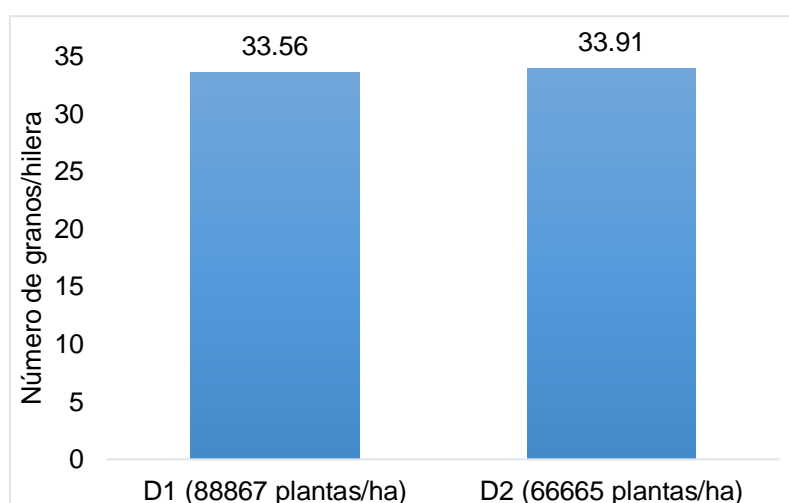


Figura 18. Número de granos/hilera promedio dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.

La interacción Híbridos por Golpes (HxG) no fue significativa, (Anexo 1), lo que sugiere que la respuesta de los híbridos a los diferentes tipos de golpes considerados en el estudio fue similar, tal como se puede observar en la Figura 19.

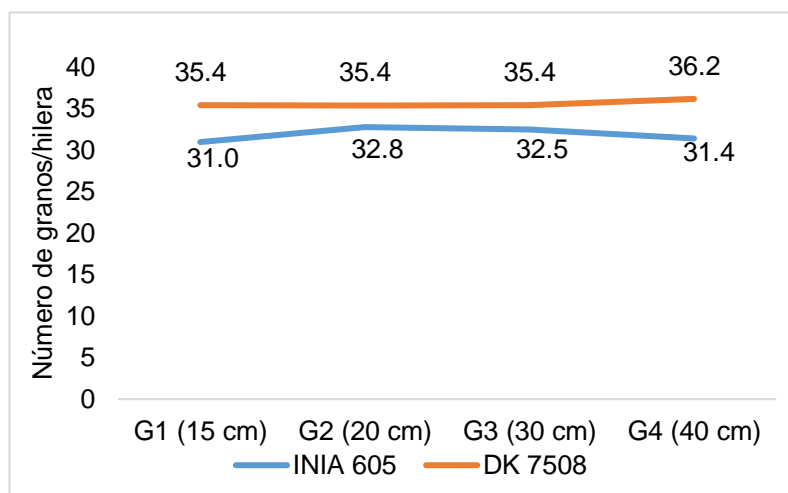


Figura 19. Respuesta de *dos* híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra.

Efectuada la prueba de duncan 5% entre los tratamientos en estudio, el mayor número de granos/hilera se logró con el híbrido 2 sembrado a golpes cada 40 cm y 2 plantas/golpe (H2G4) con 36.15 granos/hilera, sin diferencias estadísticas con las combinaciones del mismo híbrido en golpes cada 15 cm (H2G1), 20 cm (H2G2) y 30 cm (H2G3), con promedios de 35.40, 35.40 y 35.35 granos/hilera, respectivamente, pero superior al resto de tratamientos. Las combinaciones con el híbrido 2 fueron superiores estadísticamente a las combinaciones del híbrido 1, que fueron de 32.75 granos/hilera (H1G2), 32.50 granos/hilera (G3), 31.40 granos/hilera (G4) y 30.95 granos/hilera (G1), entre las cuales tampoco hubo diferencias estadísticas (Figura 20).

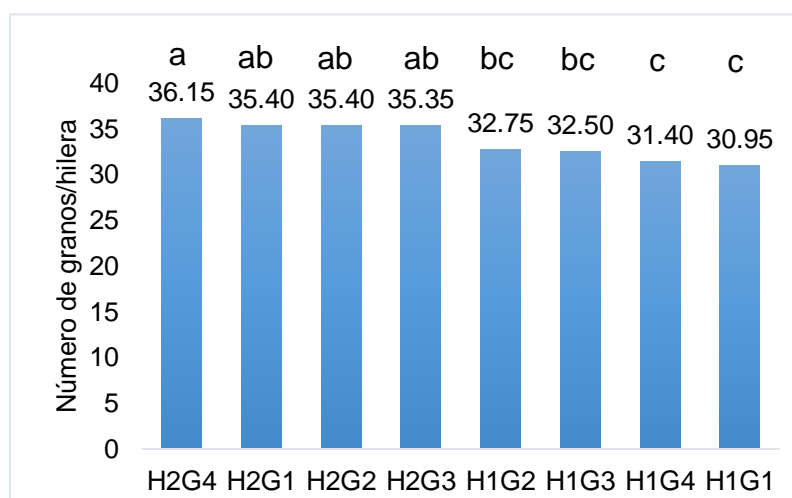


Figura 20. Número de granos/hilera promedio de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distanciamientos entre golpes.

Los coeficientes de variabilidad fueron 4.89% para híbridos, mientras que para el experimento en general fue 5.72%.

4.2.3. Peso de 100 granos

El análisis de la variancia para peso de 100 granos, indicó que no hubo diferencias estadísticas entre los promedios de los híbridos en estudio. El híbrido DK 7508 (H2) tuvo 29.71 g, mientras que estadísticamente el híbrido INIA 605 (H1) solo alcanzó un promedio de 27.16 g (Figura 21).

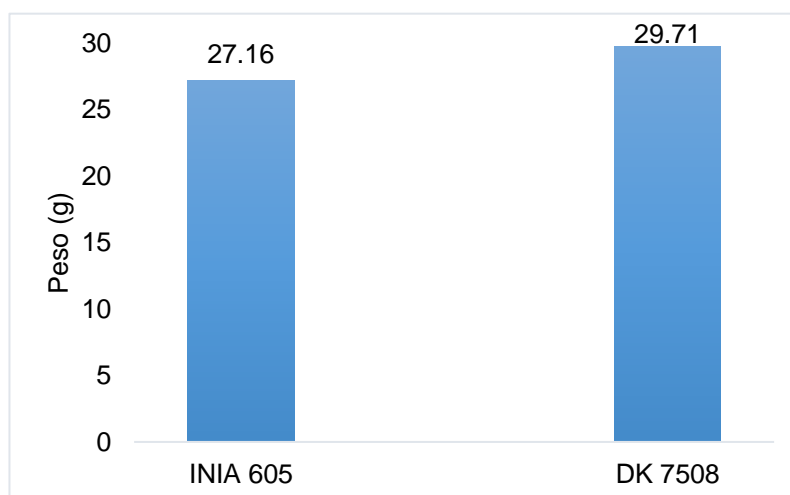


Figura 21. Peso de 100 granos promedio (g) de dos híbridos de maíz amarillo duro.

El mayor promedio de peso de 100 granos fue para la siembra con golpes cada 15 cm, que pesó 28.73 g en promedio, seguido por los golpes cada 20 cm, con 28.37 g, golpes cada 30 cm, con 28.37 g y golpes cada 40 cm, con 28.28 g; entre las cuales no se encontró diferencias estadísticas (Figura 22).

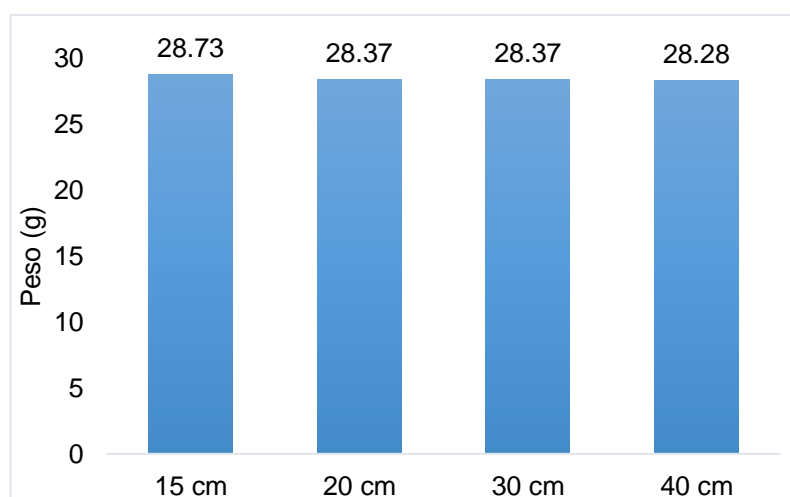


Figura 22. Peso de 100 granos promedio (g) de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.

Descompuesta la suma de cuadrados de golpes, no se encontró diferencias estadísticas entre G1vsG3 ni entre G2vsG4, al igual que entre

G1G3vsG2G4. Esto significa que el peso promedio de 100 granos logrado con 88867 plantas/ha (D1) es similar estadísticamente sembrando una planta a 15 cm (28.73 g) o dos plantas cada 30 cm (28.37 g). Igualmente, para la densidad 2, 66665 plantas/ha, no hubo diferencia estadística entre el rendimiento alcanzado sembrando una planta cada 20 cm (28.37 g) y dos plantas cada 40 cm (28.28 g).

Comparando ambas densidades, esto es, G1G3 (D1) vs G2G4 (D2), el peso de 100 granos promedio logrado con la densidad de 88867 plantas/ha (28.55 g), es similar estadísticamente con la densidad 66665 plantas/ha (28.33 g) (Figura 23).

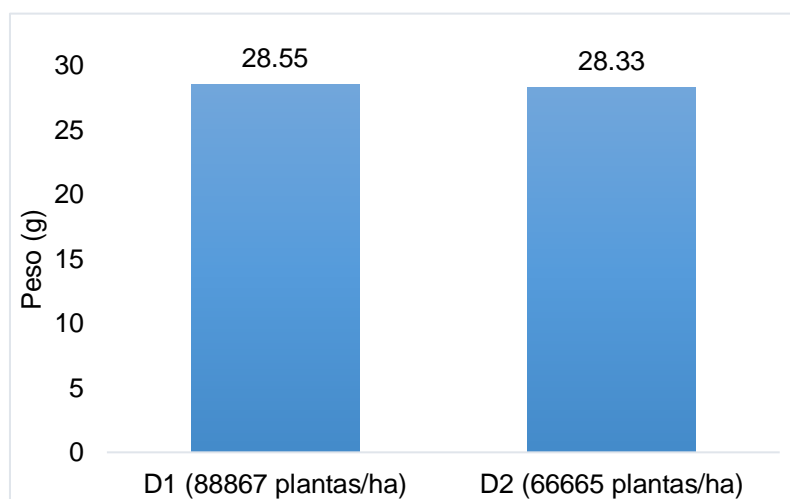


Figura 23. Peso de 100 granos promedio (g) de dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.

La interacción Híbridos por Golpes (HxG) no fue significativa (Anexo 1), lo que sugiere que la respuesta de los híbridos a los diferentes tipos de golpes considerados en el estudio fue similar, tal como se puede observar en la Figura 24.

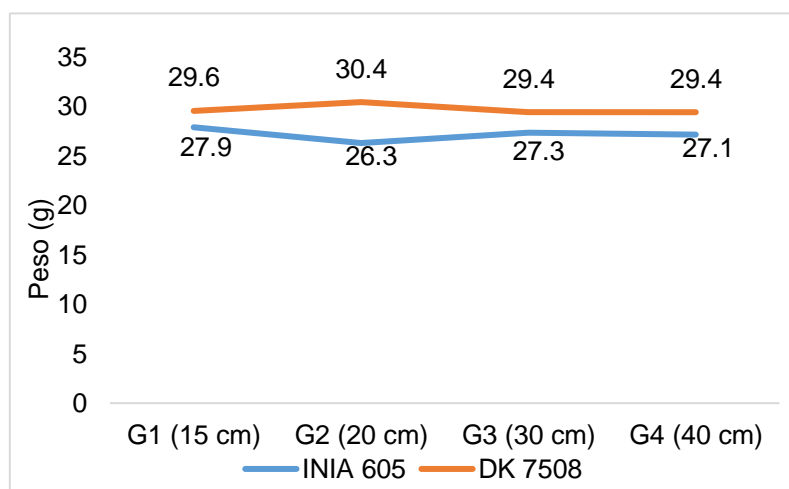


Figura 24. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra.

Efectuada la prueba de duncan 5% entre los tratamientos en estudio, el mayor peso de 100 granos se logró con el híbrido 2 sembrado a golpes cada 20 cm y 1 planta/golpe (H2G2) con 30.44 g, sin diferencias estadísticas con las combinaciones del mismo híbrido en golpes cada 15 cm (H2G1), 40 cm (H2G4) y 30 cm (H2G3) que fueron 29.57 g, 29.43 g y 29.42 g, respectivamente. Las combinaciones del híbrido 1, fueron de 27.89 g (H1G1), 27.32 g (G3), 27.14 g (G4) y 26.30 (G2); entre las cuales tampoco hubo diferencias estadísticas (Figura 25).

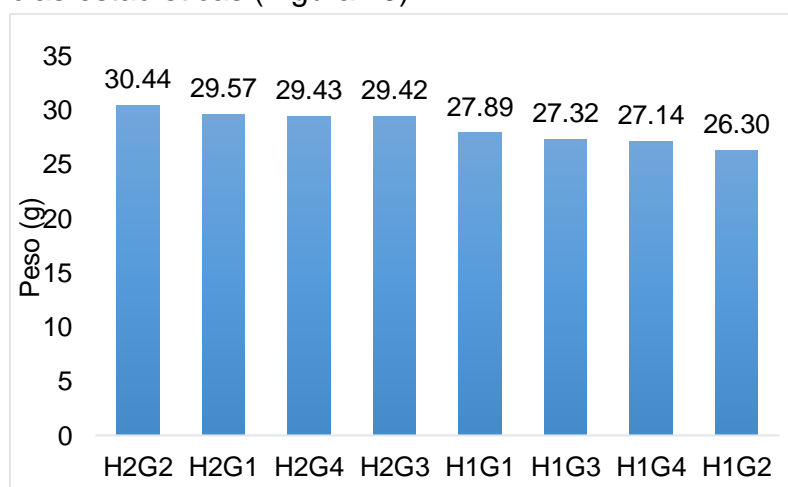


Figura 25. Peso de 100 granos promedio (g) de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distanciamientos entre golpes.

Los coeficientes de variabilidad fueron 32.1 % para híbridos, mientras que para el experimento en general fue 9.5%.

4.3. Alturas

4.3.1. Altura de planta

El análisis de la variancia para altura de planta por hectárea, indicó que hubo diferencias estadísticas altamente significativas entre los promedios de los híbridos en estudio. El híbrido que alcanzó la mayor altura de planta fue DK 7508 (H2) con 262.30 cm, que superó estadísticamente al híbrido INIA 605 (H1) que alcanzó un promedio de 200.09 cm (Figura 26).

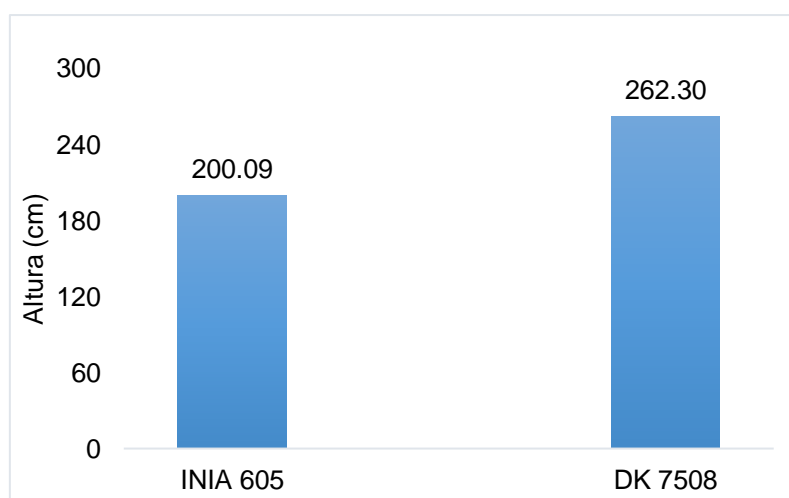


Figura 26. Altura de planta promedio (cm) de dos híbridos de maíz amarillo duro.

La mayor altura de planta promedio por hectárea fue para la siembra con golpes cada 15 cm, que tuvo 238.90 cm en promedio, seguido por los golpes cada 20 cm, con 229.80 cm, golpes cada 30 cm, con 228.53 cm, golpes cada 40 cm, con 227.55 cm, entre las cuales no se encontró diferencias estadísticas (Figura 27). Sin embargo, los resultados indican

una tendencia hacia una mayor altura de planta a medida que aumenta el número de plantas por hectárea lo que podría interpretarse como una respuesta de la planta en busca de una mejor captación de radiación solar por efecto de una mayor competencia por espacio.

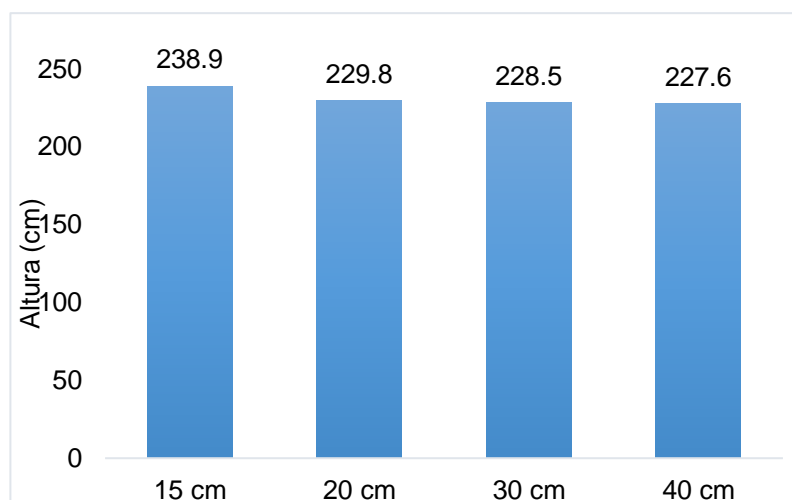


Figura 27. Altura de planta promedio (cm) de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.

Descompuesta la suma de cuadrados de golpes, se encontró diferencias estadísticas significativas entre G1vsG3, mientras que entre G2vsG4 y entre G1G3vsG2G4 no hubo diferencias. Esto significa que la altura de planta promedio a la densidad de 88867 plantas/ha (D1) es diferente estadísticamente sembrando una planta a 15 cm (238.90 cm) comparando con dos plantas cada 30 cm (228.53 cm). Para la densidad 2 (66665 plantas/ha) no hubo diferencia estadística entre la altura de planta alcanzado sembrando una planta cada 20 cm (229.80 cm) y dos plantas cada 40 cm (227.55 cm). Para ambas densidades, la mayor altura de planta se alcanzó con plantas individuales (1 planta/golpe). Igualmente, comparando ambas densidades, esto es, G1G3 (D1) vs G2G4 (D2) no se encontraron diferencia estadística entre las densidades de 88867 plantas/ha (233.71 cm) y 66665 plantas/ha (228.68 cm) (Figura 28).

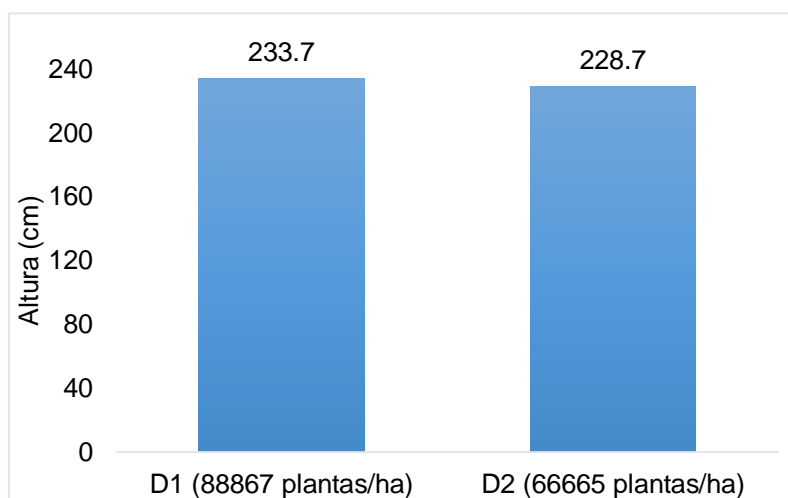


Figura 28. Altura de planta promedio (cm) de dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.

La interacción Híbridos por Golpes (HxG) no fue significativa, lo que indica que la respuesta de los híbridos a los diferentes distanciamientos entre golpes fue similar, considerados en el estudio fue similar, tal como se puede observar en la Figura 29.

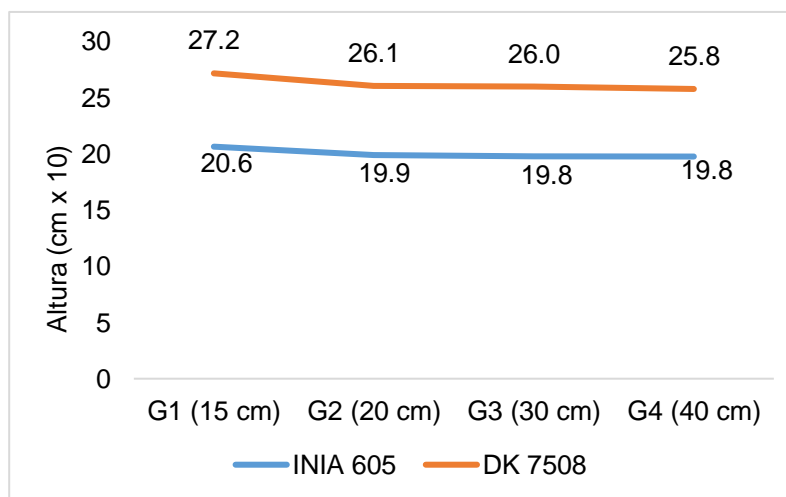


Figura 29. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra.

Efectuada la prueba de duncan 5% entre los tratamientos en estudio, la mayor altura de planta se logró con el híbrido 2 sembrado a golpes cada 15 cm y 1 planta/golpe (H2G1) con 271.50 cm, sin diferencias estadísticas

con las combinaciones del mismo híbrido en golpes cada 20 cm (H2G2), 30 cm (H2G3), 40 cm (H2G4) y que fueron 260.60 cm, 259.50 cm y 257.60 cm, respectivamente, pero superior al resto de tratamientos. Las combinaciones con el híbrido 2 fueron superiores estadísticamente a las combinaciones del híbrido 1, que fueron de 206.30 cm (G1), 199.00 cm (G2), 197.55 cm (G3) y 197.50 cm (G4), entre las cuales tampoco hubo diferencias estadísticas (Figura 30).

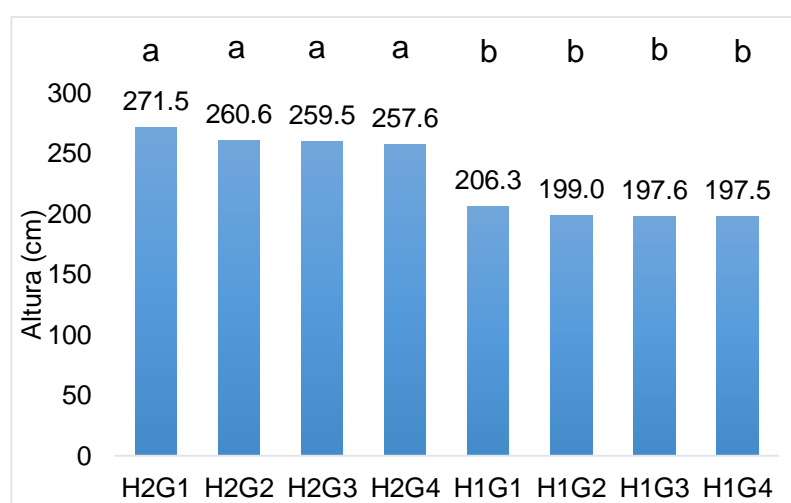


Figura 30. Altura de planta promedio (cm) de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distancias entre golpes.

Los coeficientes de variabilidad fueron 4.49% para híbridos, mientras que para el experimento en general fue 4.74%.

4.3.2. Altura de mazorca

El análisis de la variancia para altura de mazorca, indicó que hubo diferencias estadísticas altamente significativas entre los promedios de los híbridos en estudio. El híbrido que alcanzó la máxima altura de mazorca fue DK 7508 (H2) con 151.10 cm, que superó estadísticamente al híbrido INIA 605 (H1) que solo alcanzó un promedio de 110.01 cm (Figura 31).

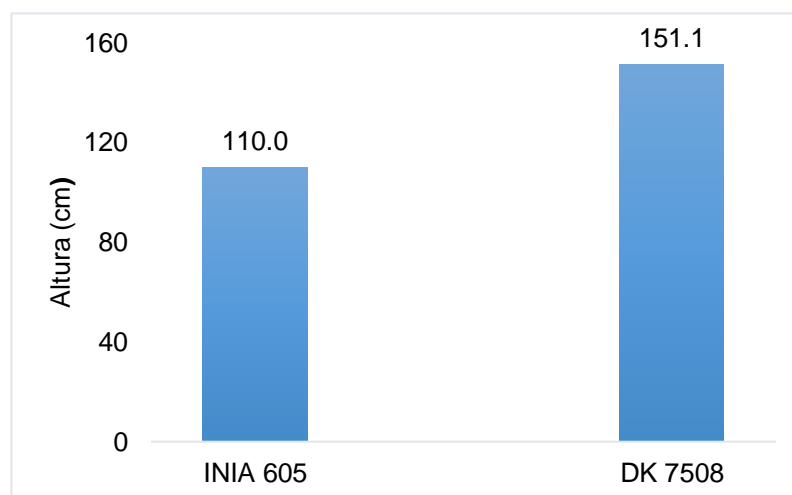


Figura 31. Altura de mazorca promedio (cm) de dos híbridos de maíz amarillo duro.

Las diferencias entre golpes también fueron significativas. La mayor altura de mazorca promedio por hectárea fue para la siembra con golpes cada 15 cm, que tuvo 136.98 cm en promedio, seguido por los golpes cada 30 cm, con 133.85 cm, sin diferencias estadísticas entre ellos, pero que si superaron al resto de tratamientos. Los golpes cada 20 cm, con 127.55 cm, fue estadísticamente similar al distanciamiento de 30 cm, superando al distanciamiento logrado cada 40 cm, con 123.85 cm, sin diferencias estadísticas (Figura 32).

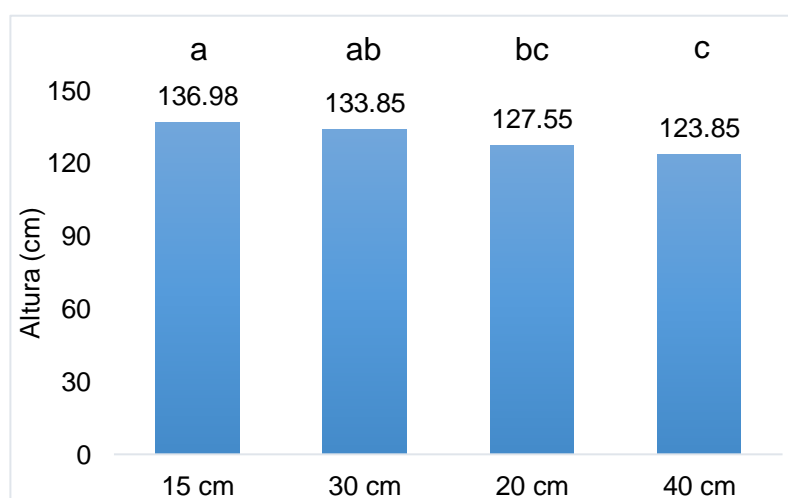


Figura 32. Altura de mazorca promedio (cm) de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.

Descompuesta la suma de cuadrados de golpes, no se encontró diferencias estadísticas entre G1vsG3 ni entre G2vsG4. Esto significa que no hubo diferencia estadística para distanciamientos entre golpes dentro de cada uno de las dos densidades del estudio.

Sin embargo, comparando ambas densidades, G1G3 (D1) vs G2G4 (D2), las diferencias si fueron significativas. La mayor altura de mazorca promedio fue para la densidad de 88867 plantas/ha con 135.41 cm, mientras que con la densidad 66665 plantas/ha se logró 125.70 cm (Figura 33).

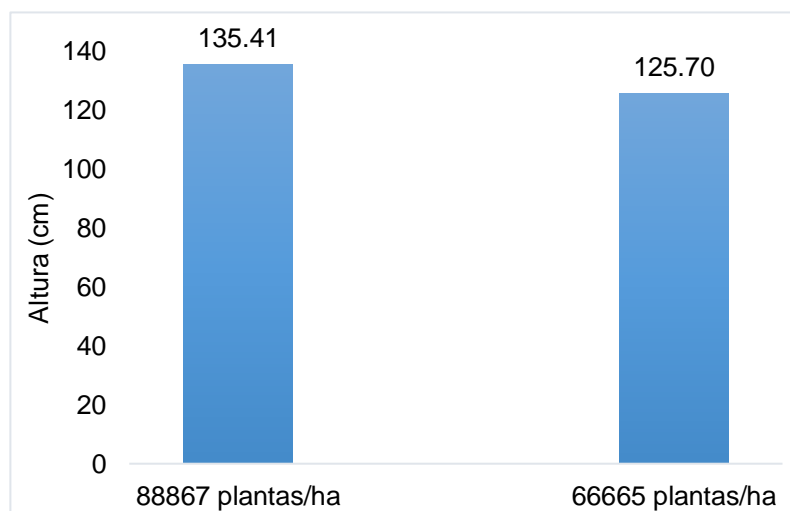


Figura 33. Altura de mazorca promedio (cm) de dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.

La interacción Híbridos por Golpes (HxG) no fue significativa, lo que sugiere que la respuesta de los híbridos a los diferentes tipos de golpes considerados en el estudio fue similar, tal como se puede observar en la Figura 34.

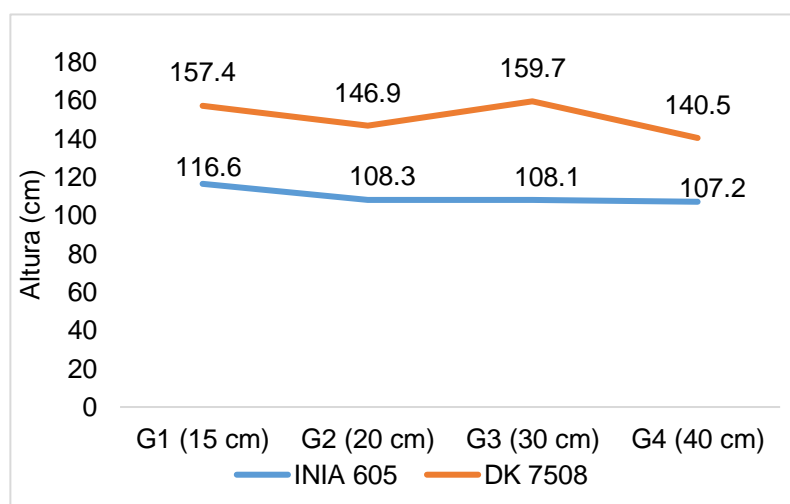


Figura 34. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra.

Las comparaciones ortogonales mostraron que los híbridos en promedio, respondieron manera similar a los distanciamientos de 15 cm (G1) y 30 cm (G3), al igual que en los distanciamientos de 20 cm (G2) y 40 cm (G4), tal como se observa en los resultados del análisis de variancia. Sin embargo, al comparar la interacción de ambas densidades con los híbridos, esto es, (G1G3 vs G2G4) x H, se encontró diferencias estadísticas significativas, lo que se interpreta que los híbridos en estudio respondieron de manera diferente a las dos densidades.

Efectuada la prueba de duncan 5% entre los tratamientos en estudio, la mayor altura de mazorca se logró con el híbrido 2 sembrado a golpes cada 30 cm, 2 plantas/golpe (H2G3) con 159.65 cm, sin diferencias estadísticas con la combinación del mismo híbrido en golpes cada 15 cm, 1 planta/golpe (H2G1) con 157.40 cm, pero superior al resto de tratamientos. La combinación H2G2, con 146.85 cm fue estadísticamente similar a H2G1, al igual que la combinación H2G4, con 140.50 cm fue similar a H2G2. Las combinaciones con el híbrido 2 fueron superiores estadísticamente a las combinaciones del híbrido 1, que fueron de 116.55 cm (H1G1), 108.25 cm (G2), 108.05 cm (G3) y 107.20 cm (G4), entre las

cuales tampoco hubo diferencias estadísticas (Figura 35).

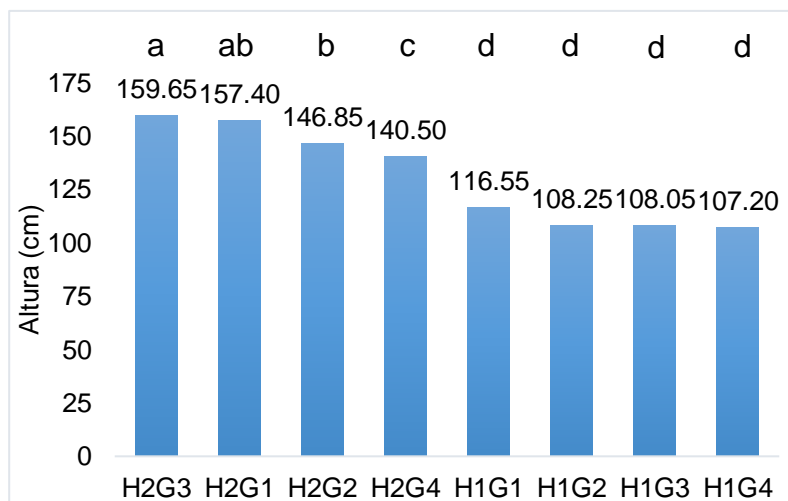


Figura 35. Altura de mazorca promedio (cm) de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distanciamientos entre golpes.

Los coeficientes de variabilidad fueron 4.4% para híbridos, mientras que para el experimento en general fue 5.9%.

4.4. Diámetro basal del tallo

El análisis de la variancia para diámetro basal, indicó que hubo diferencias estadísticas altamente significativas entre los híbridos en estudio. El híbrido que alcanzó el mayor diámetro basal fue DK 7508 (H2) con 2.37 cm, que superó estadísticamente al híbrido INIA 605 (H1) que solo alcanzó un promedio de 1.76 cm (Figura 36).

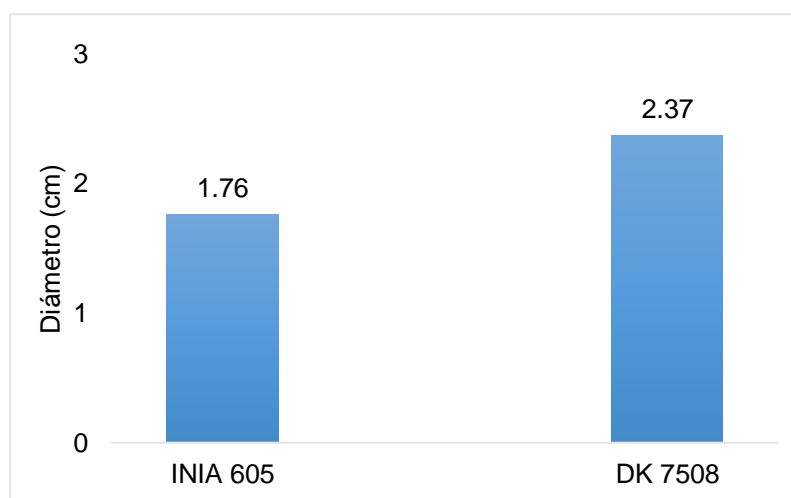


Figura 36. Diámetro basal promedio (cm) de dos híbridos de maíz amarillo duro.

Las diferencias entre golpes fueron altamente significativas. El mayor diámetro basal promedio fue para la siembra con golpes cada 20 cm, que tuvo 2.19 cm, estadísticamente similar al encontrado en el distanciamiento 40 cm, con 2.11 cm, pero diferente al diámetro logrado con el distanciamiento de 15 cm. Los dos primeros distanciamientos mencionados superan estadísticamente a los distanciamientos de 15 cm y 30 cm con promedios de 2.02 cm y 1.94 cm, respectivamente (Figura 37).

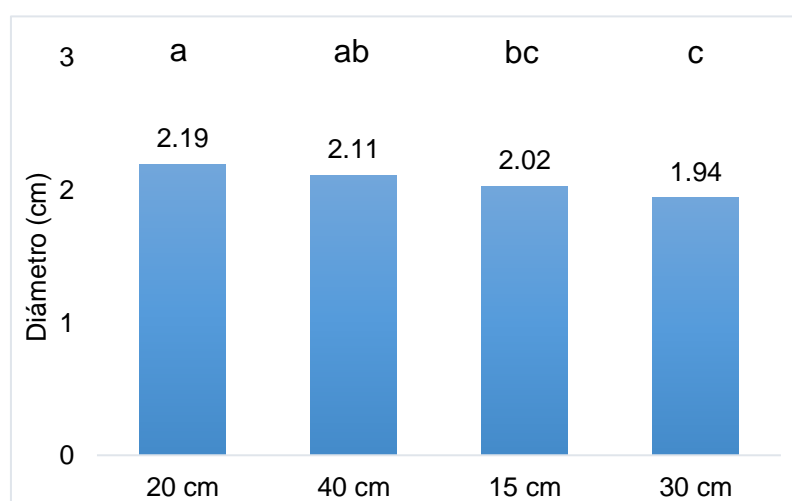


Figura 37. Diámetro basal promedio (cm) de 2 híbridos de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.

Descompuesta la suma de cuadrados de golpes, no se encontró diferencias estadísticas entre G1vsG3 ni entre G2vsG4, mientras que entre G1G3vsG2G4 hubo diferencias altamente significativas. De acuerdo a estos resultados, el diámetro basal promedio logrado con 88867 plantas/ha (D1) es similar estadísticamente sembrando una planta a 15 cm (2.02 cm) o dos plantas cada 30 cm (1.94 cm). Igualmente, para la densidad 2, 66665 plantas/ha, no hubo diferencia estadística entre el diámetro basal alcanzado sembrando una planta cada 20 cm (2.19 cm) y dos plantas cada 40 cm (2.11 cm).

Sin embargo, comparando ambas densidades, esto es, G1G3 (D1) vs G2G4 (D2), el menor diámetro basal promedio fue para la densidad de 88867 plantas/ha con 1.98 cm, mientras que con la densidad 66665 plantas/ha se logró un mayor promedio de 2.15 cm (Figura 38).

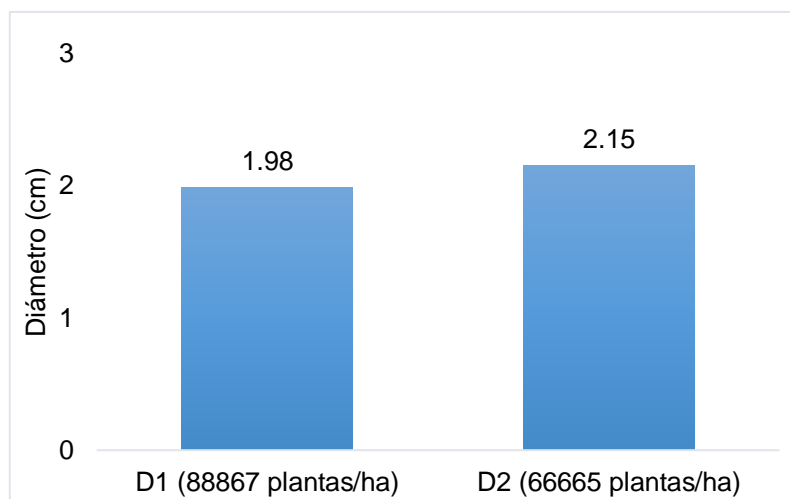


Figura 38. Diámetro basal promedio (cm) de dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.

La interacción Híbridos por Golpes (HxG) fue altamente significativa, lo que indica que la respuesta de los híbridos a los diferentes tipos de golpes considerados en el estudio fue diferente.

Las comparaciones ortogonales mostraron que los híbridos en promedio, respondieron de manera similar a los distanciamientos de 15 cm (G1) y 30 cm (G3), sin embargo, hubo alta significación en la respuesta de al menos uno de los híbridos a los distanciamientos de 20 cm (G2) y 40 cm (G4), esto es, que los híbridos respondieron de manera diferente a los dos distanciamientos entre plantas. La figura 39 nos muestra que en el híbrido 2 (DK 7508) redujo su diámetro basal en golpes cada 30 cm. La interacción de ambas densidades con los híbridos, esto es, (G1G3 vs G2G4) x H, también fue altamente significativa.

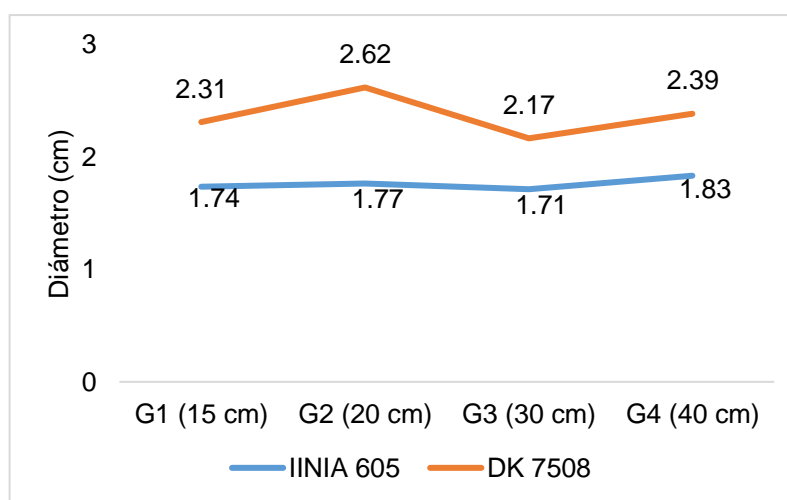


Figura 39. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra.

Entre los tratamientos en estudio, el mayor diámetro basal se logró con el híbrido 2 sembrado a golpes cada 20 cm y 1 planta/golpe (H2G2) con 2.62 cm, que superó estadísticamente al resto de tratamientos; seguido de las combinaciones H2G4 y H2G1, con 2.39 cm y 2.31 cm entre las cuales tampoco se encontró significación superando también al resto de tratamientos. El Tratamiento H2G3 con 2.17 cm también fue superior al resto de tratamientos, entre las cuales no se encontró diferencias significativas. Los últimos tratamientos correspondieron al híbrido INIA 605, cuyos diámetros basales estuvieron en un rango de 1.83 cm (H1G4) y 1.71 cm (H1G3) (Figura 40)

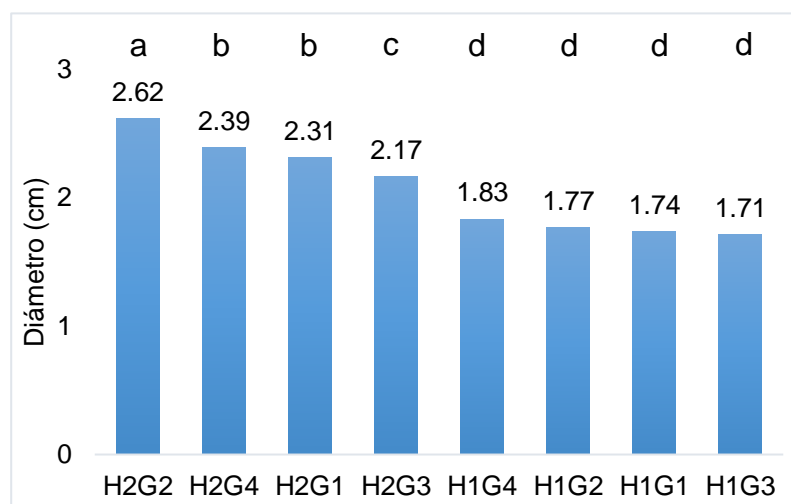


Figura 40. Diámetro basal promedio (cm) de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distanciamientos entre golpes.

Los coeficientes de variabilidad fueron 4.4% para híbridos, mientras que para el experimento en general fue 4.2%.

4.5. Diámetro medio de tallo

El análisis de la variancia para diámetro medio, indicó que hubo diferencias estadísticas altamente significativas entre los promedios de los híbridos en estudio. Para esta característica el híbrido que alcanzó el máximo rendimiento fue DK 7508 (H2) con 1.69 cm, que superó estadísticamente al híbrido INIA 605 (H1) que solo alcanzó un promedio de 1.41 cm (Figura 41).

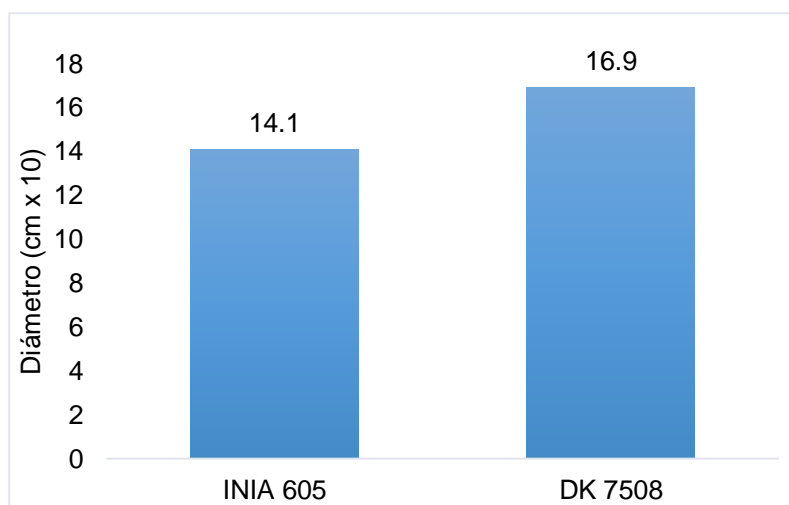


Figura 41. Diámetro medio de tallo (cm) de dos híbridos de maíz amarillo duro.

El mayor diámetro medio promedio fue para la siembra con golpes cada 15 cm, que tuvo 1.60 cm en promedio, seguido por los golpes cada 20 cm, con 1.56 cm, y golpes cada 40 cm, con 1.55 cm, sin diferencias estadísticas entre ellos, pero superiores al distanciamiento de 30 cm, que tuvo 1.49 cm de diámetro medio (Figura 42).

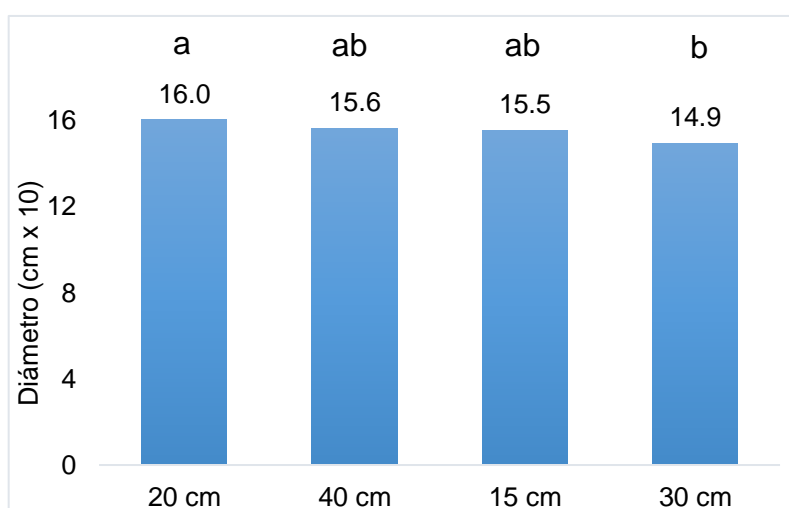


Figura 42. Diámetro medio de tallo (cm) de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.

Descompuesta la suma de cuadrados de golpes, no se encontró

diferencias estadísticas entre las comparaciones de los promedios G1vsG3 ni entre G2vsG4, pero si hubo diferencias significativas entre G1G3vsG2G4. Por lo tanto, el diámetro medio de tallo logrado con 88867 plantas/ha (D1) es similar estadísticamente sembrando una planta a 15 cm (1.55 cm) o dos plantas cada 30 cm (1.49 cm). Igualmente, para la densidad 2, 66665 plantas/ha, con valores de 1.60 cm (Golpes cada 20 cm) y 1.56 cm (Golpes cada 40 cm).

Sin embargo, comparando ambas densidades, esto es, G1G3 (D1) vs G2G4 (D2), el diámetro medio promedio fue menor para la densidad de 88867 plantas/ha con 1.52 cm, mientras que con la densidad 66665 plantas/ha logró 1.58 cm (Figura 43).

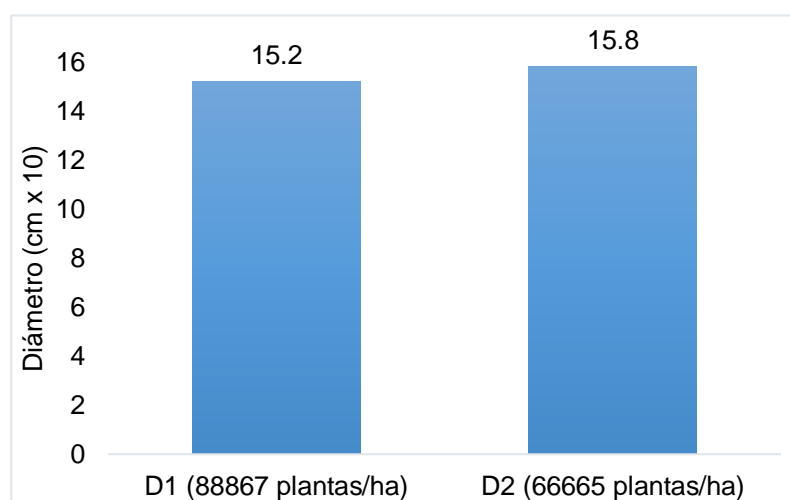


Figura 43. Diámetro medio promedio (cm) de dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.

La interacción Híbridos por Golpes (HxG) fue significativa, lo que sugiere que la respuesta de los híbridos a los diferentes tipos de golpes considerados en el estudio fue diferente, tal como se puede observar en la Figura 44.

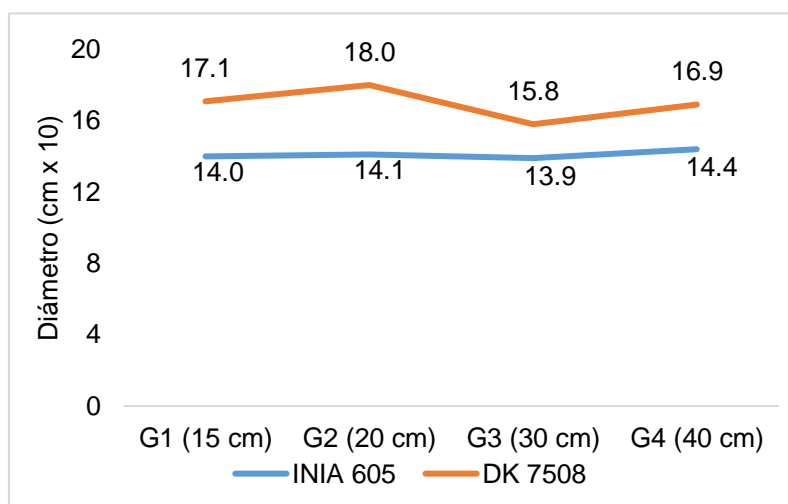


Figura 44. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra

Entre los promedios de los tratamientos en estudio, el mayor diámetro medio se logró con el híbrido 2 sembrado a golpes cada 20 cm y 1 planta/golpe (H2G2) con 1.80 cm, sin diferencias estadísticas con las combinaciones del mismo híbrido en golpes cada 15 cm (H2G1) y 40 cm (H2G4) y que fueron 1.71 cm y 1.69 cm, respectivamente, pero superior al resto de tratamientos. La combinación H2G3, con 1.58 cm fue estadísticamente similar a H2G4, y también superaron al resto de tratamientos. Los diámetros medios de los tratamientos con el híbrido 2 fueron mayores y diferentes estadísticamente a las combinaciones del híbrido 1, que lograron de 1.44 cm (H1G1), 1.41 cm (G2), 1.40 cm (G3) y 1.39 cm (G4), sin diferencias estadísticas entre ellos (Figura 45).

Los coeficientes de variabilidad fueron 7.7% para híbridos, mientras que para el experimento en general fue 5.1%.

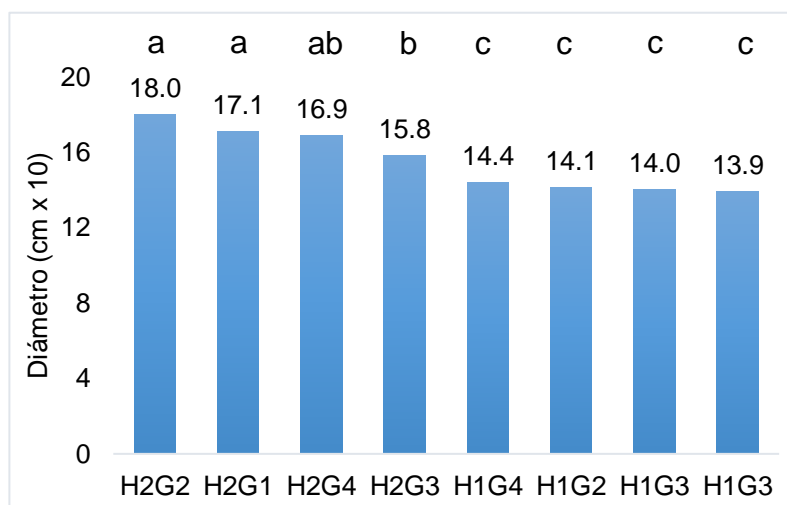


Figura 45. Diámetro medio promedio (cm) de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distanciamientos entre golpes.

4.6. Mediciones de mazorca

4.6.1. Longitud de mazorca

El análisis de la variancia para longitud de mazorca, indicó que hubo diferencias estadísticas altamente significativas entre los promedios de los híbridos en estudio. El híbrido que alcanzó la mayor longitud de mazorca fue DK 7508 (H2) con 15.13 cm, que superó estadísticamente al híbrido INIA 605 (H1) que solo alcanzó un promedio de 13.46 cm (Figura 46).

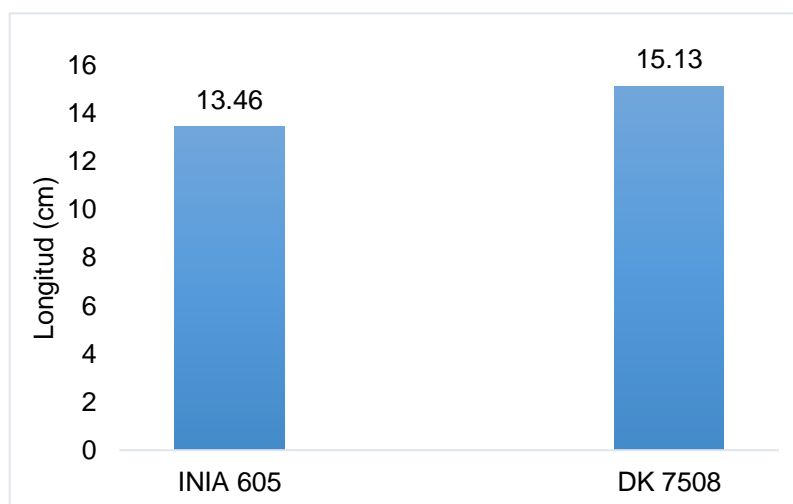


Figura 46. Longitud de mazorca promedio (cm) de dos híbridos de maíz amarillo duro.

Entre golpes no se encontraron diferencias estadísticas. La mayor longitud promedio de mazorca fue para la siembra con golpes cada 20 cm, (14.41 cm), seguido por los golpes cada 30 cm, (14.40 cm), y golpes cada 40 cm (14.25 cm), y golpes cada 15 cm, (14.11 cm) (Figura 47).

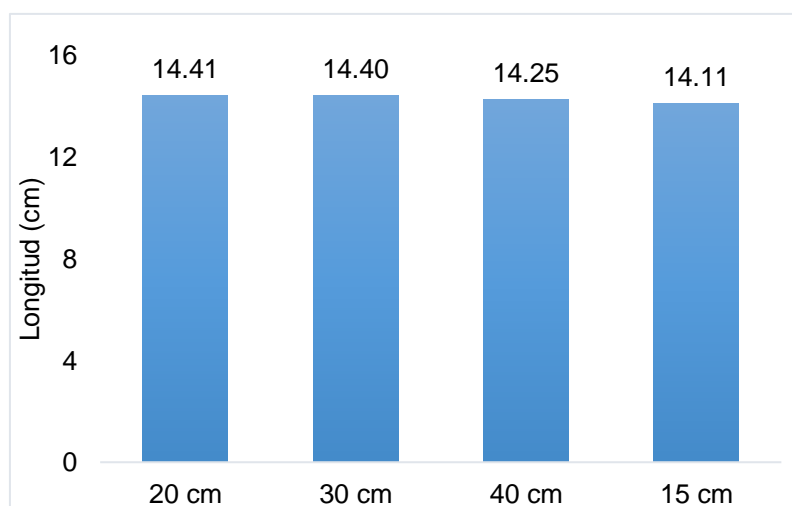


Figura 47. Longitud promedio de mazorca (cm) de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.

Descompuesta la suma de cuadrados de golpes, no se encontró diferencias estadísticas entre G1vsG3 ni entre G2vsG4, al igual que G1G3vsG2G4. Comparando ambas densidades, esto es, G1G3 (D1) vs G2G4 (D2), la longitud de mazorca promedio logrado con la densidad de 88867 plantas/ha (14.25 cm), es similar estadísticamente con la densidad 66665 plantas/ha (14.33 cm) (Figura 48).

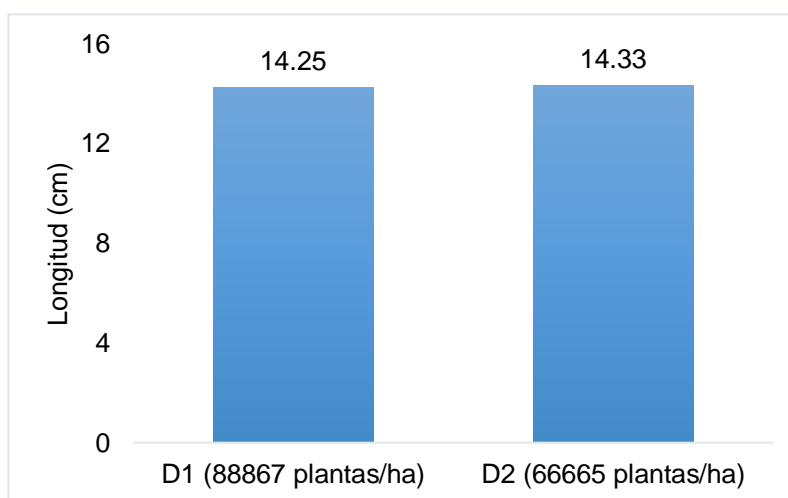


Figura 48. Longitud promedio de mazorca (cm) de dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.

La interacción Híbridos por Golpes (HxG) tampoco fue significativa, lo que indica que la respuesta de los híbridos a los diferentes tipos de golpes considerados en el estudio fue similar.

Las comparaciones ortogonales de densidad por híbridos mostraron que en promedio los híbridos, respondieron manera de similar a los distanciamientos de 20 cm (G2) y 40 cm (G4), sin embargo, hubo significación estadística en la respuesta de los híbridos a los distanciamientos de 15 cm (G1) y 30 cm (G3), lo que indica que la respuesta de ambos híbridos en estudio fue diferente a la densidad de 88867 plantas/ha, y similar cuando la densidad fue de 66665 plantas/ha (Figura

49).

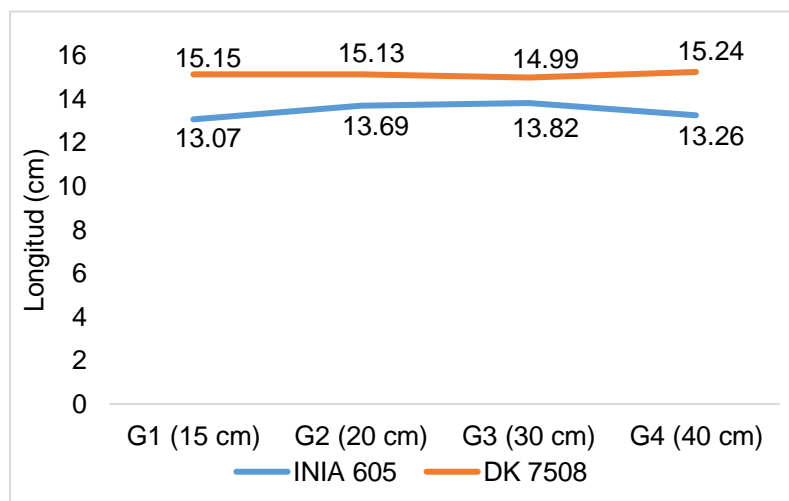


Figura 49. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra.

Efectuada la prueba de duncan 5% entre las combinaciones en estudio, no hubo diferencias estadísticas entre las longitudes de mazorca dentro de cada híbrido, sin embargo estas si fueron diferentes estadísticamente entre los híbridos. La mayor longitud de mazorca se logró con el híbrido 2 sembrado a golpes cada 40 cm y 2 plantas/golpe (H2G4) con 15.24 cm, seguido por golpes cada 15 cm (H2G1), 20 cm (H2G2) y 30 cm (H2G3), que fueron 15.15 cm, 15.13 cm y 14.99 cm, respectivamente, sin diferencias estadísticas entre tales valores, los cuales superaron al resto de tratamientos, que correspondieron al híbrido 1, que fueron 13.82 cm (H1G3), 13.69 cm (G2), 13.26 cm (G4) y 13.07 cm (G1), sin diferencias estadísticas entre ellos (Figura 50).

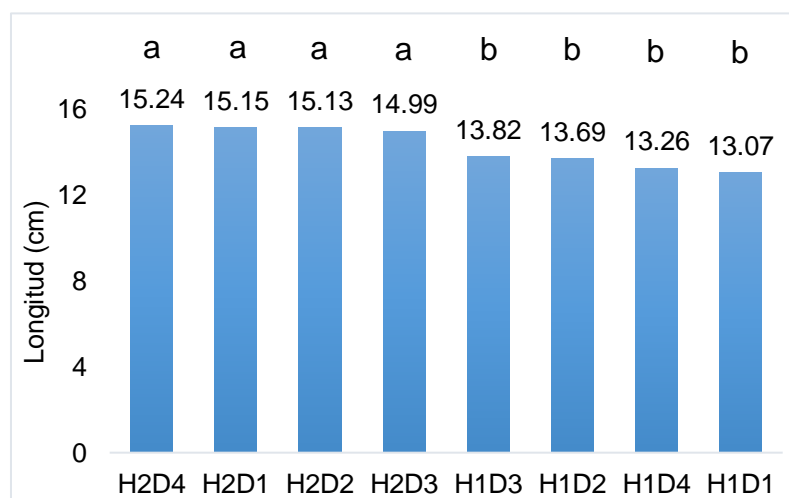


Figura 50. Longitud de mazorca promedio (cm) de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distanciamientos entre golpes.

Los coeficientes de variabilidad fueron 3.7% para híbridos, mientras que para el experimento en general fue 3.5%.

4.6.2. Perímetro de mazorca

El análisis de la Variancia para perímetro de mazorca, indicó que hubo diferencias altamente significativas entre los híbridos en estudio. El híbrido que alcanzó el mayor perímetro fue DK 7508 (H2) obteniendo 153.34 mm, superando estadísticamente al híbrido INIA 605 (H1) que logró 134.80 mm (Figura 51).

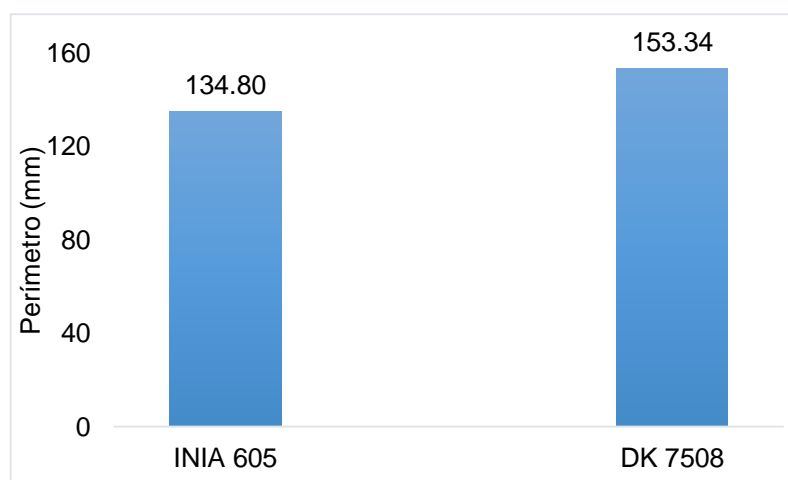


Figura 51. Perímetro de mazorca promedio (mm) de dos híbridos de maíz amarillo duro.

No se encontró diferencias estadísticas entre golpes. El mayor perímetro de mazorca promedio fue para la siembra con golpes cada 30 cm, que tuvo 145.00 mm, seguido por los golpes cada 20 cm, con 144.20 mm, golpes cada 40 cm, con 143.71 mm, golpes cada 15 cm, con 143.37 mm (Figura 52).

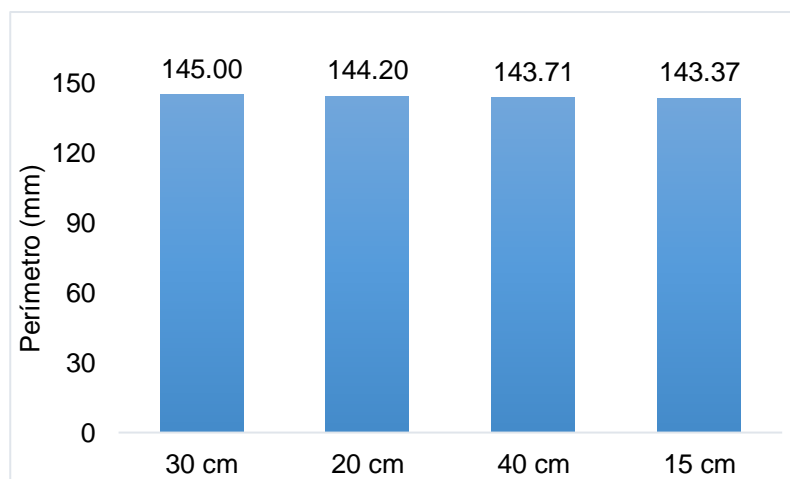


Figura 52. Perímetro de mazorca promedio (mm) de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.

Descompuesta la suma de cuadrados de golpes, se encontró diferencias altamente estadísticas únicamente entre G1vsG3, siendo la distancia entre golpes cada 30 cm, la que alcanzó el mayor perímetro con

145.0 mm, mientras que los golpes cada 15 cm logró en promedio 143.37 mm. El perímetro de mazorca promedio logrado con la densidad de 88867 plantas/ha (144.19 mm), fue similar estadísticamente a la densidad 66665 plantas/ha (143.96 mm) (Figura 53).

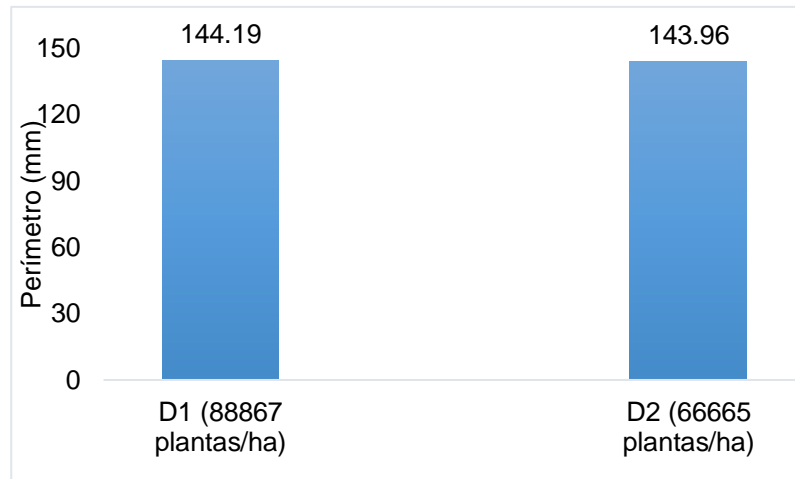


Figura 53. Perímetro de mazorca promedio (mm) de dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.

La interacción Híbridos por Golpes (HxG) no fue significativa, por lo que la respuesta de los híbridos a los diferentes tipos de golpes considerados en el estudio fue similar, tal como se puede observar en la Figura 54.

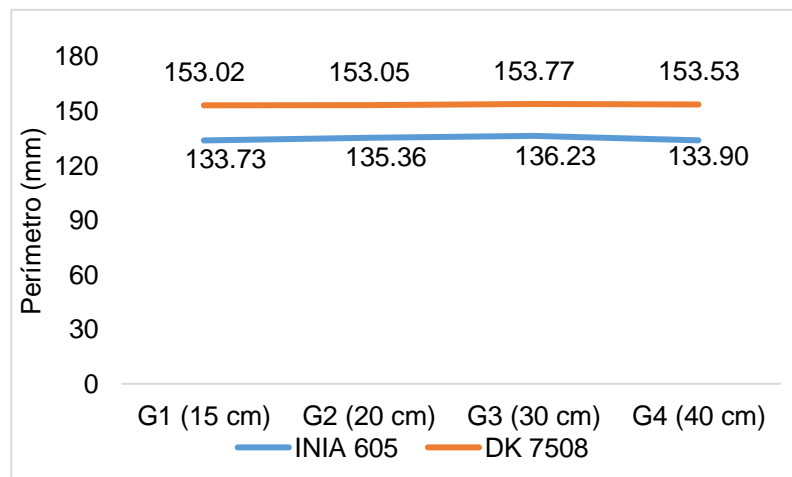


Figura 54. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra.

La prueba de duncan 5% indicó que no hubo diferencias estadísticas entre los valores dentro de cada híbrido en estudio, sin embargo si se encontró diferencias entre los tratamientos del híbrido 2 (DK 7508), cuyos valores estuvieron en un rango de 153.77 mm (H2G3) y 153.02 mm (H2G1), con los valores de los tratamientos correspondientes al híbrido 1 (INIA 605) que alcanzaron entre 136.23 mm (H1G3) y 133.73 (H1G1) (Figura 55).

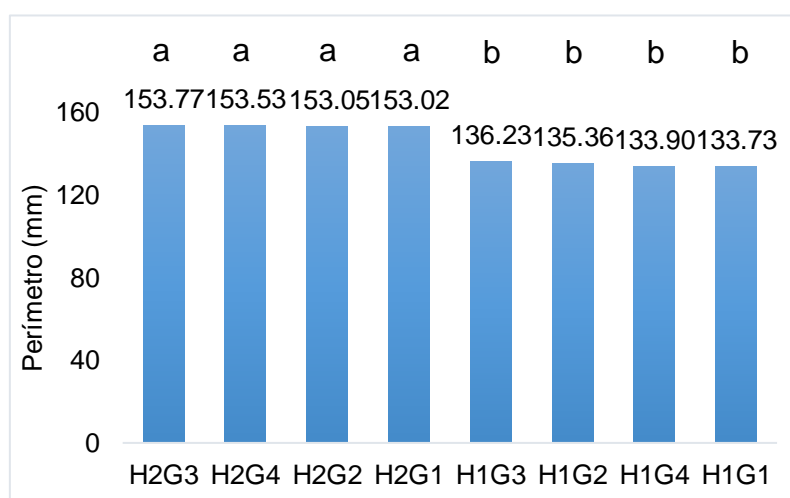


Figura 55. Perímetro de mazorca promedio (mm) de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distanciamientos entre golpes.

Los coeficientes de variabilidad fueron 3.2% para híbridos, mientras que para el experimento en general fue 3.4%

4.6.3. Ancho de grano

El análisis de la varianza para ancho de grano, indicó que hubo diferencias estadísticas significativas entre híbridos. El híbrido que alcanzó el mayor ancho de grano fue INIA 605 (H1) con 9.37 mm, superando estadísticamente a DK 7508 (H2) que solo alcanzó un promedio de 8.89 mm (Figura 56).

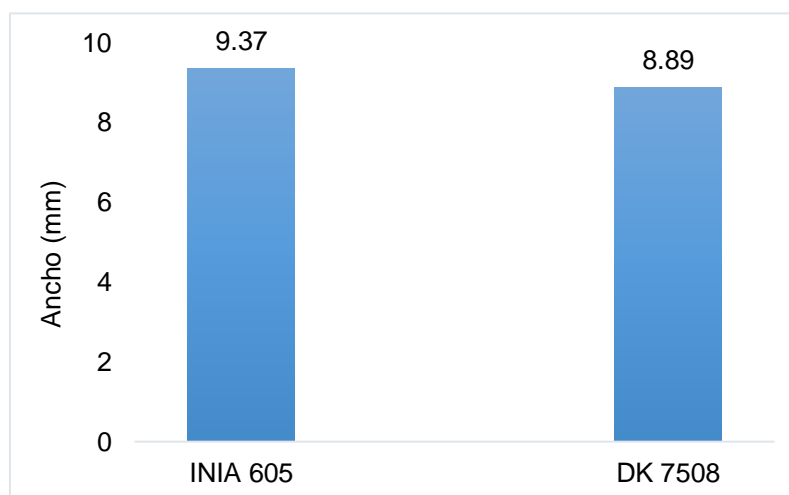


Figura 56. Ancho de grano promedio (mm) de dos híbridos de maíz amarillo duro.

Entre golpes tampoco hubo diferencias estadísticas; el mayor ancho de grano promedio fue para la siembra con golpes cada 30 cm, que tuvo 9.29 mm en promedio, seguido por los golpes cada 15 cm, con 9.23 mm, golpes cada 20 cm, con 9.02 mm, golpes cada 40 cm, con 8.97 mm (Figura 57).

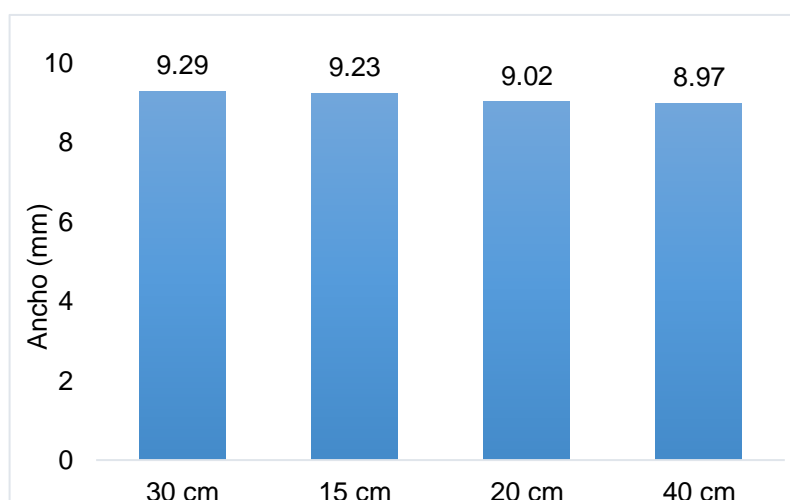


Figura 57. Ancho de grano promedio (mm) de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.

Entre las comparaciones ortogonales G1vsG3 ni entre G2vsG4 no se encontró diferencias estadísticas, pero si hubo diferencias altamente

significativas entre G1G3vsG2G4. Comparando ambas densidades, el mayor ancho de grano promedio fue para la densidad de 88867 plantas/ha con 9.26 mm, mientras que con la densidad 66665 plantas/ha se logró 9.00 mm (Figura 58).

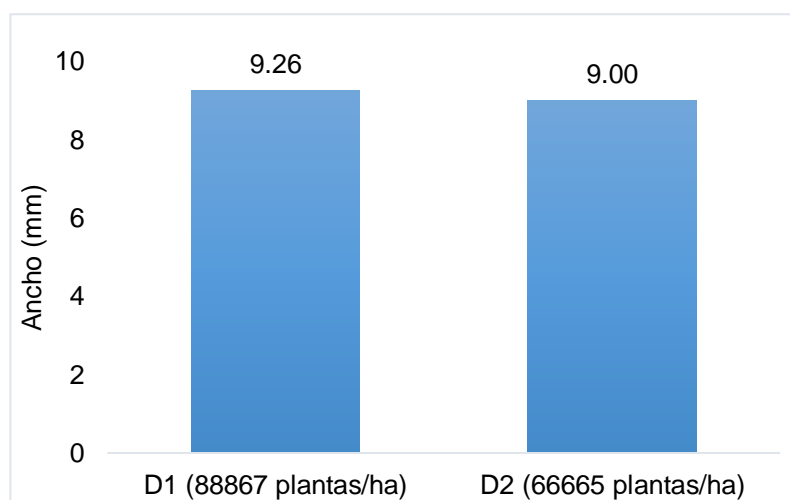


Figura 58. Ancho de grano promedio (mm) de dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.

La interacción Híbridos por Golpes (HxG) no fue significativa, lo que nos indica que, en promedio, la respuesta de los híbridos a los diferentes tipos de golpes considerados en el estudio fue similar, tal como se puede observar en la Figura 59.

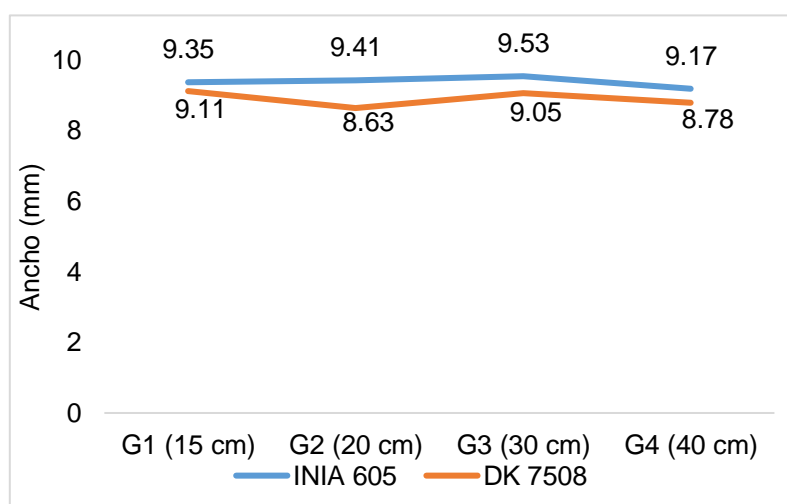


Figura 59. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra.

Efectuada la prueba de duncan 5% entre los tratamientos en estudio, el mayor ancho de grano se logró con el híbrido 1 sembrado a golpes cada 30 cm y 2 plantas/golpe (H1G3) con 9.53 mm, sin diferencias estadísticas con las combinaciones del mismo híbrido en golpes cada 20 cm (H1G2) y 15 cm (H1G1) y 40 cm (H1G4), que fueron 9.41 mm, 9.35 mm y 9.17 mm respectivamente, seguido por las combinaciones del híbrido 2 cada 15 cm (H2G1) y cada 30 cm (H2G3), que fueron 9.11 mm y 9.05 mm; entre las cuales tampoco hubo diferencias estadísticas. Las combinaciones H2G4 y H2G2 con 8.78 mm y 8.63 mm, fueron estadísticamente similares a H1G4, H2G1 y H2G3; sin diferencias estadísticas entre ellos (Figura 60).

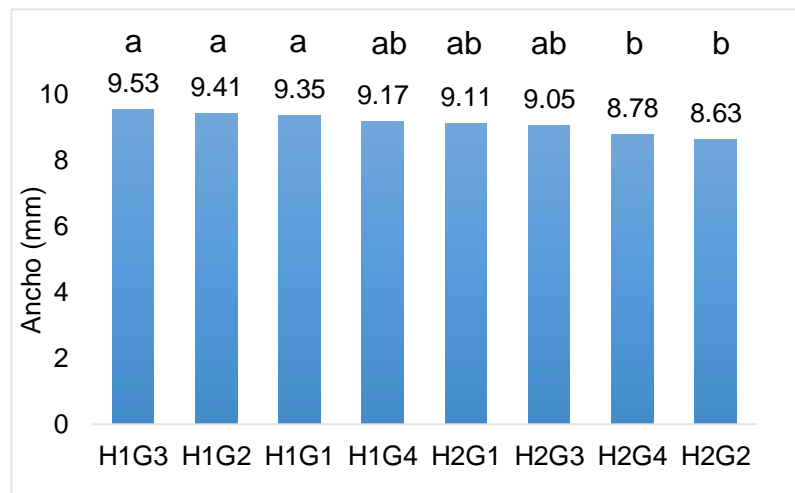


Figura 60. Ancho de grano promedio (mm) de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distanciamientos entre golpes.

Los coeficientes de variabilidad fueron 5.95% para híbridos, mientras que para el experimento en general fue 3.71%.

4.6.4. Longitud de grano

El análisis de la variancia para longitud de grano, indicó que hubo diferencias estadísticas altamente significativas únicamente entre los promedios de los híbridos en estudio. El híbrido que alcanzó la máxima

longitud de grano fue DK 7508 (H2) con 10.95 mm, que superó estadísticamente al híbrido INIA 605 (H1) que alcanzó en promedio 8.76 mm (Figura 61).

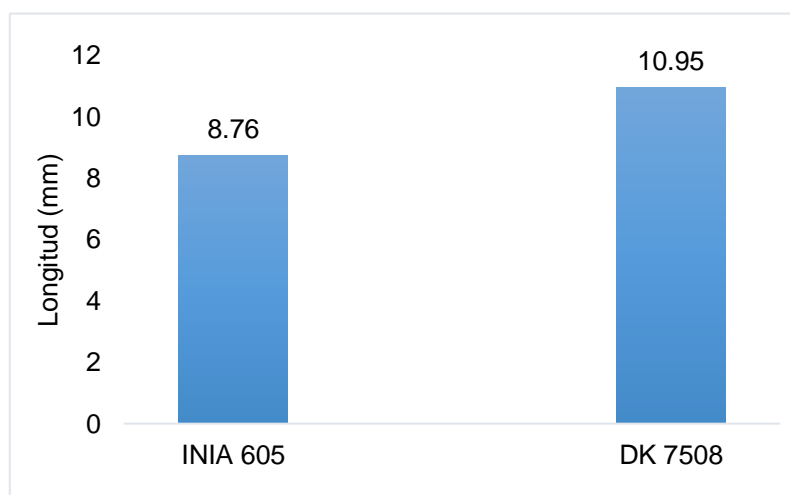


Figura 61. Longitud de grano promedio (mm) de dos híbridos de maíz amarillo duro.

Entre golpes, la mayor longitud de grano promedio fue para la siembra con golpes cada 30 cm, que tuvo 10 mm en promedio, seguido por los golpes cada 20 cm, con 9.85 mm, golpes cada 15 cm, con 9.81 mm y golpes cada 40 cm, con 9.73 mm. (Figura 62).

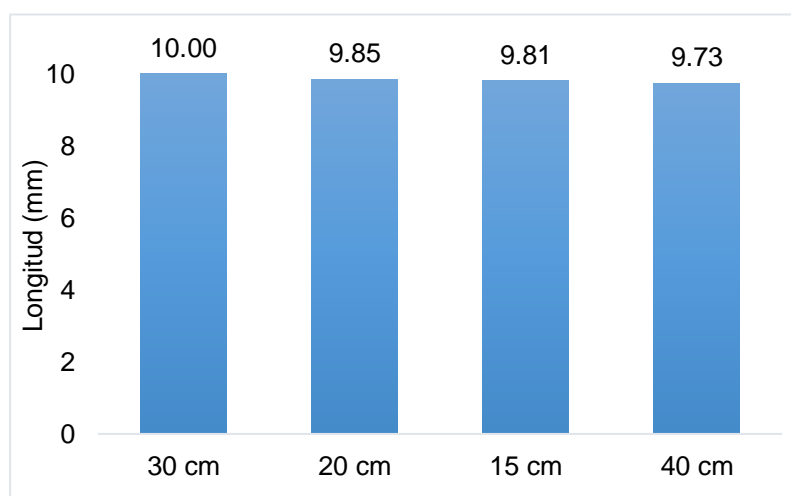


Figura 62. Longitud de grano promedio (mm) de maíz amarillo duro en 4 distanciamientos entre golpes.

En cuanto a densidades, la longitud de grano promedio obtenido con la densidad de 88867 plantas/ha fue 9.91 mm, mientras que con la densidad 66665 plantas/ha alcanzó 9.79 mm (Figura 63).

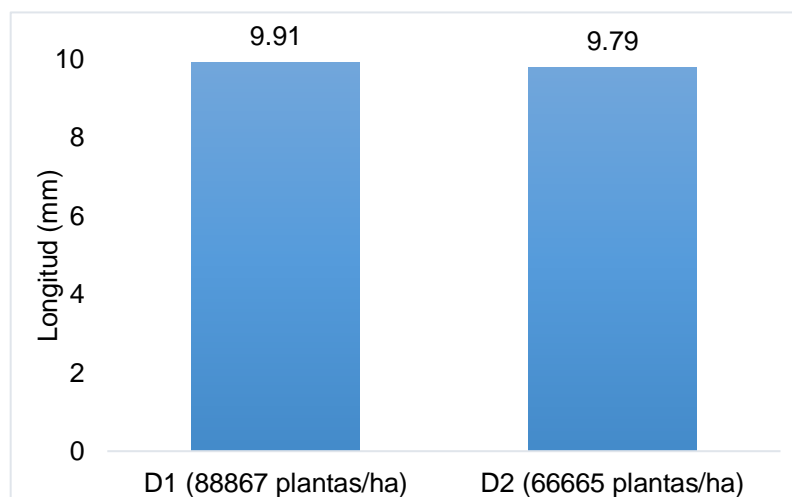


Figura 63. Longitud de grano promedio (mm) de dos híbridos de maíz amarillo duro a dos densidades de plantas por hectárea.

La interacción Híbridos por Golpes (HxG) no fue significativa, esto es, la respuesta de los híbridos a los diferentes distanciamientos entre golpes considerados en el estudio fue similar, tal como se puede observar en la Figura 64.

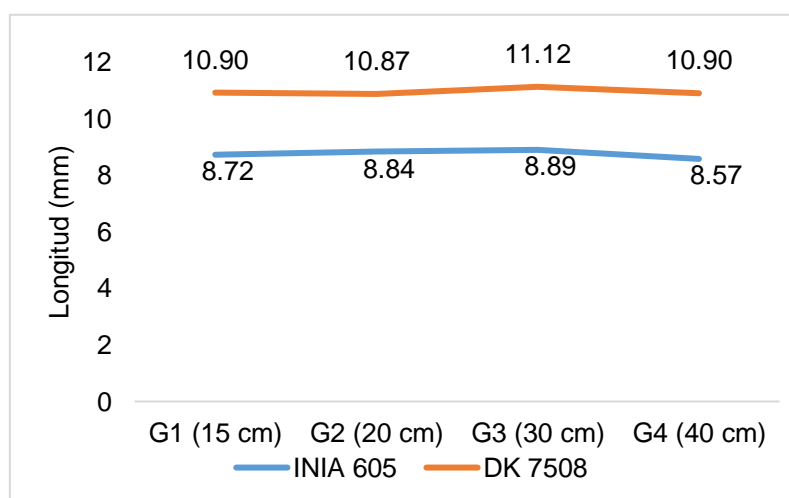


Figura 64. Respuesta de dos híbridos de maíz amarillo duro a diferentes golpes de siembra.

Efectuada la prueba de duncan 5% entre los tratamientos en estudio, la mayor longitud de grano promedio se logró con el híbrido 2 sembrado a golpes cada 30 cm y 2 plantas/golpe (H2G3) con 11.12 mm, sin diferencias estadísticas con las combinaciones del mismo híbrido en golpes cada 15 cm (H2G1), 20 cm (H2G2) y 40 cm (H2G4), que obtuvieron 10.90 mm, 10.87 mm y 10.90 mm, respectivamente, y que fueron superiores al resto de tratamientos. Las combinaciones con el híbrido 2 fueron superiores estadísticamente a las combinaciones del híbrido 1, que fueron de 8.89 mm (H1G3), 8.84 mm (G2), 8.72 mm (G1) y 8.57 mm (G4), entre las cuales tampoco hubo diferencias estadísticas (Figura 65).

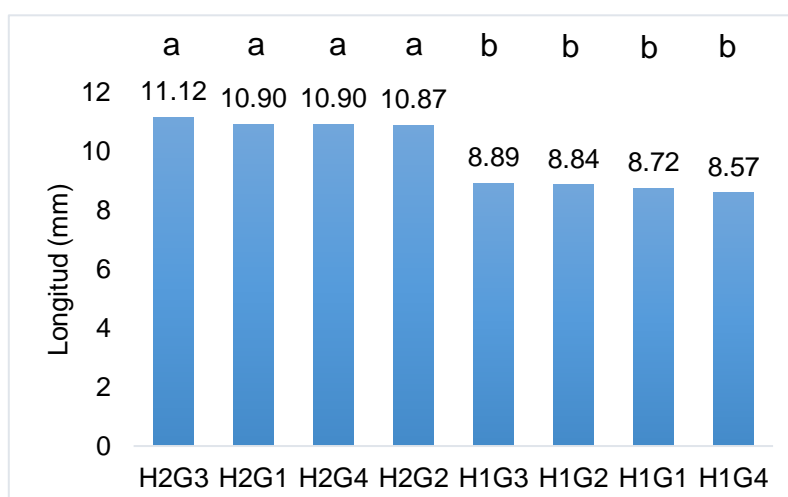


Figura 65. Longitud de grano promedio (mm) de las combinaciones de 2 híbridos de maíz amarillo duro a 4 distanciamientos entre golpes.

Los coeficientes de variabilidad fueron 6.4% para híbridos, mientras que para el experimento en general fue 6.7%.

V. DISCUSIÓN

Los resultados logrados en este estudio y el análisis estadístico de las variables estudiadas son altamente confiables considerando los valores de los coeficientes de variabilidad que se mostraron en un rango que sugiere un buen control del error experimental. Esto también es consecuencia del manejo agronómico realizado dentro de los momentos oportunos que demandó el cultivo y los tratamientos en estudio. Sin embargo es necesario acotar que el híbrido simple INIA 605 mostró en campo una irregularidad fenotípica impropia de un híbrido simple, lo que induce razonablemente a suponer que el campo de producción de la F1 del citado híbrido tuvo un manejo inadecuado lo que se reflejó en la calidad genética de la semilla. Esto puede explicar los rendimientos bajos obtenidos por el híbrido INIA 605, lo que sin embargo no quita el mérito científico de los resultados que a continuación se discuten.

Los análisis de variancia para el factor Híbridos fue significativo para rendimiento de grano ajustado al 14% de humedad y para ancho de grano, mientras que para las variables número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, peso de 100 granos, floración, altura de planta y mazorca, diámetro basal y medio del tallo, longitud y perímetro de mazorca, y longitud de grano, las diferencias fueron altamente significativas. Para el factor Golpes, se encontraron diferencias altamente significativas para las variables mazorcas por metro cuadrado, altura de planta y mazorca, diámetro basal del tallo. La interacción Híbridos por Golpes (H x G) solo fue altamente significativa para altura de planta y diámetro basal del tallo.

El híbrido que alcanzó el mayor rendimiento fue DK 7508 (H2) con un promedio de 13.6 t/ha, superando estadísticamente a INIA 605 (H1), que obtuvo un rendimiento de 6.7 t/ha. La productividad alcanzada en este

trabajo está dentro del rango reportado por Coronado (2016), que estudio el comportamiento de 7 híbridos de maíz, en la cual INIA 605 obtuvo un rendimiento de 4825 kg/ha, mientras que INIA 609 e INIA 619 fueron superiores, logrando 5559.5 y 5238.1 kg/ha. Mora y Paredes (2013), registraron rendimientos de grano de los híbridos DK 7088 (7440 kg/ha) y DK 1596 (8040 kg/ha.)

La descomposición de las sumas de cuadrado de Golpes, permitió realizar comparaciones ortogonales dentro de cada densidad al comparar Golpes a 15 cm (G1) con golpes a 30cm (G3), esto es, G1vsG3 (Densidad 1 = 88867 plantas/ha), y también Golpes a 20 cm (G2) con golpes a 40cm (G4), esto es, G2vsG4 (Densidad 2 = 66665 plantas/ha). Esto es muy importante particularmente para siembras manuales ya que un agricultor sembrando a palana cada 30 cm haría la mitad de golpes en una hectárea que sembrando a 15 cm, para obtener el mismo resultado. Exactamente igual para el caso de sembrar cada 40 cm, dos plantas por golpe. En resumen, el rendimiento logrado con 88867 plantas/ha (D_1) no varía si se siembra a 15 cm o a 30 cm. Y lo mismo para 66665 plantas/ha (D_2) con distanciamientos de 20 y 40 cm. Sin embargo, al comparar ambas densidades G1G3vsG2G4, se pudo observar que a mayor densidad (88867 plantas/ha) se obtuvo un mayor rendimiento (10.73 t/ha), mientras que en 66665 plantas/ha, se logró 9.57 t/ha. Tinoco y otros (2008), señalan que los distanciamientos de 20 y 40 cm, obtuvieron mayores rendimientos que con el distanciamiento de 60 cm entre planta. Cirilo (2004), menciona que las bajas densidades de plantas afectan la captura de luz y por lo tanto influye en el crecimiento del cultivo.

En la interacción Híbridos por golpes (HxG) no se encontró significación, lo que indica que el comportamiento de ambos híbridos fue similar a los diferentes golpes en estudio. Lo mismo ocurrió en una investigación en donde se utilizaron dos híbridos de maíz en 4

distanciamientos entre plantas con 4 tipos golpes; lo cual no hubo diferencias significativas en rendimiento de mazorca al igual que en interacción híbrido x distribuciones (Arellano en Crespo, 1982).

Entre híbridos, el DK 7508 fue superior a INIA 605 en rendimiento (13.64 t/ha vs 6.66 t/ha), en número de mazorcas por m² (7.69 vs 6.72 mz/m²), en número de hileras por mazorca (17.28 vs 14.4 hileras), en número de granos por hilera (35.58 vs 31.9 granos), en peso de 100 granos (29.71 vs 27.16 gramos), en altura de planta (262.3 vs 200.4 cm), en altura de mazorca (151.1 vs 110.0 cm), en diámetro basal de tallo (2.37 vs 1.76 cm), en diámetro medio del tallo (16.9 vs 14.1 cm), en longitud de mazorca (15.13 vs 13.46 cm), en perímetro de mazorca (153.34 vs 134.80 mm), y en longitud de grano (10.95 vs 8.76 mm).

El componente de rendimiento de grano más importante fue el número de mazorca por metro cuadrado ya que fue el componente que mostro diferencia significativa entre golpes y densidades. Los mayores valores se obtuvieron sembrando en golpes a 15 cm y a 30 cm, que equivalen a una densidad de 88867 plantas/ha, con 7.88 mazorcas por metro cuadrado. Los otros componentes de rendimiento, esto es, número de granos por hileras y peso de 100 semillas, no mostraron significación estadística entre densidades. El número de hileras por mazorca también mostro significación estadística entre densidades (G1G3vsG2G4), pero el mayor valor correspondió a la menor densidad, lo que sugiere que esta variable se favorece a densidades menores. Esto difiere con Quevedo y otros (2014), en donde indican que las densidades poblacionales no afectan a al número de hileras por mazorca.

En la variable de número de granos/hilera, no se encontraron diferencias significativas en las densidades G1vsG3 (D1) y G2vsG4 (D2). Así mismo, al comprar ambas densidades, se observó que el número de

granos/hilera no fue afectado por la densidad de plantas. Mientras que, Cervantes y otros (2014), reportaron que el número de granos/hilera disminuyó a mayor densidad poblacional, por lo que a mayor densidad se forman mazorcas más pequeñas y por lo tanto menor número de granos/hilera.

Para altura de planta, se encontró diferencias significativas en G1vsG3 (D1), mientras que en G2vsG4 (D2) no se encontraron diferencias. Esto significa que la altura de planta a la densidad de 88867 plantas/ha (D1) es diferentes si se siembra a distanciamientos de 15 cm o 30 cm. En cambio, para la densidad de 66665 plantas/ha (D2) los resultados son similares si se siembra a distanciamientos de 20 cm y 40 cm. Comparando ambas densidades, G1G3vsG2G4, no se encontraron diferencias estadísticas entre ellas. Esto no coincide con Yasari y otros (2012), en donde indicaron que altas densidades de plantas influyen significativamente en el aumento de altura de la planta y podría deberse a la presencia de luz solar.

Para la variable altura de mazorca, no se encontraron diferencias significativas entre G1vsG3 (D1) ni G2vsG4 (D2). Esto significa que no hubo diferencia para distanciamientos entre golpes dentro de cada uno de las dos densidades. Sin embargo, al comparar ambas densidades G1G3vsG2G4, se encontró que al sembrar a una densidad de 88867 plantas/ha (D1) se logró una altura de mazorca de 135.41 cm, mientras que a menores densidades (66665 plantas/ha), se logró 125.70 cm. Esto coincide con Cervantes y otros (2013), en donde señalan que la altura de mazorca es mayor al incrementar la densidad poblacional. Las densidades no presentaron diferencias estadísticas en longitud de mazorca. Sin embargo, Aguila y otros (1971), señalaron que la longitud de mazorca disminuyó cuando la población de plantas aumentaba.

VI. CONCLUSIONES

No hubo diferencia en rendimiento de grano sembrando una planta por golpe cada 15 cm y dos plantas por golpe cada 30cm; ambos arreglos espaciales originan una población de 88867 plantas/ha. Igualmente, para la siembra cada 20 cm (1 planta/golpe) y cada 40 cm (2 plantas/golpe), que originan una densidad de 66667 plantas/ha. Tomando únicamente el caso de la densidad de 88867 plantas por hectárea, para un agricultor sembrando dos plantas por golpe cada 30 cm, le significa usar 44,443 golpes de palana por hectárea; mientras que para sembrar cada 15 cm tendría que hacer el doble de golpes de palana, esto es, 88867 golpes.

Las densidades de plantas tuvieron un efecto significativo en el rendimiento de los híbridos estudiados, por lo que, a mayor densidad de plantas (88867 plantas/ha) se logró un mayor rendimiento de grano con un promedio de 10.73 t/ha, superando a 66665 plantas/ha con 9.57 t/ha.

El híbrido que logró mayores rendimientos fue DK 7508 (H₂), con un promedio de 13.36 t/ha, siendo superior estadísticamente a INIA 605 (H₁) con 6.37 t/ha. Así mismo, DK 7508 tuvo mejores características agronómicas y también mayor resistencia a problemas sanitarios.

Los distanciamientos entre golpes tuvieron diferentes respuestas en el rendimiento de grano, siendo el de 30 cm que logró un mayor promedio (10.90 t/ha). El distanciamiento de 40 cm obtuvo el menor rendimiento, con 9.70 t/ha.

El tratamiento que logró un mayor rendimiento fue la combinación de H₂G₃ (DK 7508 x 30 cm, 88867 plantas/ha) con 14.56 t/ha, sin diferencias estadísticas con los tratamientos del mismo híbrido, pero superiores a las

combinaciones del híbrido INIA 605, que corresponde a la combinación de H1G4 (INIA 605 x 40 cm, 66665 plantas/ha) logrando 5.50 t/ha.

Con respecto a los componentes de rendimiento: el mayor número de mazorcas por metro cuadrado se obtuvo a 88867 plantas/ha, con 7.88 mazorcas/m², mientras que la densidad no influyó en número de hileras/mazorca, número de granos/hileras y peso de 100 granos.

La longitud de mazorca no fue afectada por los diferentes distanciamientos entre golpes. Sin embargo, Los híbridos mostraron diferente respuesta a la mayor densidad en estudio.

En cuanto a las mediciones de mazorca como: longitud de mazorca, perímetro de mazorca, ancho de grano y longitud de grano no se encontraron diferencias estadísticas en el factor densidad.

VII. RECOMENDACIONES

Diseñar experimentos similares considerando diferentes arreglos espaciales en base a menores distancias entre surcos y entre golpes, esto es, a una mayor densidad de plantas por hectárea.

Diseñar experimentos similares con híbridos diferentes, estudiando además la interacción nitrógeno por densidad, y hasta 3 plantas por golpe. En estos estudios podrían considerarse otras variables importantes tal como área foliar y diferentes arreglos espaciales de siembra.

Escalar los resultados obtenidos a nivel de parcelas de comprobación en campos de pequeños y medianos productores de maíz.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Aguila, A., Violic, A., y Gebauer, J. 1971. Efecto de población de distancia de siembra entre hileras, sobre rendimiento y otras características de dos híbridos de maíz, 31:200-202.

Balboa, G., Espósito, G., Castillo, C., y Balboa, R. 2010. Uniformidad espacial de plantación de maíz (*Zea mays* L.). Universidad Nacional de Río Cuarto. 9° Congreso Nacional de maíz. Rosario, Argentina.

Bartolini, R. 1990. El maíz. Ed. Mundi-Prensa. España.

Campodónico, F. 2012. Evaluación de rendimientos de maíz en función de distintas densidades de siembra, en el partido de Lima, Provincia de Buenos Aires. Tesis para obtener el Título de Ingeniero de Producción Agropecuaria. Universidad Católica Argentina.

Cervantes, F., Covarrubias, J., Rangel, J., Terrón, A., Mendoza, M., y Preciado, R. 2013. Densidad de población y fertilización nitrogenada en la producción de semilla híbrida de maíz. *Agronomía Mesoamericana*, 24:102-103.

Cervantes, F., Gasca, M., Andrio, E., Mendoza, M., Guevara, L., Vázquez, F., y Rodríguez, S. 2014. Densidad de población y correlaciones fenotípicas en caracteres agronómicos y de rendimiento en genotipos de maíz. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria México*, 2:13-15.

Cirilo, A. 2004. Manejo de la Densidad y Distancia entre Surcos en Maíz. INTA.

Coronado, M. 2016. Evaluación del comportamiento de 07 genotipos de

maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en dos épocas de siembra, en la Comunidad de Yatun, Provincia de Cutervo, Cajamarca. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Crespo, S. 1982. Variación fenotípica dentro y entre matas en dos variedades de maíz. Tesis para obtener el Grado de Maestro en Ciencias, Especialista en Genética.

D'Amico, J., Tesouro, M., Romito, A., Paredes, D., y Roba, M. 2011. Desuniformidad de distribución espacial: Caracterización de su impacto sobre el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.). Rev. Facultad de Agronomía. 110:51-52.

FAOSTAT. 2015. Producción y área mundial de maíz. Recuperado de: http://faostat3.fao.org/browse/rankings/commodities_by_regions/S

Gamboa, J. 2004. El maíz; cultivo, rostros, paisajes. Ed. Gamma. Colombia.

Grobman, A. 2004. En Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz – El Origen del Maíz. Universidad Nacional Agraria La Molina, 426-471.

Hipp, A. 2004. El maíz por dentro y por fuera. Ed. Buenas Letras. España.

Jugenheimer, R. 1990. Maíz: Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Ed. Limusa. México.

Kiesselbach, T. 1980. The structure and reproduction of corn. Reprinted from Research Bulletin 161. University of Nebraska Press, Lincoln, Nebraska, USA.

Hallauer A., y Miranda, J. 1981. Quantitative Genetics in Corn Breeding. Iowa State University Press. Ames, Iowa, USA.

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

Manrique, A. 1988. *El maíz en el Perú*. Fondo de promoción de la cultura agraria. Banco Agrario del Perú.

Mora, E., y Paredes, J. 2013. *Evaluación agronómica de los maíces híbridos "DK-7088", "DK-1596" sometidos a tres distanciamientos de siembra en la zona de Zapotal, Provincia de Los Ríos*. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Agropecuario. Universidad técnica de Babahoyo.

Ospina, J. 2001. *Características físico Mecánicas y Análisis de Calidad de Granos*. Universidad Nacional de Colombia.

Paliwal, R. 2001. *El maíz en los trópicos, mejoramiento y producción*. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, 28:1-2.

Parsons. J. 1988. *Maíz*. Ed. Trillas. México.

Raven, P., Evert, R., y Eichhorn, S. 1992. *Biología de las plantas*. Ed. Reverté. S.A. España.

Robutti, J. 2004. *Calidad y usos del maíz*. INTA. Argentina.

Rojo, C. y González, F. 2005. *Gramíneas y seudocereales*. En: *Prontuario de Agricultura*. Ed. Mundi-Prensa. España.

Sangoi, L. 2000. *Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield*. Recuperado de:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010384782001000100027.

Serratos, J. 2012. El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. Greenpeace. p.15.

Schwember, A. y Contreras, S. 2011. Mejoramiento vegetal: su importancia para la producción agrícola. *Agronomía y Forestal U.C.* 42:17.

Tinoco, C., Ramírez, A., Villarreal. F., y Ruiz. A. 2008. Arreglo espacial de híbridos de maíz, índice foliar y rendimiento. *Agricultura técnica en México*. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172008000300001

Quevedo, Y., Barragán, E., y Beltrán, J. 2015. Efecto de altas densidades de siembra sobre el híbrido de maíz (*Zea mays l.*) impacto. *Scientia Agroalimentaria*, 2:19.

Yasari, E. 2012. Comparison of Seed Corn Single Crosses SC 704 and SC 770 Response to Different Plant Densities and Nitrogen Levels. *Journal of Agricultural Science*, 4: 265-266.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Cuadros medios de las variables registradas y analizadas en el estudio.

FV	gl	Rendimiento Grano	Componentes de rendimiento				Floración (días)			Alturas (cm)				Mediciones de mazorca					
			Mazorcas/m ²	Número hileras	No granos/hilera	100 granos	♂	♀	ASI	Planta	Mazorca	Pit/Maz	Diámetro basal (mm)	Diámetro medio (mm)	Longitud A	Perímetro (cm)	Ancho grano (mm)	Grosor grano (mm)	Long grano (mm)
Total	31																		
PP	7	59,01	2,60	9,70	16,64	45,19	3,27	3,71	0,21	4584,52	1959,27	0,00	0,44	0,10	3,35	409,88	0,41	0,00052	5,67
rep	3	0,33	1,25	0,06	0,10	4,75	0,13	0,00	0,50	268,25	36,88	0,00	0,02	0,01	0,12	18,13	0,05	0,00027	0,03
Hib	1	389.80**	7,61	66.13 **	108.04 **	52.07 **	21.13 **	24.50 **	0,00	30963.16 **	13505.46 **	0,01	2,96	0,64	22.28 **	2749.90 **	1,82	0,00011	38.39 **
(a)	3	7,43	2,29	0,54	2,73	83,33	0,46	0,50	0,00	107,90	32,92	0,00	0,01	0,01	0,28	21,62	0,29	0,00092	0,40
Golpes	3	3.88<*	5.17 **	0,62	1,23	0,32	0,46	0,33	0,50	217.94 **	282.83 **	0,00	0,09	0,02	0,16	3.98 <*	0,19	0,00019	0,10
G1vsG3	1	0,50	0,04	0,04	2,40	0,51	0,25	0,25	0,00	430,56	39,06	0,00	0,03	0,02	0,35	10.55 **	0,01	0,00029	0,15
G2vsG4	1	0,48	0,69	0,01	0,30	0,03	0,00	0,25	1,00	20,25	54,76	0,00	0,03	0,01	0,10	0,96	0,01	0,00001	0,06
G1G3vsG2G4	1	10.68**	14.76 **	1,81	0,98	0,41	1,13	0,50	0,50	203.01 **	754.66 **	0,01	0,23	0,03	0,05	0,41	0,55	0,00027	0,10
H x G	3	1,20	0,67	0,30	2,34	2,38	0,13	0,17	0,00	9.22 **	118,27	0,00	0,06	0,02	0,38	2,33	0,10	0,00028	0,03
D1vsD3)xH	1	0,25	0,04	0,04	2,40	0,18	0,25	0,25	0,00	10,56	115,56	0,00	0,02	0,02	0,83	3,11	0,05	0,00027	0,00
D2vsD4)xH	1	3,27	1,69	0,25	4.62 *	3,42	0,00	0,25	0,00	2,25	28,09	0,00	0,09	0,02	0,29	3,75	0,15	0,00020	0,09
D1D3vsD2D4)xH	1	0,06	0,29	0,61	0,00	3,52	0,13	0,00	0,00	14,85	211,15	0,00	0,07	0,01	0,02	0,13	0,10	0,00038	0,00
(b)	18	1,25	0,64	0,32	3,72	7,35	0,40	0,25	0,25	120,25	59,43	0,00	0,01	0,01	0,26	24,76	0,11	0,00026	0,43

Anexo 2. Promedio de las variables registradas en el estudio.

Tratamientos	Rendimiento Grano (t/ha)*	Componentes de rendimiento				Floración (días)			Alturas (cm)			Diámetro basal (mm)	Diámetro medio (mm)	Asp Maz (1 - 5)	Prolif.	Mediciones de mazorca							
		Mazorcas/m2	Número hileras	No granos/hilera	100 granos (gr)	♂	♀	ASI	Planta	Mazorca	Plt/Maz					Longitud A	Longitud B	Humedad (%)	Perímetro (cm)	Ancho grano (mm)	Grosor grano (mm)	Long grano (mm)	% desgrane
H1G1	7,14	7,4	14,3	31,0	27,9	52,5	52,5	0,0	206,3	116,6	0,6	1,7	1,4	3,6	1,0	13,1	12,3	19,7	133,7	9,4	0,4	8,7	0,8
H1G2	6,75	6,7	14,4	32,8	26,3	53,0	53,0	0,0	199,0	108,3	0,5	1,8	1,4	3,3	1,0	13,7	12,9	19,3	135,4	9,4	0,4	8,8	0,8
H1G3	7,24	7,2	14,3	32,5	27,3	53,0	53,0	0,0	197,6	108,1	0,5	1,7	1,4	3,3	1,0	13,8	12,9	20,1	136,2	9,5	0,4	8,9	0,8
H1G4	5,50	5,6	14,6	31,4	27,1	53,0	53,0	-0,5	197,5	107,2	0,5	1,8	1,4	3,5	0,9	13,3	12,6	19,7	133,9	9,2	0,4	8,6	0,8
Promedio H1	6,66	6,72	14,40	31,90	27,16	52,9	52,9	-0,1	200,1	110,0	0,5	1,8	1,4	3,4	1,0	13,5	12,7	19,7	134,8	9,4	0,4	8,8	0,8
H2G1	13,96	8,5	16,8	35,4	29,6	51,0	51,0	0,0	271,5	157,4	0,6	2,3	1,7	2,9	1,0	15,1	14,0	22,4	153,0	9,1	0,4	10,9	0,9
H2G2	12,74	6,8	17,8	35,4	30,4	51,5	51,5	0,0	260,6	146,9	0,6	2,6	1,8	2,9	1,0	15,1	14,2	24,0	153,1	8,6	0,4	10,9	0,9
H2G3	14,56	8,5	17,0	35,4	29,4	51,0	51,0	0,0	259,5	159,7	0,6	2,2	1,6	2,8	1,0	15,0	14,0	25,3	153,8	9,0	0,4	11,1	0,9
H2G4	13,30	7,0	17,5	36,2	29,4	51,5	51,0	-0,5	257,6	140,5	0,5	2,4	1,7	2,9	1,1	15,2	14,4	21,9	153,5	8,8	0,4	10,9	0,9
Promedio H2	13,64	7,69	17,28	35,58	29,71	51,3	51,1	-0,1	262,3	151,1	0,6	2,4	1,7	2,8	1,0	15,1	14,1	23,4	153,3	8,9	0,4	10,9	0,9
Gran promedio	10,15	7,20	15,84	33,74	28,44	52,1	52,00	-0,1	231,2	130,56	0,56	2,07	1,55	3,13	1,00	14,29	13,40	21,56	144,07	9,13	0,40	9,85	0,85
CV (%) PP	26,80	20,99	4,63	4,89	32,10	1,30	1,36	0	4,49	4,40	5,74	4,36	7,71	21,91	9,28	3,69	2,65	7,30	3,23	5,95	7,66	6,44	1,47
CV (%) SP	11,00	11,15	3,57	5,72	9,54	1,22	0,96	-400	4,74	5,90	4,24	4,25	5,10	10,75	8,40	3,55	5,51	6,19	3,45	3,71	4,08	6,67	1,37
DMS 5% Híbridos	3,07	1,70	0,83	1,86	10,27	0,76	0,80	0,00	11,69	6,46	0,04	0,10	0,13	0,77	0,10	0,59	0,40	1,77	5,23	0,61	0,03	0,71	0,01
DMS 5% Golpes	1,18	0,84	0,59	2,03	2,85	0,67	0,53	0,53	11,52	8,10	0,03	0,09	0,08	0,35	0,09	0,53	0,78	1,40	5,23	0,36	0,02	0,69	0,01
DMS 5% Tratamientos	1,66	1,19	0,84	2,87	4,03	0,94	0,74	0,74	16,29	11,45	0,04	0,13	0,12	0,50	0,12	0,75	1,10	1,98	7,39	0,50	0,02	0,98	0,02

* ajustado a 14% humedad