

# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

## PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA AGRONOMA



### TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE: INGENIERA AGRONOMA

---

**Efecto de dos formas de fraccionamiento del nitrógeno en el  
rendimiento de grano de tres híbridos de maíz amarillo duro  
(*Zea mays* L.)**

---

**Área de Investigación:** Biofertilizantes

**Autor:**

Lucho Mariños, Beatriz Leonor

**Jurado Evaluador:**

**Presidente:** Valdivia Vega, Sergio Adrián

**Secretario:** Huanes Mariños, Milton Américo

**Vocal:** Morales Skrabonja, Cesar Guillermo

**Asesor:**

Barandiaran Gamarra, Miguel Angel

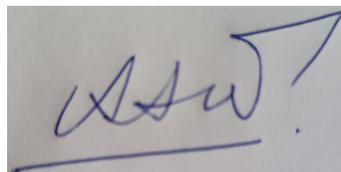
**Código Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-5904-8736>

**TRUJILLO – PERÚ**

**2022**

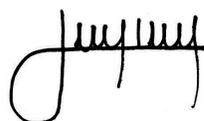
Fecha de sustentación: 2022/05/16

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por:



---

Ing.M.Sc.SergioAdrian Valdivia Vega  
Presidente



---

Dr. Milton AmericoHuanesMariños  
Secretario



---

Ing. M.Sc. Cesar Guillermo Morales Skrabonja  
Vocal



---

Dr. Miguel Ángel Barandiarán Gamarra  
Asesor

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres Oracina y Ponciano por su amor incondicional por estar siempre a mi lado, por su apoyo, consejos, por ser ejemplo de superación y demostrarme que para lograr el éxito en la vida sólo se necesita esfuerzo, dedicación y empeño.

¡QUE DIOS LOS BENDIGA!

A mis hermanos Israel y Nilo, por su amor, comprensión, apoyo, por su confianza, por permitirme alcanzar y compartir este sueño tan anhelado, muchas gracias.

A todos mis familiares y compañeros de trabajo que de algún modo me ayudaron y apoyaron en la culminación de mi carrera, brindándome todo su cariño y apoyo

## **AGRADECIMIENTO**

Mi Dios Todopoderoso es el principal motor en mi vida, quien me dio fuerzas para seguir adelante, salir vencedora ante los obstáculos que día a día se me presentaban, gracias infinitas a este ser supremo que siempre estuvo y está a mi lado.

A mi asesor, Dr. Miguel Barandiaran Gamarra, por toda la orientación, confianza y apoyo brindado durante el desarrollo de la investigación.

A la empresa Farmex S.A con representación del Ing. Erasmo Yupanqui, por el apoyo de su material vegetal y asesoramiento técnico en el manejo agronómico del proyecto.

A mi estimado jurado, Ing. M. Sc. Sergio Valdivia Vega, Dr, Milton Huanes, Ing. Cesar Morales Skarbonja, por sus observaciones y sugerencias, ayudándome de esta manera a perfeccionar el informe de la presente esta tesis.

## INDICE

Pag.	
	CARÁTULA..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS ..... ii
	DEDICATORIA ..... iii
	AGRADECIMIENTO ..... iv
	INDICE DE CUADROS ..... vii
	INDICE DE FIGURAS ..... viii
	INDICE DE ANEXOS ..... xii
	RESUMEN ..... xiii
	ABSTRACT ..... 1
I.	INTRODUCCIÓN ..... 1
II.	REVISION DE BIBLIOGRAFIA ..... 3
	2.1. La Planta de Maíz ..... 3
	2.1. Híbridos de Maíz ..... 4
	2.2. Fertilización Nitrogenada ..... 4
III.	MATERIALES Y MÉTODOS ..... 8
IV.	RESULTADOS ..... 12
	4.1. Rendimiento de grano (t/ha) ..... 12
	4.2. Altura de planta (cm) ..... 15
	4.3. Altura de mazorca (cm) ..... 18
	4.4. Longitud de mazorca ..... 21
	4.5. Número de hileras por mazorca ..... 24
	4.6. Número de granos por hilera ..... 27
	4.7. Diámetro de mazorca ..... 30
	4.8. Diámetro de tuza ..... 32
	4.9. Longitud de grano ..... 35
	4.10. Ancho de grano ..... 38
	4.11. Grosor de grano ..... 41

4.12. Peso de 100 granos. ....	44
V. DISCUSION .....	48
VI.CONCLUSIONES .....	52
VII. RECOMENDACIONES .....	53
VIII. BIBLIOGRAFÍA .....	54

## INDICE DE CUADROS

Pag

Cuadro 1. Tratamientos estudiados.....	9
Cuadro 2. Descripción de las características agronómicas del híbrido .....	10

## INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Respuesta promedio a dos fraccionamientos de nitrógeno en el rendimiento de grano de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016. ....	12
Figura 2. Rendimiento promedio de grano (t/ha) de 3 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016. ....	13
Figura 3. Rendimiento de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016. ....	14
Figura 4. Respuesta de rendimiento de 3 híbridos de maíz amarillo duro a dos fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016. ....	14
Figura 5. Altura de planta promedio entre los 2 fraccionamientos. Trujillo, 2016. ....	15
Figura 6. Altura de planta promedio entre los 3 híbridos. Trujillo, 2016. ....	16
Figura 7. Altura de planta de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016. ....	17
Figura 8. Respuesta en altura de planta de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016. ....	17
Figura 9. Efectos de los fraccionamientos de nitrógeno sobre la altura de mazorca. Trujillo, 2016. ....	18
Figura 10. Altura de mazorca promedio de 3 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016. ....	19
Figura 11. Altura de mazorca de 3 híbridos de maíz amarillo duro a dos fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016. ....	20
Figura 12. Respuesta de altura de mazorca de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016. ....	20

Figura 13. Longitud de mazorca promedio de 2 fraccionamientos. Trujillo, 2016.....	21
Figura 14. Longitud de mazorca promedio de 3 híbridos. Trujillo, 2016. ....	22
Figura 15. Longitud de mazorca de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016. ....	23
Figura 16. Respuesta de longitud de mazorca de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016. ....	23
Figura 17. Numero de hileras promedio por mazorca de 2 fraccionamientos. Trujillo, 2016. ....	24
Figura 18. Numero de hileras promedio por mazorca de 3 híbridos. Trujillo, 2016.....	25
Figura 19. Numero de hileras de 3 híbridos de maíz amarillo duro a dos fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016. ....	26
Figura 20. Respuesta de número de hileras por mazorca de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.....	26
Figura 21. Numero de granos promedio por hilera de 2 fraccionamientos. Trujillo, 2016. ....	27
Figura 22. Número de granos promedio por hilera de 3 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016. ....	28
Figura 23. Granos por hilera de 3 híbridos de maíz amarillo duro a dos fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016. ....	29
Figura 24. Respuesta de granos por hilera de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016. ....	29
Figura 25. Diámetro de mazorca promedio de 2 fraccionamientos. Trujillo, 2016.....	30
Figura 26. Diámetro de mazorca promedio de 3 híbridos. Trujillo, 2016. ....	31

Figura 27. Diámetro de mazorca de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016. ....	31
Figura 28. Respuesta del diámetro de mazorca de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2fraccionamientosde nitrógeno. Trujillo, 2016.....	32
Figura 29. Respuesta promedio de dos formas de fraccionamiento nitrogenado en maíz amarillo duro. Trujillo, 2016. ....	33
Figura 30. Diámetro de tuza promedio de 3 híbridos .Trujillo, 2016. ....	33
Figura 31. Diámetro de tuza de 3 híbridos de maíz amarillo duro a dos fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016. ....	34
Figura 32. Respuesta del perímetro de mazorca de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016. .	35
Figura 33. Longitud de grano promedio de dos fraccionamientos. Trujillo, 2016.....	36
Figura 34. Longitud de grano promedio de 3 híbridos. Trujillo, 2016. ....	36
Figura 35. Longitud de grano de 3 híbridos de maíz amarillo duro a dos fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016. ....	37
Figura 36. Respuesta de longitud de grano de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016. ....	38
Figura 37. Ancho de grano promedio de dos fraccionamientos. Trujillo, 2016. ....	39
Figura 38. Ancho de grano promedio de tres híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016. ....	39
Figura 39. Ancho de grano de 3 híbridos de maíz amarillo duro a dos fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016. ....	40
Figura 40. Ancho de grano de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016. ....	41
Figura 41. Grosor de grano promedio de 2 fraccionamientos. Trujillo, 2016.	42

Figura 42. Grosor de grano promedio de 3 híbridos. Trujillo, 2016. ....	42
Figura 43. Grosor de grano de 3 híbridos de maíz amarillo duro a dos fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016. ....	43
Figura 44. Respuesta del grosor de grano de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016. ....	44
Figura 45. Peso de 100 granos promedio entre los 2 fraccionamientos. Trujillo, 2016. ....	45
Figura 46. Peso de 100 granos promedio de 3 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016. ....	45
Figura 47. Peso de 100 granos de 3 híbridos de maíz amarillo duro a dos fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016. ....	46
Figura 48. Respuesta de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno (100 granos). Trujillo, 2016. ....	47

## INDICE DE ANEXOS

	Pag
Tabla 1A. Cuadrados de medios y significación estadística de las variables registradas y analizadas.....	58
Tabla 2A. Promedio de las variables registradas en el estudio .....	59

## RESUMEN

El nitrógeno es el elemento nutricional de mayor demanda por las plantas y su manejo es un factor clave para la obtención de mayores rendimientos. Su uso eficiente está relacionado a su disponibilidad en momentos importantes de su demanda en el desarrollo vegetativo y reproductivo de la planta. El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar dos formas de fraccionamiento del nitrógeno (F1= 50%siembra-50%V12, y F2 = 20% siembra-50%V7-30%V12) en el rendimiento de tres híbridos comerciales de maíz amarillo duro, DK399 (H1), DK7508 (H2), DK7088 (H3). El diseño experimental utilizado fue Parcelas Divididas, con 6 tratamientos y 4 repeticiones. El efecto del fraccionamiento del nitrógeno no fue estadísticamente significativo, para rendimiento de grano, ni para el resto de variables estudiadas, sin embargo F1 resultó en una producción de grano por hectárea, 5.31% mayor que la alcanzada con F2. Entre híbridos tampoco existió diferencia significativa en rendimiento, pero si para altura de planta y mazorca, longitud de mazorca y grosor de grano. La interacción F x H no fue significativa para todas las variables estudiadas. El estudio se condujo en el Campus II de la Universidad Privada Antenor Orrego - Trujillo, La Libertad, en la campaña 2016.

## ABSTRACT

Nitrogen is the most demanding nutritional element for plants and its management constitutes a key factor to reaching higher yields. The efficient use of nitrogen is related to its availability at important stages of development, mainly at vegetative and reproductive phases. The present research aimed at studying two ways of nitrogen fractioning ((F1= 50%planting-50%V12, y F2 = 20%planting-50%V7-30%V12) upon grain yield of three commercial maize hybrids, DK399 (H1), DK7508 (H2), DK7088 (H3). The experimental layout was split-plot design with four replicates. The effect of fractioning the nitrogen was statistically significantly neither for grain yield nor for the rest of the variables. Nevertheless, F1 resulted in 5.31% more yield than that of F2. Among corn hybrids there was no significant differences for grain yield, but the differences among averages for plant and ear height, ear length and grain thickness were highly significant statistically. The F x H interaction was not significant for all the variables considered. This study was conducted at Campus II from the Private University Antenor Orrego, in Trujillo, Peru, during the 2016 planting season.

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del maíz (*Zea mays* L.) se encuentra extendido por todo el mundo constituyendo, junto con el arroz (*Oryza sativa* L.) y el trigo (*Triticum aestivum* L.), los cereales que proporcionan más del 50% del total de la ingesta humana de calorías a nivel global (Sarwar, 2013). El centro de origen de la planta de maíz no está plenamente establecido, sin embargo se reconoce a México como el centro primario de diversidad genética del cultivo (Acosta, 2009).

En el Perú, el maíz amarillo duro es el tercer cultivo en importancia a nivel nacional y tiene una relevancia fundamental debido a que forma parte de la cadena de maíz amarillo duro, avicultura, porcicultura, la cual es la más importante en términos de la actividad económica y social para el país (MINAG, 2013). Sin embargo, la producción nacional no satisface la demanda nacional de este cereal, lo que obliga a importar hasta el 65% del producto con un importante egreso de divisas que en el año 2014 alcanzó un valor CIF de 540.5 millones de dólares americanos.

Una de las formas de incrementar la producción de un cultivo es el empleo de variedades e híbridos de alto potencial genético productivo (Sevilla, 2000). La principal estrategia para lograr reducir nuestra dependencia externa y de ser posible lograr el autoabastecimiento de maíz amarillo duro en nuestro país implica utilizar semillas de buena calidad de maíces híbridos con alto potencial de rendimiento (Salhuana y Scheuch, 2004; Vásquez *et al.*, 2003), los que deben ser evaluados en diferentes localidades, fechas de siembra, densidades, etc., ya que los rendimientos pueden variar con diferente manejo y ambientes.

La región La Libertad posee la mayor área sembrada de maíz amarillo duro de la costa, con una producción que equivalió al 21.4% del total nacional cosechado en 2013 (OEEE – MINAG, 2015), y una productividad promedio de 8.94 t/ha, superada solo por Lima (9.56 t/ha) e Ica (9.23 t/ha), en esa misma campaña. Una de las razones de estos altos rendimientos se debe al uso de híbridos y también a un buen manejo agronómico, principalmente el uso de insumos claves como es la fertilización nitrogenada, cuya disponibilidad en cantidad y oportunidad debe ser mejorada. Por estas razones es que se planteó el presente trabajo de investigación buscando determinar un uso más eficiente del nitrógeno, fraccionando su aplicación, para la obtención de mayores rendimientos de grano del maíz amarillo duro.

## II. REVISION DE BIBLIOGRAFIA.

### 2.1. La Planta de Maíz

El maíz (*Zea mays* L.) es una gramínea anual perteneciente a la familia de las Poaceae. Su rango de adaptación es muy grande creciendo desde el nivel del mar hasta los 3800 m.s.n.m., y desde los 40° de latitud sur hasta los 58° de latitud norte en Canadá y Rusia. La planta posee un sistema radicular formado por raíces adventicias que se desarrollan en los primeros siete y diez nudos formando la masa radicular que sostiene a la planta en el suelo a la vez que absorbe los elementos nutritivos para su desarrollo. Un segundo grupo de raíces son las de anclaje que son raíces adventicias que se desarrollan hasta el tercer al quinto nudo del tallo por encima de la superficie del suelo y que sirven para sujetar a la planta y evitar su caída. Su tallo está formado por nudos y entrenudos, que son los que se alargan durante la fase de crecimiento rápido del cultivo. En los nudos se encuentran yemas axilares que dan nacimiento a las hojas que crecen de manera alterna a lo largo del tallo, y son alargadas de forma lanceolada. El maíz es una especie de naturaleza monoica, esto es, que tiene flores masculinas o estaminadas y flores femeninas o pistiladas, separadas; las primeras se ubican en la panoja en el extremo superior del tallo, y las segundas están en la inflorescencia femenina o mazorca que se forma entre la 5ta a 6ta hoja por debajo de la panoja. Generalmente la planta de maíz desarrolla una mazorca, por dominancia apical, sin embargo cuando no está sujeta a una alta presión competitiva pueden crecer dos mazorcas, siendo la segunda de menor tamaño. El grano del maíz es un fruto cariopse formado por el pericarpio (testa o cáscara) que es tejido maternal, el endosperma triploide y el embrión diploide con  $2n = 20$  cromosomas, (Kiesselbach, T.A., 1980)

## **2.1. Híbridos de Maíz**

El desarrollo comercial de los híbridos de maíz marcó un hito muy importante en el incremento de la productividad del cultivo, extendiéndose su uso a muchos otros cultivos de interés para la alimentación humana, animal y para uso industrial. La evolución de la viabilidad económica de la semilla híbrida de maíz comienza cuando en 1918 se planteó la producción de híbridos dobles, como una estrategia de reducir el costo de semilla lo que significó el inicio del incremento sostenido de la productividad del cultivo de maíz en los Estados Unidos de América, cuyo promedio nacional se mantenía sin variación en cerca de 2.0 t/ha desde 1865 debido al uso de variedades de polinización abierta. Con el desarrollo de líneas parentales más vigorosas y más productivas, el uso de híbridos simples de maíz marca el afianzamiento del mercado de los híbridos simples (Crow, 1988). Por lo tanto, el uso de maíces híbridos constituyó un paso importante para el desarrollo de la agricultura moderna de alto rendimiento, siendo considerado una de las mejores innovaciones en el mejoramiento genético de plantas (Paliwal, 2001). Los cultivares híbridos explotan la heterosis, que es la superioridad de la  $F_1$ , en rendimiento y otras características, que se produce al cruzar dos líneas endogámicas que poseen una alta habilidad combinatoria específica (Gostincar, 1998).

## **2.2. Fertilización Nitrogenada.**

El nitrógeno es uno de los tres elementos principales en la nutrición vegetal y forma parte de compuestos relacionados directamente con la supervivencia y producción de la planta. Es uno de los componentes principales de la clorofila que interviene directamente en la síntesis de materia

seca a partir del dióxido de carbono y el agua, utilizando la luz solar como energía catalizadora; también forma parte de la estructura de los aminoácidos y de los ácidos nucleicos, por lo tanto el nitrógeno es indispensable en todos los procesos metabólicos de la planta (Pérez-Urria, 2009). El nitrógeno es un elemento que se encuentra en el suelo en diversas formas aunque no siempre en formas disponibles para la planta ni en cantidades suficientes para lograr altos rendimientos. La materia orgánica es una fuente de nitrógeno pero debe pasar por los procesos de mineralización para convertir la forma orgánica en nitrógeno disponible, sin embargo las cantidades presentes en los suelos agrícolas no son suficientes para satisfacer los requerimientos demandados por germoplasma de alto potencial de rendimiento. Por esta razón es que se tiene que apelar al uso de fertilizantes químicos.

El nitrógeno es demandado por la planta durante todo su ciclo de crecimiento; sin embargo, la mayor demanda de este macro elemento se da a partir de los estados V6 a V8, (Ritchie *et al.* 1992), cuando se inicia la fase rápida de desarrollo vegetativo y luego la determinación del número de hileras de la mazorca y el número de granos por hilera, que son los componentes que determinan el rendimiento de grano del cultivo, junto con el peso de los granos. El rendimiento de maíz está determinado principalmente por el peso y el número de granos obtenidos por metro cuadrado; esto último está en función al número de mazorcas por metro cuadrado, número de hileras por mazorca y el número de granos por hilera. El número total de granos por mazorca se definen durante las etapas V6 a V12 (Hanway, 1966), por lo que las necesidades de uso del nitrógeno es muy importante entre esas etapas de desarrollo vegetativo de la planta de maíz. Se estima que para producir una tonelada de grano por hectárea de maíz, se requiere de 22 kg de nitrógeno (INPOFOS, Archivo agronómico No. 3 Requerimientos nutricionales de los cultivos).

Por otro lado, la eficiencia del uso del fertilizante nitrogenado se incrementa con el fraccionamiento de la dosis a aplicar. Snyder (2008) recomienda hasta tres aplicaciones en maíz: a la siembra, y a los estados V6 y V10, en la proporción de 20%, 40% y 40%, respectivamente. Resultados del uso de 180 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno en maíz híbrido NK 1040 reportados por Mendoza (2010) indicaron que el fraccionamiento en tres partes iguales (siembra, V6 y V10) resultó más productivo que cuando el fertilizante se dividió en dos partes, obteniendo un rendimiento de 9.2 t/ha de grano. Sin embargo, Villar *et al.* (2000) no encontró una contribución significativa en el aumento del rendimiento de maíz con el fraccionamiento del nitrógeno, reportando una mayor eficiencia de uso en aplicaciones pre siembra en suelos calcáreos. En Colombia, García y Espinosa (2009) ensayaron cuatro formas de fraccionamiento de nitrógeno: dos fraccionamientos dobles, (50– 50, y 20 -80, aplicados a la siembra y al estado V6) y dos fraccionamientos triples, 20-40-40, 30-40-30, aplicados a la siembra, V6 y V10) en 16 localidades, encontraron diferencias significativas en 14 de ellas. Los fraccionamientos triples fueron más eficientes que los dobles, resultando en una mayor producción de 1.05 t/ha; y dentro de los triples el fraccionamiento 20-40-40 fue el mejor en rendimiento con 7.2 t/ha, en comparación con el fraccionamiento 30-40-30 que rindió 6.7 t/ha. En otro estudio realizado en el campo “Santa Rosa” de la Universidad Agraria La Molina, en Lima, De la Cruz (2016), no encontró diferencias estadística significativa en rendimiento al comparar dos fraccionamientos del nitrógeno; la aplicación fraccionada como 20-40-40% logró solo un incremento promedio de 2.1% sobre el alcanzado con el fraccionamiento de 50-50%, en el híbrido de maíz PM-701. Tampoco reporto diferencias estadísticas en altura de planta y mazorca, longitud de mazorca, (acá la longitud de mazorca se redujo linealmente con la mayor dosis de

nitrógeno), diámetro de mazorca, número de hileras, número de granos por hilera, y peso de 100 granos.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en las áreas agrícolas de La Universidad Privada Antenor Orrego, ubicado en la zona de Barraza, distrito de Laredo, provincia de Trujillo, a 20 m.s.n.m. y entre los paralelos  $7^{\circ} 46'$  y  $8^{\circ} 21'$  de latitud sur y  $78^{\circ} 15' 25''$  y  $79^{\circ} 07' 13''$  de longitud oeste.

Se acondicionó el área iniciándose con la limpieza del terreno, eliminando todo tipo de malezas y luego se dio un riego de machaco. Una vez el campo alcanzó su capacidad de campo se procedió a efectuar una pasada de discos con el tractor, y la nivelación respectiva. Los surcos se hicieron, a un distanciamiento de 0.75 m entre ellos, para terminar con el surcado de las regaderas y botadores principales y secundarios. La siembra con semilla tratada químicamente se realizó en forma manual con golpes cada 35 cm, colocando 3 semillas por golpe. Al desahije se dejó 2 plántulas por golpe lo que equivalió a una densidad de 76,188 plantas por hectárea. Los riegos se dieron de acuerdo a las necesidades del cultivo. Los deshierbos se realizaron manualmente tratando de mantener el campo experimental libre de la competencia de malezas. La fertilización química se hizo con la fórmula  $270 \text{ N} - 120 \text{ P}_2\text{O}_5 - 190 \text{ K}_2\text{O}$ . El fertilizante fosforado y el potásico se aplicó a la siembra mientras que el nitrógeno se fraccionó según los tratamientos.

La cosecha se realizó manualmente, el 05 febrero, a los 125 días después de la siembra, tomando los surcos centrales de cada parcela. Las mazorcas recogidas se despincaron, contaron, pesaron y fueron calificadas por su aspecto y sanidad. Luego, se tomaron 5 muestras de mazorcas al azar representativas de cada unidad experimental para efectuar las mediciones de mazorca, las cuales se secaron al ambiente hasta adquirir peso constante, para luego desgranarlas y depositadas en una bolsa debidamente identificada para las evaluaciones correspondientes. La muestra para determinar la

humedad del grano se tomó desgranando dos hileras de cada una de diez mazorcasmoldadas al azar de cada parcela; las muestras se pesaron y se acondicionaron hasta alcanzar peso constante, tomándose el peso final para hacer los cálculos correspondientes.

Se evaluó el efecto de dos fraccionamientos del nitrógeno: F1 y F2 en tres híbridos comerciales de maíz amarillo duro: H1, H2, y H3, que se detallan más adelante, dando lugar a 6 tratamientos que se presentan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Tratamientos estudiados**

<b>Tratamiento</b>	<b>Fraccionamiento</b>	<b>Híbrido</b>	<b>Código</b>
<b>1</b>	F1	H1 (DK399)	F1H1
<b>2</b>	F1	H2 (DK7508)	F1H2
<b>3</b>	F1	H3 (DK7088)	F1H3
<b>4</b>	F2	H1 (DK399)	F2H1
<b>5</b>	F2	H2 (DK7508)	F2H2
<b>6</b>	F2	H3 (DK7088)	F2H3

Se empleó el diseño experimental de parcelas divididas, con un total de 6 tratamientos y 4 repeticiones. En la parcela principal se estudiaron los fraccionamientos, mientras que en las subparcelas se ubicaron los híbridos. Los tratamientos se asignaron al azar en las unidades experimentales formadas por 4 surcos de 5 m de largo, separados a 0.75 m, con un área de 15 m<sup>2</sup>. Los dos surcos centrales fueron los surcos de evaluación y de cosecha. El área total del experimento fue de 432 m<sup>2</sup>, y el área de cosecha fue de 180 m<sup>2</sup>. Se utilizó la prueba de Duncan con un nivel de probabilidad de 0.05 para determinar las diferencias entre promedios.

Los fraccionamientos del nitrógeno en estudio fueron, en la primera forma (F1), el nitrógeno de aplicación 50% a la siembra y 50% al estado V12. En

la segunda forma (F2) el fraccionamiento de nitrógeno fue 20% a la siembra, 50% al estado V7 y 30 % al estado V12. Los híbridos considerados en este estudio fueron el híbrido simple DK 399 (H1), el híbrido triple DK 7508 (H2), y el híbrido simple DK 7088 (H3). Las características agronómicas y productivas de los híbridos se presentan en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Descripción de las características agronómicas del híbrido**

<b>Característica</b>	<b>H1 -DK399</b>	<b>H2-DK7508</b>	<b>H3-DK7088</b>
Tipo	Simple	triple	simple
Altura de mazorca	123.7	151.13	137.75
Altura de planta	284.3	262.3	294
Numero de hileras	16 -18	17	16 - 20
Numero de granos por hilera	36	36	36
Días a la cosecha	125-165 días	120-160 días	140-150 días
Potencial de rendimiento	13.2 – 16.4 t/ha.	13.0 – 16.7 t/ha.	12.7 t/ha.

Las variables registradas fueron:

- Altura de planta y altura de mazorca (cm). Se evaluó en 10 plantas tomadas al azar, desde la superficie del suelo hasta la lígula de la hoja bandera, para la primera variable, mientras que la altura de mazorca se midió desde el suelo hasta el nudo donde se desarrolla la primera mazorca, en las mismas plantas.
- Número de plantas: Se contó el número de plantas a la cosecha del área de evaluación.
- Número total de mazorcas: Se contó el número de mazorcas del área de evaluación
- Enfermedades y daños de mazorca: se contaron las mazorcas que presentaron problemas

- Rendimiento por parcela. Se pesaron las mazorcas de los surcos de cosecha, y el rendimiento de grano por hectárea, se calculó luego de ajustar por porcentaje de desgrane y al 14% de humedad.
- Contenido de humedad del grano a la cosecha: se tomó una muestra compuesta formada por dos hileras de 10 mazorcas tomadas al azar. La muestra se llevó a estufa hasta peso constante.

Con los datos de las 5 mazorcas 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 100 granos (g). Con estos datos se calculó: 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 (t/ha)

El análisis de la Variancia para rendimiento de grano por hectárea, ajustado al 14% de humedad, indicó que no hubo diferencias estadísticas significativas para el fraccionamiento (F) de nitrógeno ni para híbridos (H), y tampoco para la interacción Fraccionamiento (del nitrógeno) por Híbridos (F x H).

Para el fraccionamiento del nitrógeno, el tratamiento F1 (50% siembra – 50% a V12), logró en promedio 12.90 t/ha de grano mientras que el segundo fraccionamiento F2 (20% siembra - 50% a V7 - 30 % a V12.), alcanzó 12.25 t/ha, en promedio (Figura 1). El coeficiente de variabilidad para el factor Fraccionamiento fue 7.2%.

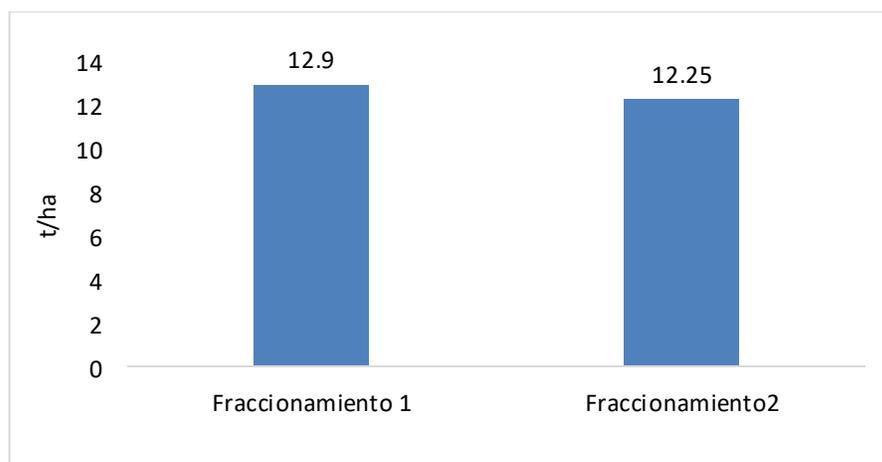


Figura 1. Respuesta promedio a dos fraccionamientos de nitrógeno en el rendimiento de grano de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016.

El híbrido que alcanzó el mayor rendimiento fue DK 7088 con 12.75 t/ha, seguido por DK 7508 con 12.74 t/ha y por DK 399, que alcanzó 12.24 t/ha (Figura 2). El coeficiente de variabilidad para el factor Híbridos fue 7.76%.

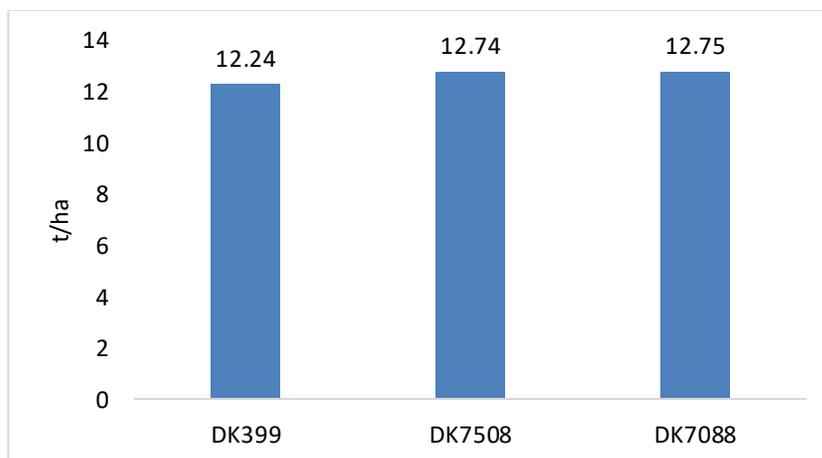


Figura 2. Rendimiento promedio de grano (t/ha) de 3 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016.

La combinación que tuvo el mayor rendimiento de grano fue F1 x DK7088 con 13.25 t/ha, sin embargo el mismo híbrido con el segundo fraccionamiento (F2) redujo su rendimiento en 1.0 toneladas alcanzando 12.26 t/ha quedando penúltimo lugar de las combinaciones estudiadas. El híbrido DK7508 con el fraccionamiento F1, rindió 13.18 t/ha, y redujo su producción a 12.3 t/ha, con el fraccionamiento F2. Las menores respuestas fueron para el híbrido DK 399 que alcanzó 12.27 t/ha para el fraccionamiento 1, y 12.21 t/ha para el segundo fraccionamiento, (Figura 3). Como se puede observar, la tendencia hacia un menor rendimiento con el Fraccionamiento 2 de nitrógeno es similar para los tres híbridos estudiados, sin embargo la reducción en rendimiento fue diferente entre ellos.(Figura 4). Así, la mayor reducción fue para el híbrido DK7088 (H3) con 990 kg, mientras que para DK7508 (H2) fue 884 kg y solo de 61 kg para el híbrido DK399 (H1).

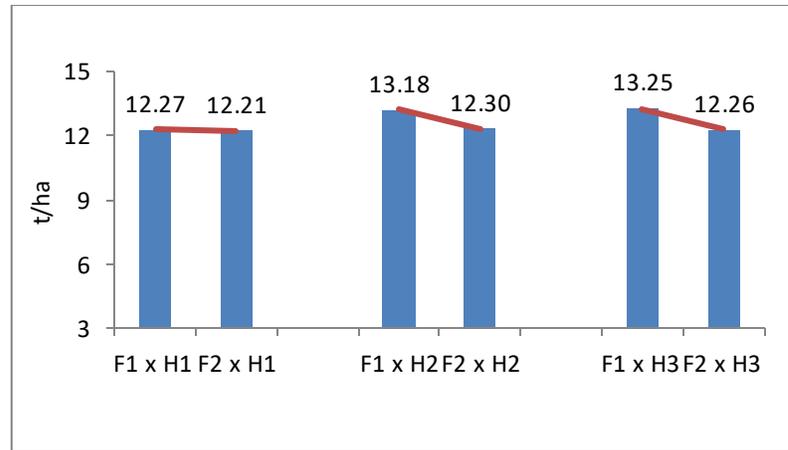


Figura 3. Rendimiento de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

La no interacción entre las dos formas de fraccionamiento con los híbridos en estudio sugiere que los híbridos respondieron de manera similar a los fraccionamientos de nitrógeno del estudio. Tal como ya se mencionó, los 3 híbridos respondieron con un menor rendimiento a la segunda forma de fraccionamiento de nitrógeno estudiada, (Figura 4).

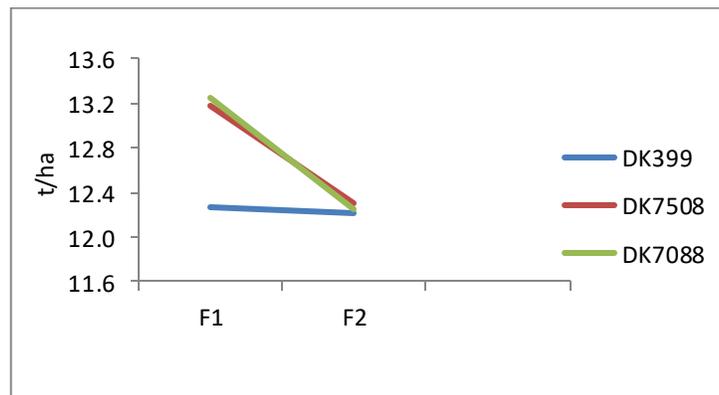


Figura 4. Respuesta de rendimiento de 3 híbridos de maíz amarillo duro a dos fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

#### 4.2. Altura de planta (cm)

El análisis de la Variancia para altura de planta, indicó que hubo diferencias estadísticas mayor a 90% de probabilidades para el factor fraccionamiento de nitrógeno, mientras que para híbridos las diferencias fueron altamente significativas. La interacción F x H no fue significativa, lo que se interpreta como una respuesta similar de los híbridos a los fraccionamientos de nitrógeno del estudio.

En cuanto al factor fraccionamiento del nitrógeno, el tratamiento F1 (50% siembra – 50% a V12), tuvo, en promedio, 185.11cm de altura mientras que el segundo fraccionamiento F2 (20% siembra - 50% a V7 - 30 % a V12.), alcanzó 177.82 cm, en promedio (Figura 5).

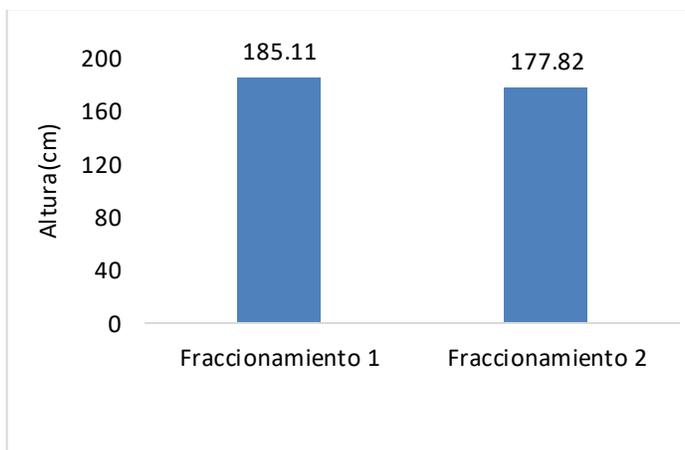


Figura 5. Altura de planta promedio entre los 2 fraccionamientos. Trujillo, 2016.

El híbrido que alcanzó la mayor altura fue DK 399 con 190.08 cm, sin diferencias significativas con DK 7508 que alcanzó 181.7 cm, pero si diferente significativamente con DK 7088, que alcanzó 172.6 cm. Entre los promedios de DK 7508 y DK 7088 tampoco hubo diferencia matemática, (Figura 6).

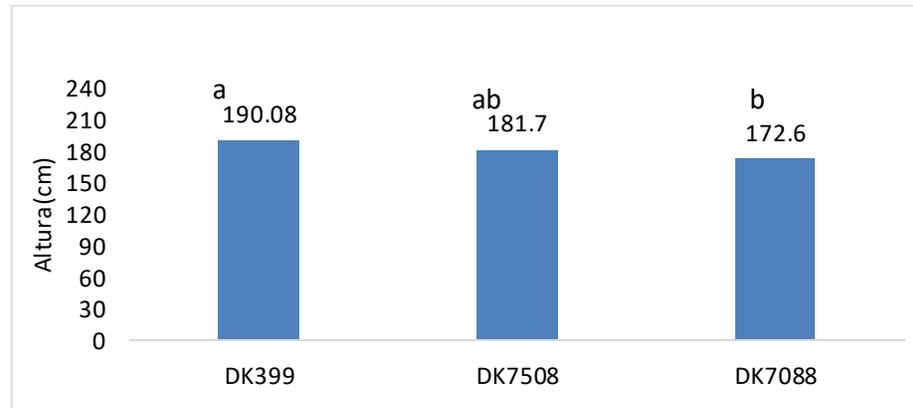


Figura 6. Altura de planta promedio entre los 3 híbridos. Trujillo, 2016.

La combinación con la mayor altura de planta fue F1 x DK 399 (H1) con 199.04 cm, siendo este promedio significativamente diferente al promedio del resto de tratamientos entre los cuales no hubo diferencias estadísticas significativas. Sin embargo, DK399 con el segundo fraccionamiento (F2) redujo su altura en 17.91 cm alcanzando 181.13 cm. Esta reducción, aunque en menor dimensión, se observó también en los otros dos híbridos. El híbrido DK7508 (H2) con el fraccionamiento F1, llegó a medir 182.46 cm, y no varió en mucho en el segundo fraccionamiento con una menor altura de 180.96 cm. Las menores respuestas fueron para el híbrido DK 7088 (H3) que alcanzó 173.83 cm para el fraccionamiento 1, y 171.38 cm para el segundo fraccionamiento (Figura 7).

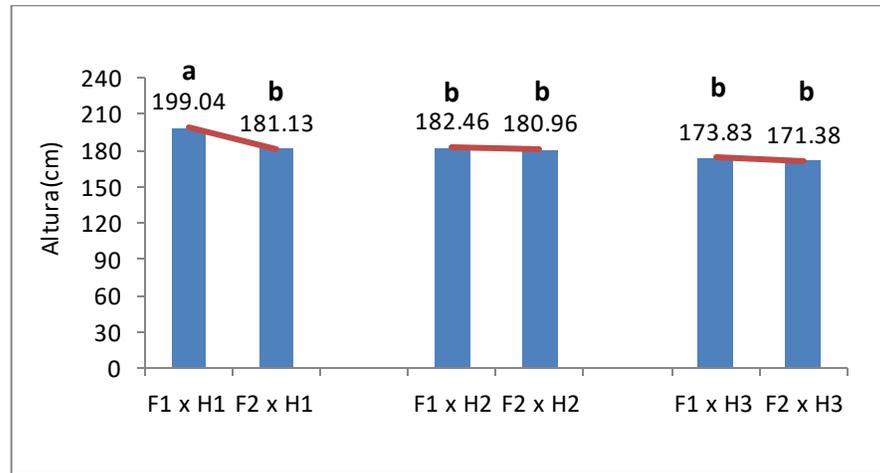


Figura 7. Altura de planta de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

La Figura 8, muestra la tendencia de la respuesta de cada uno de los tres híbridos a los dos tipos de fraccionamiento del nitrógeno, donde claramente se puede observar la reducción de la altura de planta con el segundo fraccionamiento (F2), siendo mayor esta reducción en el híbrido DK399.

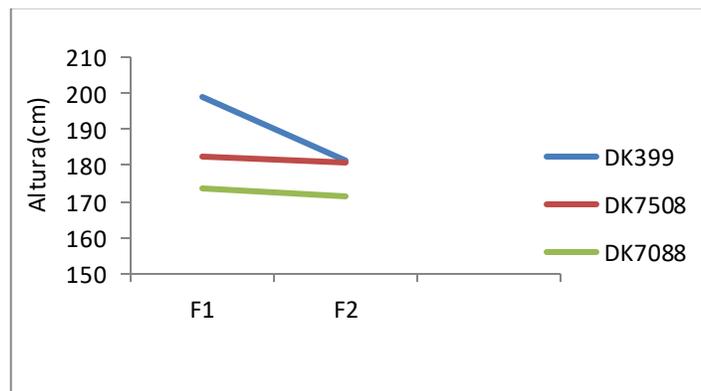


Figura 8. Respuesta en altura de planta de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

### 4.3. Altura de mazorca (cm)

El análisis de la Variancia para altura de mazorca por hectárea, indicó que hubo diferencias estadísticas significativas mayor al 90 % para el factor fraccionamiento (F) de nitrógeno, mientras que para híbridos las diferencias fueron significativas.

Para el fraccionamiento del nitrógeno, el tratamiento F1 (50% siembra – 50% a V12), logró en promedio 101 cm de altura de mazorca, mientras que el segundo fraccionamiento F2 (20% siembra - 50% a V7 - 30 % a V12.), alcanzó 95.89 cm de altura de mazorca, en promedio (Figura 9).

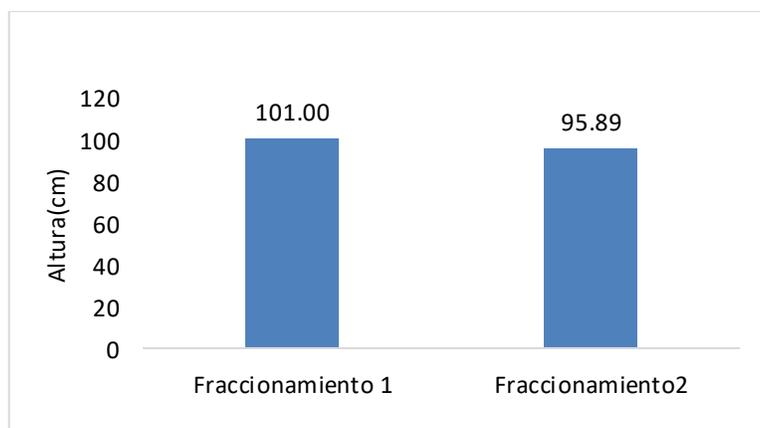


Figura 9. Efectos de los fraccionamientos de nitrógeno sobre la altura de mazorca. Trujillo, 2016.

El híbrido que alcanzó la mayor altura de mazorca fue DK 399 con 104.06 cm, sin diferencias significativas con DK 7508 que alcanzó 99.04 cm, pero este sí presentó diferencia significativa con DK 7088, que alcanzó 172.6 cm. Entre los promedios de DK 7508 y DK 7088 tampoco hubo diferencia matemática, (Figura 10).

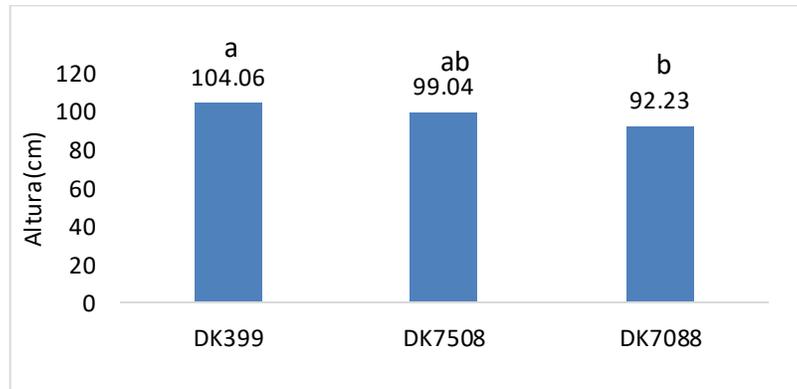


Figura 10. Altura de mazorca promedio de 3 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016.

La combinación que tuvo la mayor altura de mazorca fue F1 x DK 399 con 108.25 cm, y que fue diferente estadísticamente a los promedios alcanzados por DK 7088. Sin embargo, DK399 (H3) con el segundo fraccionamiento (F2) redujo su altura en 8.38 cm alcanzando 99.87 cm, sin diferencias significativas con los valores alcanzados por DK7508 (H2) que con el fraccionamiento F1, llegó a medir 100.29 cm, y no varió en mucho en el segundo fraccionamiento con una altura de 97.79 cm. Las menores respuestas fueron para el híbrido DK 7088 que alcanzó 94.46 cm para el fraccionamiento 1, y 90 cm para el segundo fraccionamiento (Figura 11).

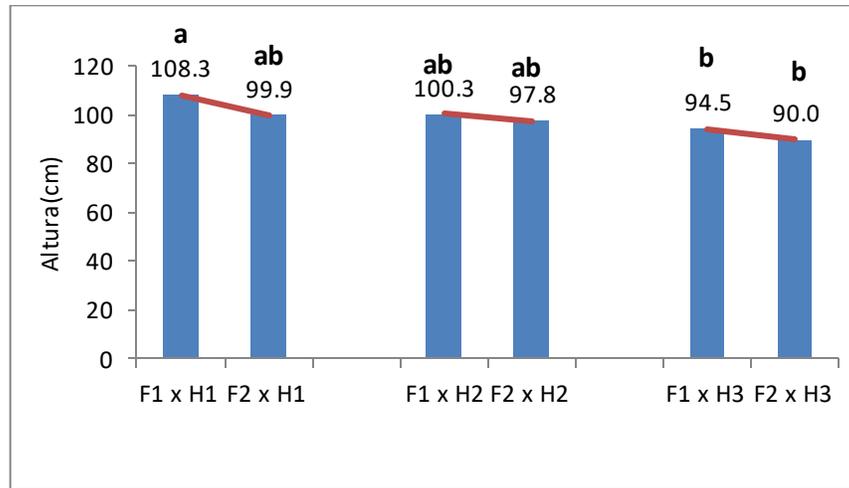


Figura 11. Altura de mazorca de 3 híbridos de maíz amarillo duro a dos fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

La Figura 12, muestra la tendencia de la respuesta de cada uno de los tres híbridos a los dos tipos de fraccionamiento del nitrógeno, esto es, la interacción F x H, donde claramente se puede observar la misma respuesta de cada uno de los híbridos a los 2 tipos de fraccionamiento de nitrógeno.

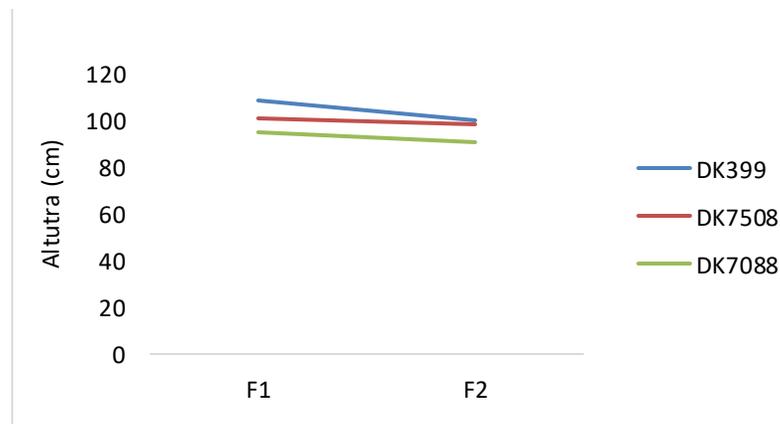


Figura 12. Respuesta de altura de mazorca de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

#### 4.4. Longitud de mazorca.

El análisis de la Variancia para longitud de mazorca, indicó que hubo diferencias estadísticas mayor a 90% de probabilidades para el factor fraccionamiento de nitrógeno, mientras que para híbridos las diferencias fueron significativas. La interacción F x H no fue significativa.

Para el factor fraccionamiento del nitrógeno, la mayor longitud de mazorca fue para el tratamiento F1 (50% siembra – 50% a V12), con 15.92 cm en promedio, mientras que el segundo fraccionamiento F2 (20% siembra - 50% a V7 - 30 % a V12.), alcanzó 16.6 cm, (Figura 13).

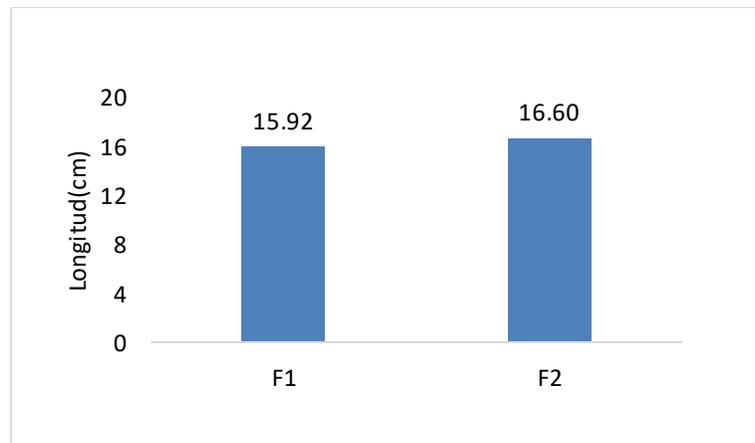


Figura 13. Longitud de mazorca promedio de 2fraccionamientos. Trujillo, 2016.

El híbrido que alcanzó la mayor Longitud de mazorca fue DK 399 con 17.35 cm, sin diferencias significativas con DK 7508 que alcanzó 15.96 cm, pero si diferencia significativa con DK 7088, que tuvo 15.48 cm. Entre los promedios de DK 7508 y DK 7088 tampoco hubo diferencia matemática, (Figura 14).

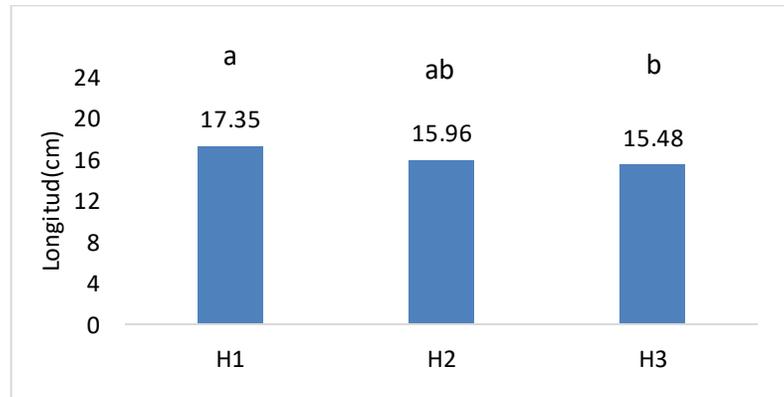


Figura 14. Longitud de mazorca promedio de 3 híbridos. Trujillo, 2016.

Como se observa en la Figura 15, los tres híbridos presentaron una tendencia similar de un ligero aumento en el tamaño de mazorca con el segundo fraccionamiento del nitrógeno. Así, la combinación que tuvo la mayor longitud de mazorca fue F2 x DK 399 con 17.6 cm, mientras que con el fraccionamiento F1 este mismo híbrido tuvo 17.1 cm. El híbrido DK7508 con el fraccionamiento F1, logró 15.8 cm, y con F2 tuvo una longitud de 16.1 cm. El mayor incremento en la longitud de mazorca lo tuvo el híbrido DK 7088 que alcanzó 16.1 cm para el fraccionamiento 2, y 14.9 cm con el primer fraccionamiento estudiado, esto es, 1.2 cm de diferencia, en promedio (Figura 15).

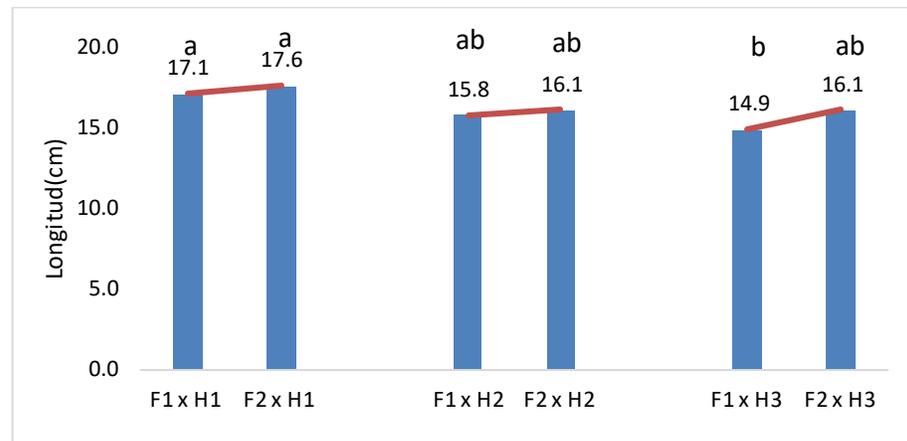


Figura 15. Longitud de mazorca de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

La Figura 16, muestra la tendencia de la respuesta de cada uno de los tres híbridos a los dos tipos de fraccionamiento del nitrógeno, donde claramente se puede observar el aumento de longitud de mazorca con el segundo fraccionamiento (F2), siendo mayor este aumento en el híbrido DK7088.

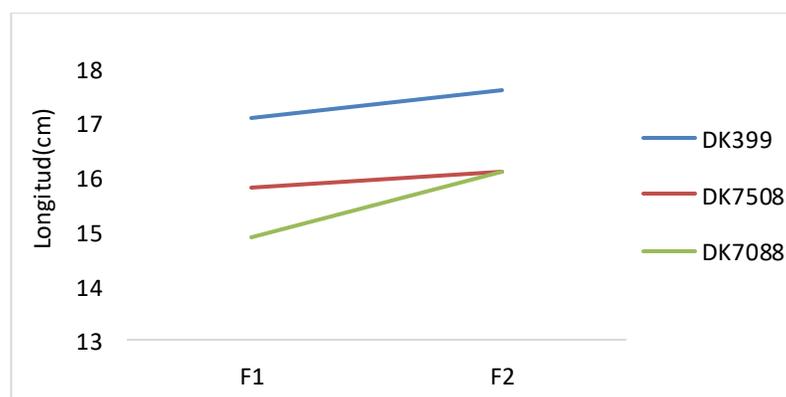


Figura 16. Respuesta de longitud de mazorca de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

#### 4.5. Número de hileras por mazorca

El análisis de la Variancia para número de hileras por mazorca, indicó que hubo diferencias estadísticas significativas mayor al 90 % para el factor fraccionamiento (F) de nitrógeno, mientras que para híbridos no hubo diferencias significativas. La interacción F x H tampoco fue significativa

Para el fraccionamiento del nitrógeno, el número promedio de hileras por mazorca logrado con el tratamiento F1, fue 17.97, mientras que el segundo fraccionamiento F2, se alcanzó 17.63 hileras por mazorca, en promedio (Figura 17). El coeficiente de variabilidad fue de 1.9%.

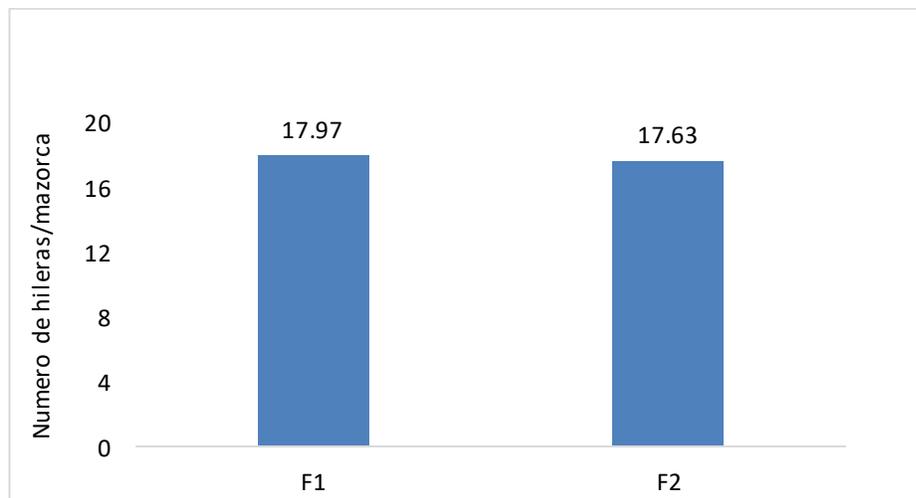


Figura 17. Número de hileras promedio por mazorca de 2 fraccionamientos. Trujillo, 2016.

El híbrido que alcanzó el mayor número de hileras por mazorca fue DK 7088 con 18.15 hileras en promedio, mientras que DK 399 obtuvo 17.55 hileras y DK 7508 17.7 hileras, (Figura 18).

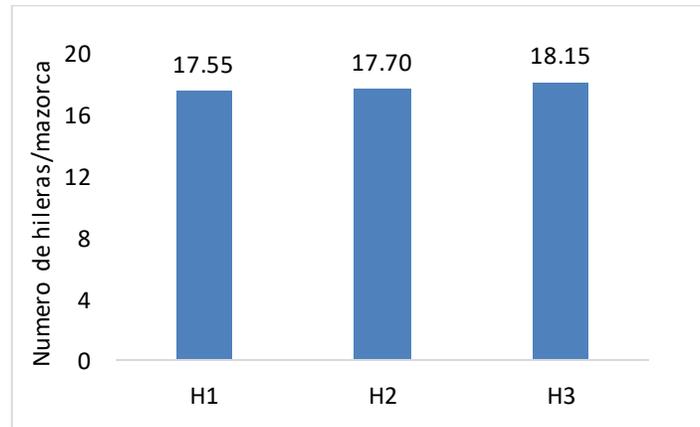


Figura 18. Número de hileras promedio por mazorca de 3 híbridos.  
Trujillo, 2016.

La combinación con el mayor número de hileras por mazorca fue F2 x DK 7088 (H3) con 18.2 hileras por mazorca, y 18.1 hileras con el tratamiento F1. El híbrido Dekalb 399 (H1) alcanzó 18.0 hileras por mazorca con el primer fraccionamiento y 17.1 hileras con F2, y que fue la combinación con el menor número promedio de hileras. El híbrido DK7508 (H2) con el fraccionamiento F1, llegó a tener 17.8 hileras, y no varió en mucho en el segundo fraccionamiento con un número de hileras de 17.6 cm (Figura 19). El coeficiente de variabilidad fue 4.98%.

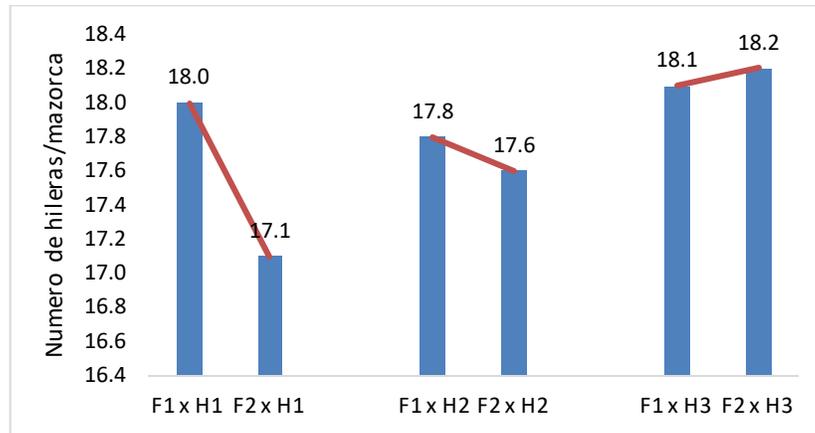


Figura 19. Numero de hileras de 3 híbridos de maíz amarillo duro a dos fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

La Figura 20, muestra la tendencia de la respuesta de cada uno de los tres híbridos a los dos tipos de fraccionamiento del nitrógeno, donde claramente se puede observar la reducción del número de hileras por mazorca de DK399 (H1) y DK7508 (H2) en respuesta al fraccionamiento (F2), siendo mayor esta reducción en el híbrido DK399.

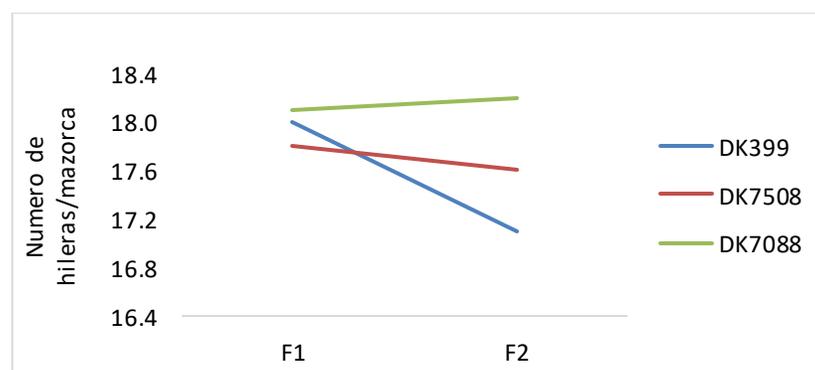


Figura 20. Respuesta de número de hileras por mazorca de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

#### 4.6. Número de granos por hilera

El análisis de la Variancia para número de granos por hilera, no indicó diferencias estadísticas significativas para el factor fraccionamiento (F) de nitrógeno, ni para híbridos. La interacción F x H tampoco fue significativa.

Para el fraccionamiento del nitrógeno, el tratamiento F1 (50% siembra – 50% a V12), el número de granos por hileras, en promedio, fue 36.22, mientras que para el segundo fraccionamiento F2 (20% siembra - 50% a V7 - 30 % a V12.), fue 36.48 granos por hileras, (Figura 21). El coeficiente de variabilidad para este factor en estudio fue 6.4%.

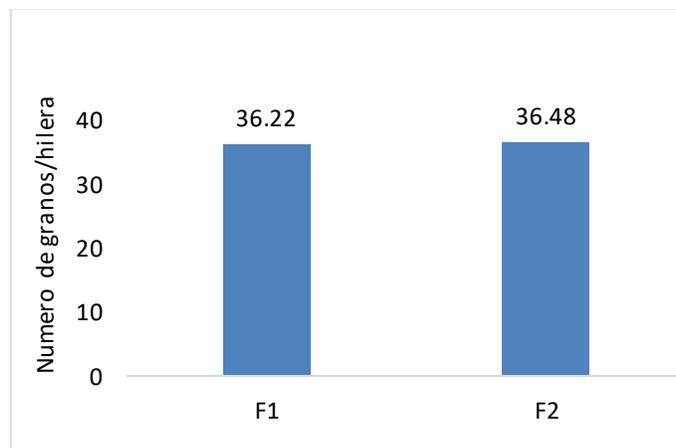


Figura 21. Número de granos promedio por hilera de 2 fraccionamientos.  
Trujillo, 2016.

El híbrido que alcanzó el mayor número de granos por hilera fue DK 7508 con 37.15 granos por hilera, sin diferencia significativa con DK 399 que obtuvo 36 granos por hilera y DK 7088 que obtuvo 35.9 granos por hileras, (Figura 22). El coeficiente de variabilidad fue de 9.1%.

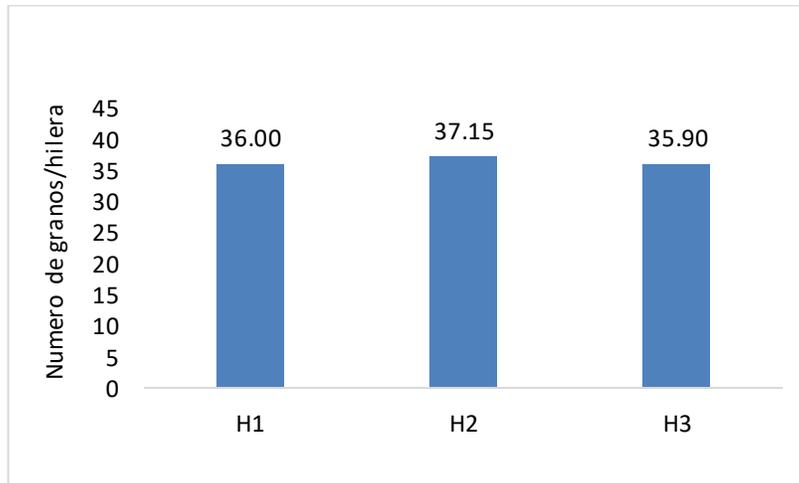


Figura 22. Número de granos promedio por hilera de 3 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016.

La combinación que tuvo la mejor respuesta al números de granos por hilera F2 x DK 7508 con 37.35 granos, seguido por la combinación de este mismo híbrido con F1 que obtuvo 36.7 granos por hileras. El híbrido DK399 con F1 alcanzó 36.7 granos por hilera, y se redujo a 35.3 con el segundo fraccionamiento. La menor respuesta fue para el híbrido DK 7088 que alcanzó 35.00 para el fraccionamiento 1, y 36.80 para el segundo fraccionamiento (Figura 23). El coeficiente de variabilidad fue 9.1%.

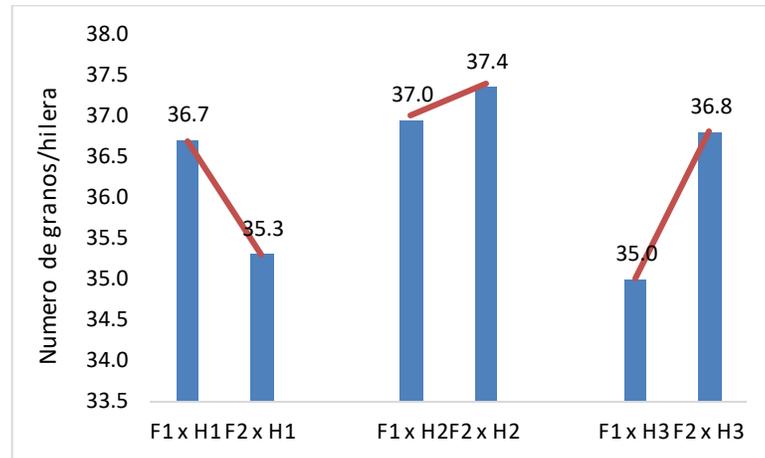


Figura 23. Granos por hilera de 3 híbridos de maíz amarillo duro a dos fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

La Figura 24, muestra la tendencia de la respuesta de cada uno de los tres híbridos a los dos tipos de fraccionamiento del nitrógeno, donde claramente se puede observar la reducción del número de granos por hileras con el segundo fraccionamiento (F2) en el híbrido DK399, mientras en el (H2) Y (H3) se observa un aumento en el segundo fraccionamiento (F2).

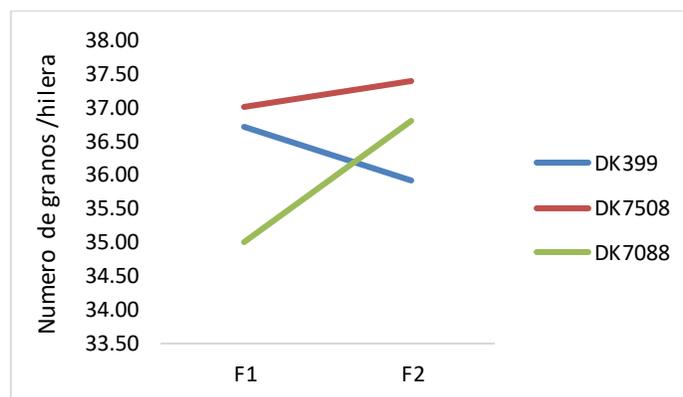


Figura 24. Respuesta de granos por hilera de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

#### 4.7. Diámetro de mazorca.

El análisis de la Variancia para diámetro de mazorca, indicó que no hubo diferencias estadísticas para el factor fraccionamiento de nitrógeno, mientras que para híbridos las diferencias fueron significativas al 90% de cometer error tipo I. La interacción F x H no fue significativa,

En fraccionamiento del nitrógeno, el tratamiento F1 (50% siembra – 50% a V12), logró en promedio 5.03 cm de diámetro, mientras que el segundo fraccionamiento F2 (20% siembra - 50% a V7 - 30 % a V12.), alcanzó 5.05 cm, en promedio (Figura 25). El coeficiente de variabilidad fue 1.5%.

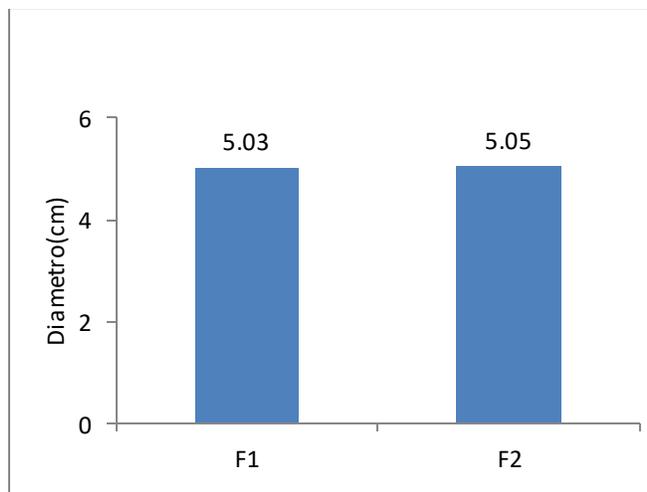


Figura 25. Diámetro de mazorca promedio de 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

El híbrido que alcanzó el mayor diámetro de mazorca fue DK 399 (H1) con 5.08, sin diferencias significativas con DK 7508 (H2) que alcanzó 5.07 cm, pero ambos promedios fueron estadísticamente diferentes al diámetro del híbrido DK 7088 (H3), que alcanzó 4.98 cm, (Figura 26).

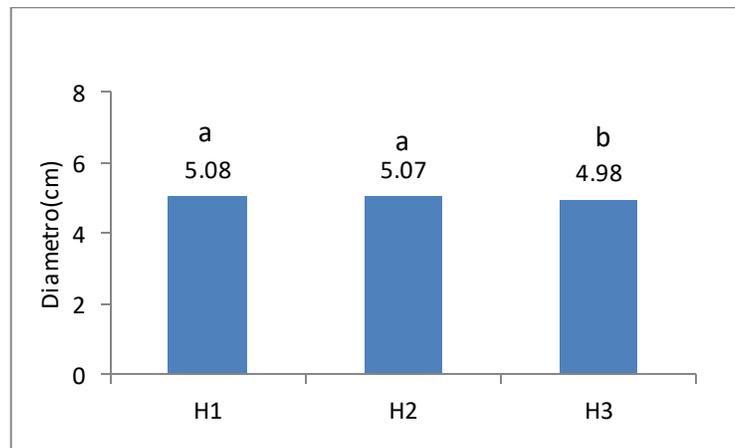


Figura 26. Diámetro de mazorca promedio de 3 híbridos. Trujillo, 2016.

La combinación que tuvo el mayor diámetro de mazorca fue F1 x DK 399 con 5.12 cm, sin embargo el mismo híbrido con el segundo fraccionamiento (F2) redujo su diámetro a 5.04 cm. El híbrido DK7508 con el fraccionamiento F1, alcanzó un diámetro de 5.06 cm, y 5.09 cm con F2. El híbrido DK 7088 (H3) tuvo el menor diámetro de mazorca con 4.93 cm para el fraccionamiento 1, y 5.03 cm para el segundo fraccionamiento (Figura 27). El coeficiente de variabilidad fue 1.6%.

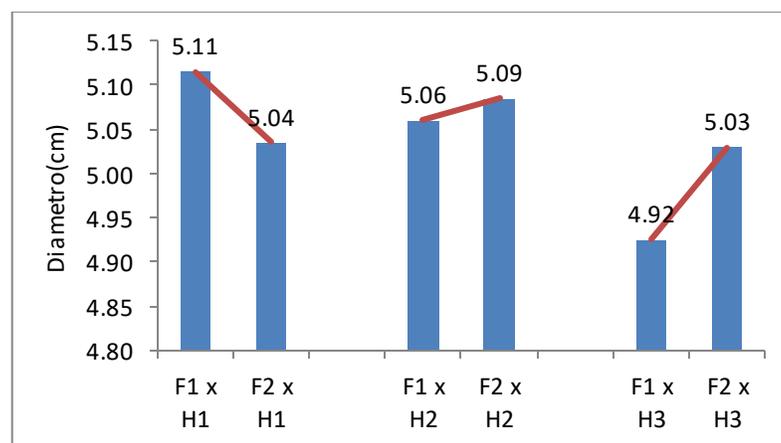


Figura 27. Diámetro de mazorca de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

La Figura 28, muestra la interacción de cada uno de los tres híbridos a los dos tipos de fraccionamiento del nitrógeno, donde claramente se puede observar para el (H2) y (H3) el aumento del diámetro de mazorca con el segundo fraccionamiento (F2), viéndose con mayor diferencia en el híbrido DK7088, mientras que el (H1) redujo su diámetro con el F2.

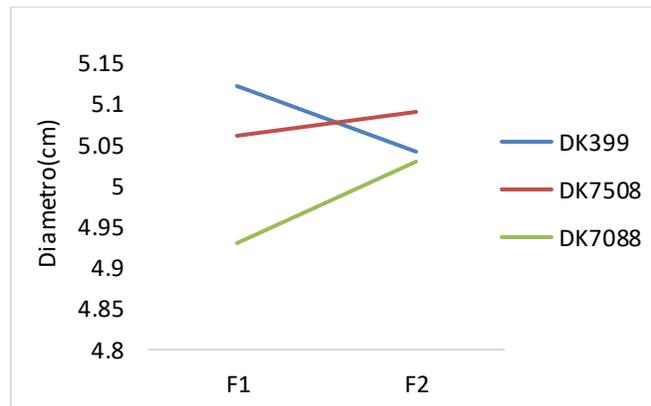


Figura 28. Respuesta del diámetro de mazorca de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

#### 4.8. Diámetro de tusa.

El análisis de la Variancia para diámetro de tusa, no detectó diferencias estadísticas entre los promedios de los dos fraccionamientos de nitrógeno y ni para híbridos. La interacción F x H no fue significativa,

El diámetro de tusa para el fraccionamiento F1 fue en promedio 3.0 cm de diámetro mientras que el segundo fraccionamiento F2, alcanzó 2.97 cm, en promedio (Figura 29). El coeficiente de variabilidad fue 4.61%.

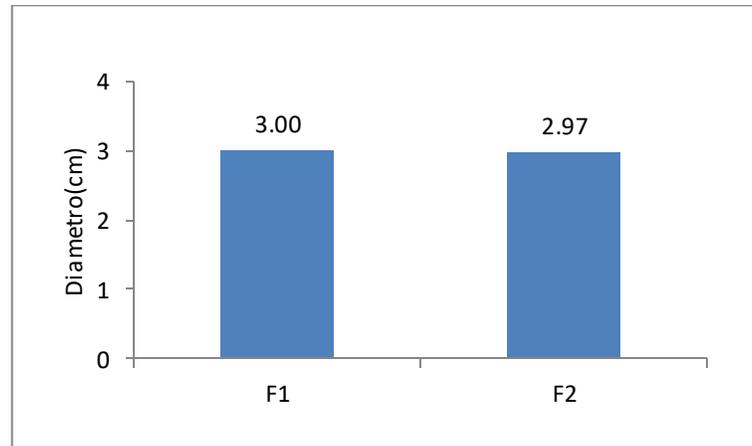


Figura 29. Diámetro de tuza promedio de dos formas de fraccionamiento nitrogenado en maíz amarillo duro. Trujillo, 2016.

El híbrido que alcanzó el mayor diámetro de tuza fue DK 399 con 3.03 cm, mientras que DK 7508 alcanzó 3.02 cm. El híbrido DK 7088, presentó el menor diámetro con 2.91 cm. Figura 30).

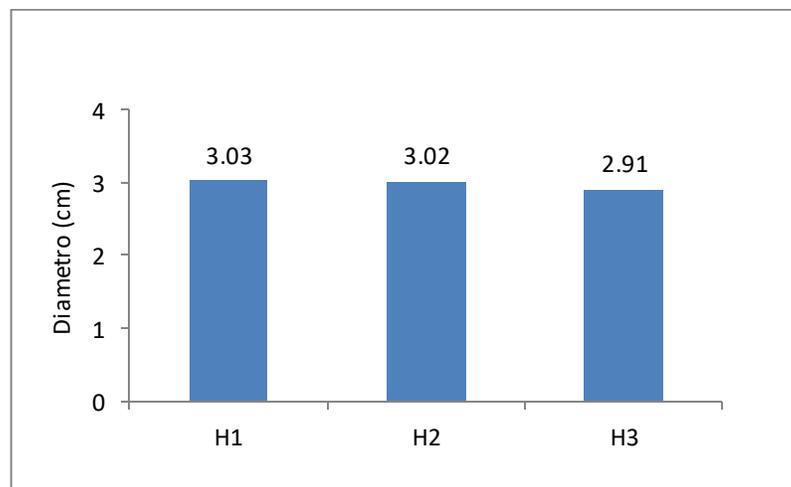


Figura 30. Diámetro de tuza promedio de 3 híbridos. Trujillo, 2016.

La combinación con el mayor diámetro de tuzafue F1 x DK 399 con 3.06 cm, sin embargo el mismo híbrido con el segundo fraccionamiento (F2) redujo su diámetro a 2.99 cm. El híbrido DK7508 con el fraccionamiento F1, llegó a medir 3.05 cm, y redujo su diámetro en el segundo fraccionamiento con 2.99 cm. Las menores respuestas fueron para el híbrido DK 7088 que alcanzó 2.89 cm para el fraccionamiento 1, y aumento a 2.93 cm para el segundo fraccionamiento (Figura 31). El coeficiente de variabilidad fue 4.31%.

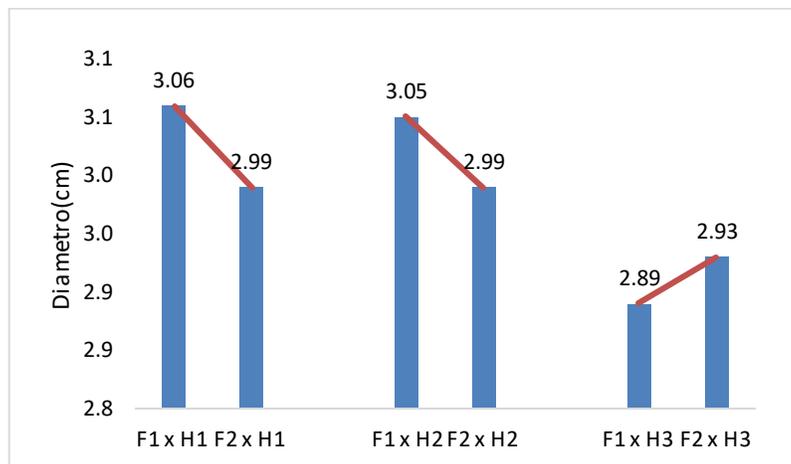


Figura 31. Diámetro de tuzafue promedio de 3 híbridos de maíz amarillo duro a dos fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

La Figura 32, muestra la respuesta de cada uno de los tres híbridos a los dos tipos de fraccionamiento del nitrógeno, donde claramente se puede observar la reducción del diámetro de tuzafue por los híbridos DK399 y DK7508 con el fraccionamiento 2, mientras que DK7088 aumento su diámetro en el fraccionamiento 2.

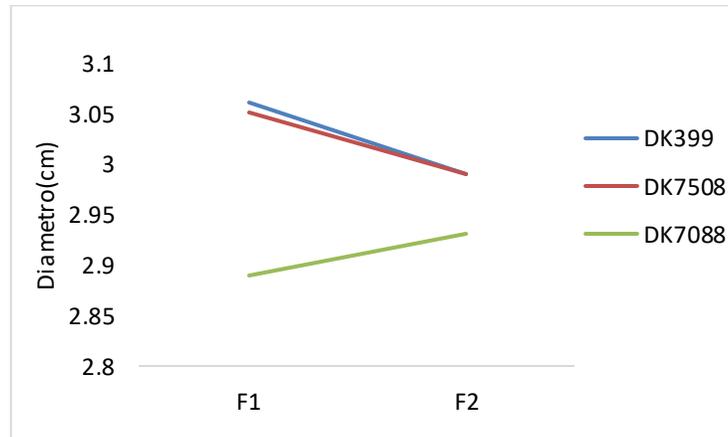


Figura 32. Respuesta de diámetro de tuza de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

#### 4.9. Longitud de grano.

El análisis de la Variancia para longitud de grano, indicó que no hubo diferencias estadísticas para el factor fraccionamiento de nitrógeno, y tampoco para híbridos. La interacción F x H no fue significativa

La longitud promedio de grano lograda con el fraccionamiento F1 fue 10.18 mm mientras que el segundo fraccionamiento F2 alcanzó 10.41 mm, en promedio (Figura 33). El coeficiente de variabilidad fue 5.56%.

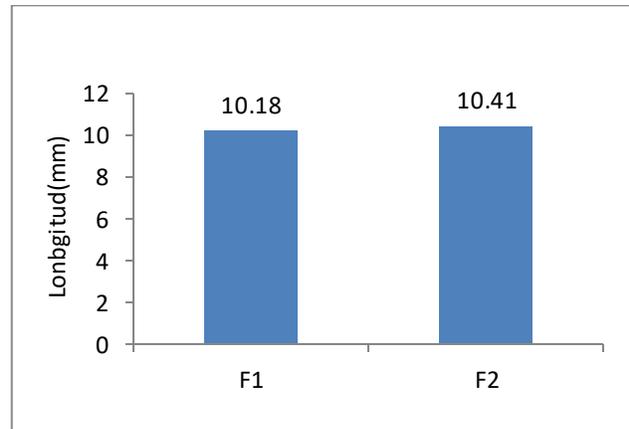


Figura 33. Longitud de grano promedio de dos fraccionamientos. Trujillo, 2016.

El híbrido que alcanzó la mayor longitud de grano fue DK 7088 (H3) con 10.34 mm, sin diferencias significativas con DK 7508 (H2) que alcanzó 10.29 mm y con DK399 (H1) que tuvo 10.25 mm. (Figura 34).

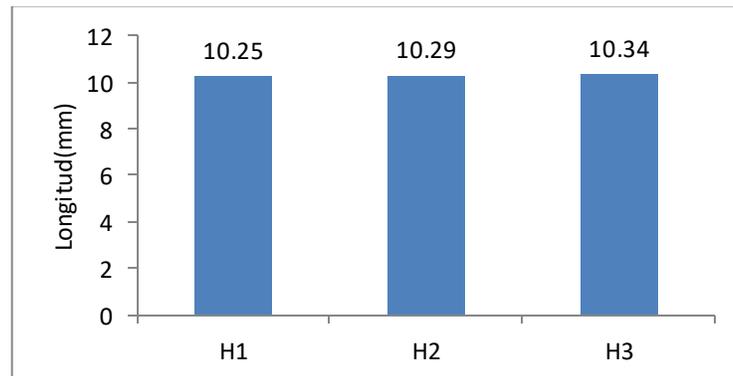


Figura 34. Longitud de grano promedio de 3 híbridos. Trujillo, 2016.

Las combinaciones con la mayor longitud de grano fueron para los híbridos DK 7508 y DK7088, ambos con el fraccionamiento F2, y ambos con 10.50 mm cada uno. Como se observa en las Figuras 35 y 36, estos dos híbridos tuvieron un tamaño de grano menor con la forma de fraccionamiento F1. La

respuesta contraria fue para el híbrido DK399 que logró la mayor longitud de grano con el fraccionamiento F1 con 10.28 mm mientras que con F2 el valor fue 10.23 mm, (Figura 35). El coeficiente de variabilidad fue 5.95%.

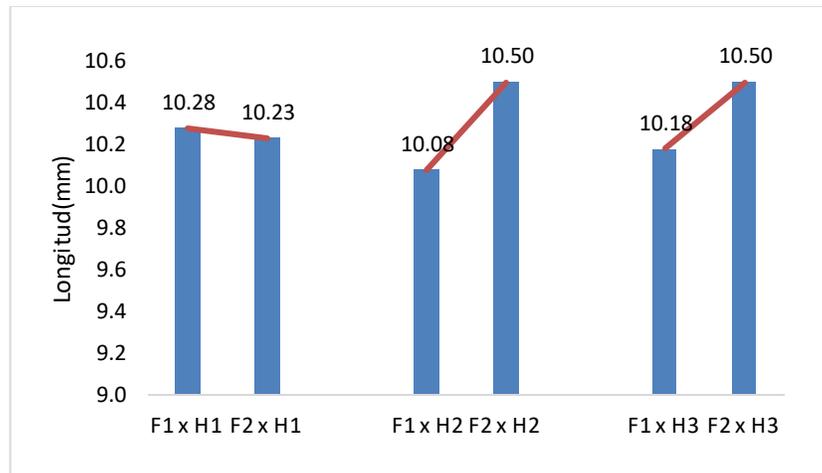


Figura 35. Longitud de grano de 3 híbridos de maíz amarillo duro a dos fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

La Figura 36, muestra la interacción F x H, es decir, la respuesta de cada uno de los tres híbridos a los dos tipos de fraccionamiento del nitrógeno, donde claramente se puede observar que DK 7508 y DK 7088 aumentaron su longitud de grano con el segundo fraccionamiento (F2), siendo diferente la respuesta de DK399.

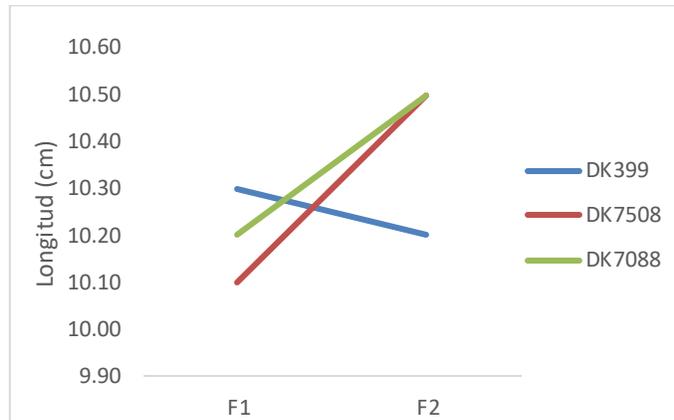


Figura 36. Respuesta de longitud de grano de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

#### 4.10. Ancho de grano.

El análisis de la Variancia para ancho de grano, indicó que hubo diferencia estadística significativa al 95% de probabilidades, entre los promedios de los dos fraccionamientos para el factor fraccionamiento de nitrógeno. Para híbridos las diferencias entre los promedios para ancho de grano fueron significativas al 90% de probabilidades de cometer error tipo I. La interacción F x H no mostró significación estadística significativa.

Para el factor fraccionamiento del nitrógeno, el tratamiento F1 (50% siembra – 50% a V12), logró en promedio 8.81 mm de ancho mientras que el segundo fraccionamiento F2 (20% siembra - 50% a V7 - 30 % a V12.), alcanzó 9.02 mm, en promedio (Figura 37).

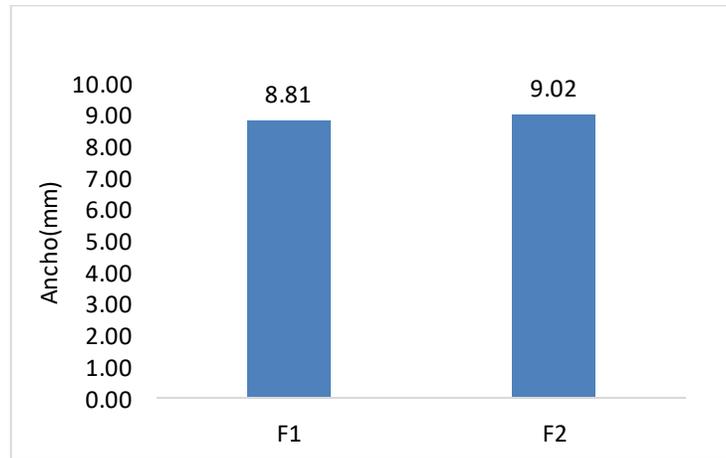


Figura 37. Ancho de grano promedio de dos fraccionamientos. Trujillo, 2016.

El híbrido que alcanzó el mayor ancho de grano fue DK 399 con 9.102 mm, sin diferencias significativas con DK 7508 que alcanzó 9.018mm. El menor ancho de grano fue para el híbrido DK7088 que alcanzó 8.623 mm y que no fue diferente estadísticamente con DK7508 (Figura 38).

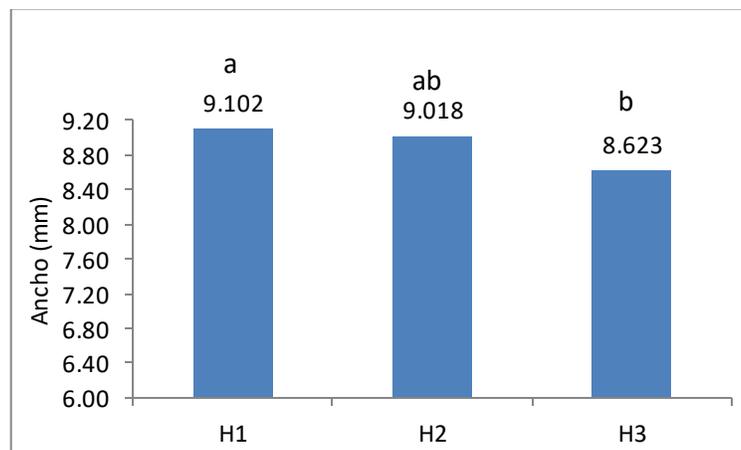


Figura 38. Ancho de grano promedio de tres híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016.

Las combinaciones que tuvieron mayor ancho de grano fueron F2 x DK 399 (H1) con 9.3 mm y F2 x DK7508 (H2) con 9.1 mm. El híbrido DK7088 (H3) tuvo los menores valores para esta característica en su combinación con ambos fraccionamientos; con F1 alcanzó 8.6 mm y con F2 8.7 mm, (Figura 39). El coeficiente de variabilidad fue 4.69%.

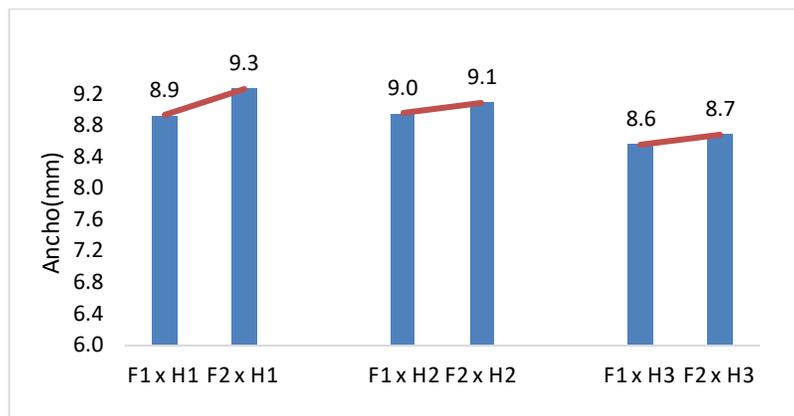


Figura 39. Ancho de grano de 3 híbridos de maíz amarillo duro a dos fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

La Figura 40, muestra la respuesta de cada uno de los tres híbridos a los dos tipos de fraccionamiento del nitrógeno, donde claramente se puede observar que los tres híbridos respondieron de manera similar, aumentando su ancho de grano con el segundo fraccionamiento (F2).

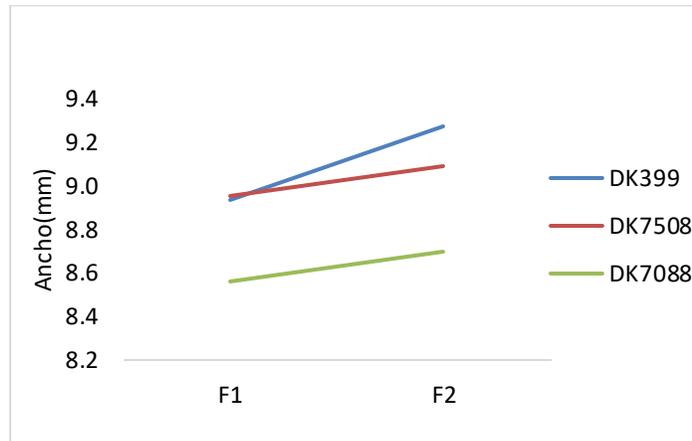


Figura 40. Ancho de grano de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

#### 4.11. Grosor de grano.

El análisis de la Variancia para grosor de grano, indicó que hubo diferencias estadísticas mayor a 90% de probabilidades para el factor fraccionamiento de nitrógeno, mientras que para híbridos las diferencias fueron altamente significativas. La interacción F x H no fue significativa, que sugiere una respuesta similar de los híbridos a los dos fraccionamientos del nitrógeno.

Para el factor fraccionamiento del nitrógeno, el tratamiento F1 (50% siembra – 50% a V12), logro en promedio 4.4 mm de grosor del grano, mientras que el segundo fraccionamiento F2 (20% siembra - 50% a V7 - 30 % a V12.), alcanzó 4.57mm, en promedio (Figura 41).

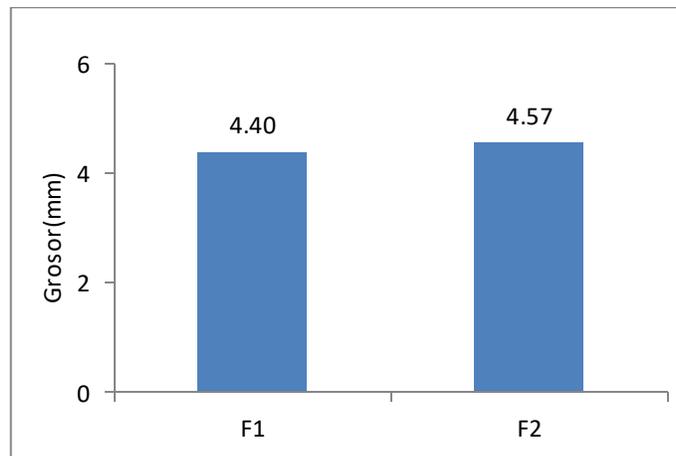


Figura 41. Grosor de grano promedio de 2 fraccionamientos. Trujillo, 2016.

El híbrido que alcanzó el mayor grosor de grano fue DK 399 con 4.84 mm, y que fue diferente significativamente a los promedios logrados por los híbridos con DK 7508 que alcanzó 4.30 mm, y DK7088 que tuvo 4.31 mm, y entre los cuales no hubo diferencias significativas, (Figura 42).

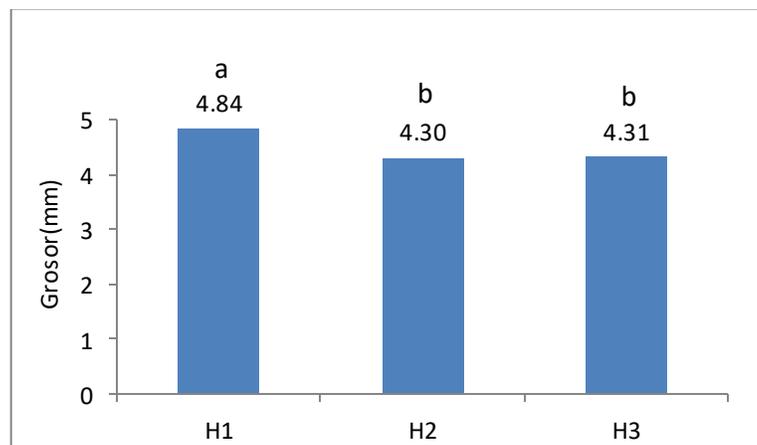


Figura 42. Grosor de grano promedio de 3 híbridos. Trujillo, 2016.

La combinación que tuvo mayor grosor de grano fue F2 x DK 399 (H1) con 5.0 mm, seguido por el mismo híbrido con el primer fraccionamiento (F1) con 4.67 mm. El híbrido DK7508 (H2) con el fraccionamiento F1, llegó a medir

4.27 mm, y mientras que con el segundo fraccionamiento alcanzó 4.33 mm. El híbrido DK 7088 (H3) alcanzó 4.26 mm para el fraccionamiento 1, y 4.37 mm para el segundo fraccionamiento (Figura 43). El coeficiente de variabilidad fue de 3.94%.

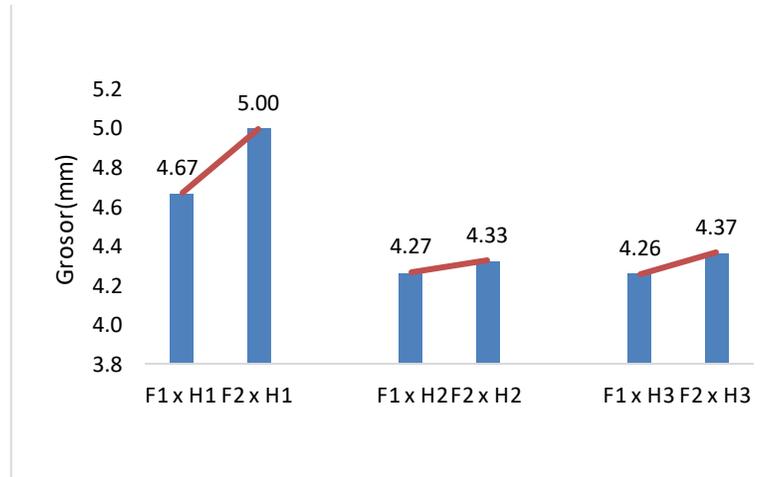


Figura 43. Grosor de grano de 3 híbridos de maíz amarillo duro a dos fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

La Figura 44, muestra la respuesta de cada uno de los tres híbridos a los dos tipos de fraccionamiento del nitrógeno, donde claramente se puede observar que todos ellos tuvieron una respuesta similar al incrementar su grosor de grano con el segundo fraccionamiento (F2). El híbrido DK399, logró el mayor incremento al pasar de F1 a F2, lo que es explicado por la no significación de la interacción F x H.

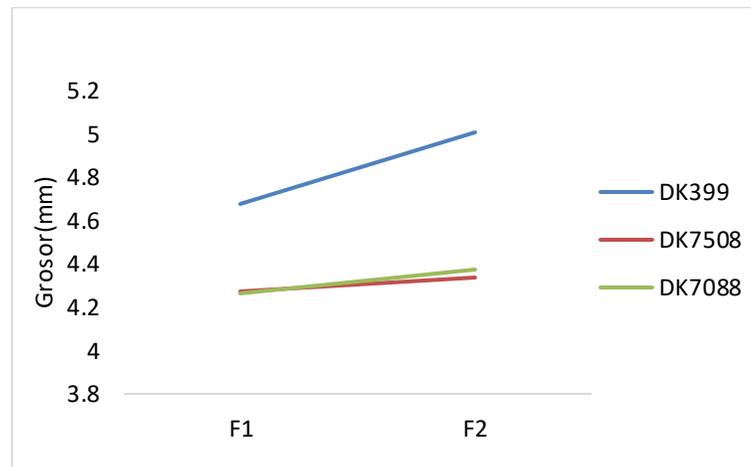


Figura 44. Respuesta del grosor de grano de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

#### 4.12. Peso de 100 granos.

El análisis de la Variancia para peso de 100 granos no encontró diferencias estadísticas para el factor fraccionamiento de nitrógeno, mientras que para híbridos las diferencias fueron altamente significativas. La interacción F x H no fue significativa, lo que se interpreta como una respuesta similar de los híbridos a los fraccionamientos de nitrógeno del estudio.

Para el factor fraccionamiento del nitrógeno, el tratamiento F1, logró en promedio 29.73 g, mientras que el segundo fraccionamiento F2, alcanzó 29.91 g, en promedio (Figura 45). El coeficiente de variabilidad fue 4.13%.

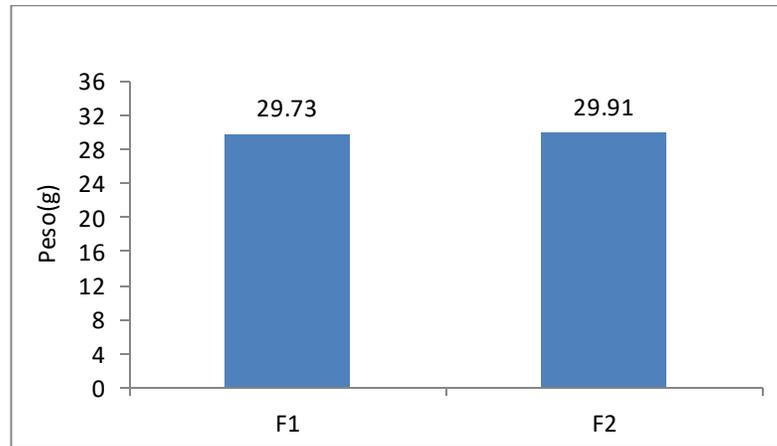


Figura 45. Peso de 100 granos promedio entre los 2 fraccionamientos. Trujillo, 2016.

El híbrido que alcanzó mayor peso de 100 granos fue DK 399 con 32.56 gramos, con alta diferencia significativa con DK 7508 que peso 28.30 gramos, y con DK 7088, que peso 28.60 gramos. Entre los promedios de DK 7508 y DK 7088 no hubo diferencia matemática, (Figura 46).

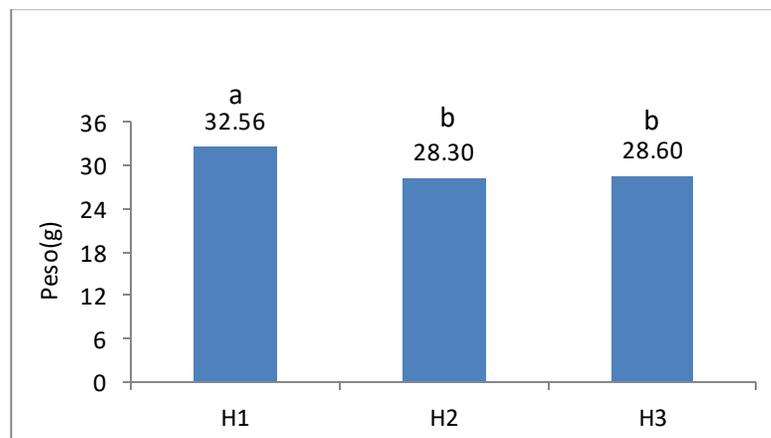


Figura 46. Peso de 100 granos promedio de 3 híbridos de maíz amarillo duro. Trujillo, 2016.

La combinación que tuvo el mayor peso fue F2 x DK 399 (H1) con 33 gramos, sin embargo el mismo híbrido con el primer fraccionamiento (F1)

obtuvo 32.1 gramos. El híbrido DK7508 (H2) con el fraccionamiento F1, obtuvo 28.7 gramos, y disminuyó en el segundo fraccionamiento con el que alcanzó 28.0 gramos. El híbrido DK 7088 (H3) obtuvo 28.4 gramos para el fraccionamiento 1, y aumentó a 28.8 gramos para el segundo fraccionamiento (Figura 47).

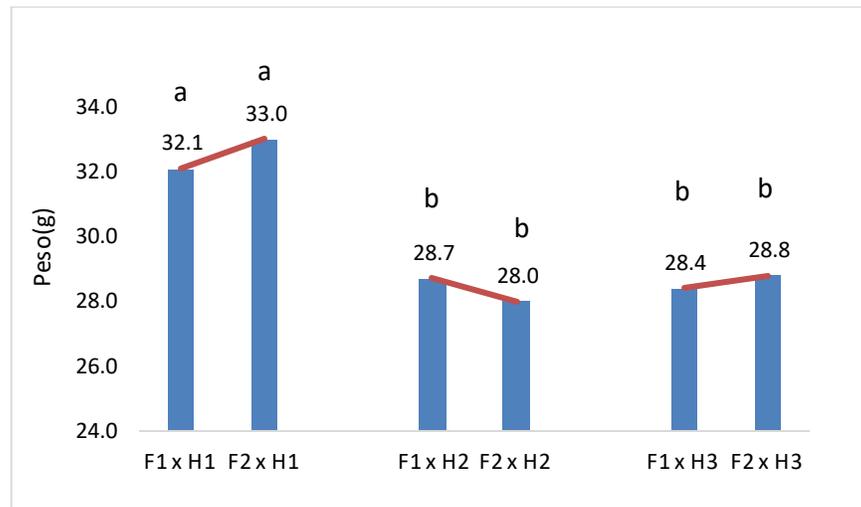


Figura 47. Peso de 100 granos de 3 híbridos de maíz amarillo duro a dos fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

La Figura 48, muestra la respuesta de cada uno de los tres híbridos a los dos tipos de fraccionamiento del nitrógeno, donde se observa un aumento del peso de grano en los híbridos DK 399 y DK7088 con el segundo fraccionamiento (F2), mientras que la respuesta del híbrido DK7508 fue diferente.

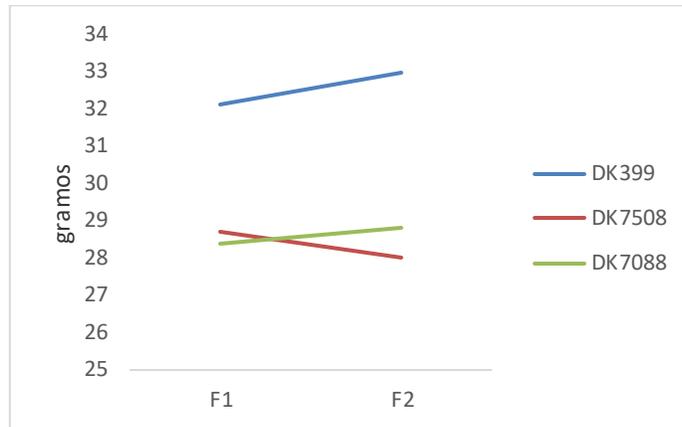


Figura 48. Respuesta del peso de (100 granos) de 3 híbridos de maíz amarillo duro a 2 fraccionamientos de nitrógeno. Trujillo, 2016.

## V. DISCUSION

Los análisis de la variancia indicaron que los promedios de las variables Peso de 100 granos (\*\*), altura de planta (\*\*) y de mazorca (\*), longitud de mazorca (\*), y grosor de grano (\*\*) para el factor Híbridos tuvieron significación estadística; para este mismo factor las variables diámetro de mazorca y ancho de grano fueron significativas al 90% de probabilidades. Para el factor Fraccionamiento, la única variable que tuvo significación al 95% fue ancho de grano; para las variables número de hileras por mazorca, altura de planta y de mazorca, longitud de mazorca y grosor de grano fueron significativas al 90%. No se encontró diferencias significativas para rendimiento de grano ni para número de granos por hilera, lo mismo que para diámetro de tusa y longitud de grano.

En este estudio, la forma de fraccionamiento F1 (50siembra-50V12) del nitrógeno incrementó en 5.31% el rendimiento de grano ajustado al 14% de humedad, con respecto al fraccionamiento F2 (20siembra-50V7-30V12), sin diferencias estadísticas entre los promedios alcanzados. Resultados similares fueron encontrados por De la Cruz (loc. cit.) en maíz, al reportar un incremento de 4.2% en rendimiento con el fraccionamiento 20V3-40V7-40V12 en comparación con el fraccionamiento 50V3-50V7, en promedio de tres niveles de nitrógeno: 180, 200 y 220 kg/ha, sin diferencia estadística entre ellos. Por otro lado, García y Espinosa (loc. cit.) reportaron diferencias estadísticas del efecto del fraccionamiento de nitrógeno en maíz, en 14 de 16 localidades, señalando que los fraccionamientos triples fueron más eficientes que los dobles, resultando en una mayor producción de 1.05 t/ha; y dentro de los triples el fraccionamiento 20-40-40 fue el mejor en rendimiento con 7.2 t/ha, en comparación con el fraccionamiento 30-40-30 que rindió 6.7 t/ha. En trabajos realizados en España por Villar y col. (2000) se reporta que el fraccionamiento

del nitrógeno no tuvo efecto en incrementar el rendimiento de grano en maíz, enfatizando que las mayores eficiencias del uso del nitrógeno se obtuvieron para la aplicación antes de la siembra.

La tendencia de respuesta de los híbridos estudiados a las formas de fraccionamiento fue similar para rendimiento de grano, tal como lo mostró la no significación de la interacción Fraccionamiento del nitrógeno por Híbridos (F x H), Sin embargo, se observó una mayor producción cuando el nitrógeno fue fraccionado en dos partes (F1). Así, el híbrido DK7088 incrementó su rendimiento en 8.1%, mientras que para DK7508 este incremento fue de 7.1%, y para DK399, fue únicamente de 0.5%.

La mayor altura de planta y de mazorca fueron originadas por el fraccionamiento F1, con una diferencia de 7,29 cm en relación al promedio alcanzado por la segunda forma de fraccionamiento, esto es, una diferencia de 4.1%, que fue significativa con 90% de probabilidades de que tal diferencia fuese real, o lo que es lo mismo, con 10% de probabilidades de rechazar la hipótesis nula siendo verdadera (error tipo I). En el estudio reportado por De la Cruz (loc. cit.) no encontró diferencias significativas entre los promedios de estas variables. En otro estudio realizado en Etiopia, donde se estudiaron 10 formas de fraccionamientos de nitrógeno en dos variedades de maíz, el tratamiento 1/3 a la siembra y 2/3 cuando la planta alcanzó 50 cm de altura, originó la mayor altura de planta para la variedad de maduración temprana BH-540, mientras que para la variedad tardía BH-660, el tratamiento 1/4 a la siembra y 3/4 a 50cm de altura, fue el que originó la mayor altura (Tadesse y col., 2013). En relación a la respuesta de los híbridos, el fraccionamiento 1 originó, en promedio, una mayor altura de planta y de mazorca; estas diferencias fueron de 9.9% (17.91 cm), 0.82% (1.5 cm), y 1.43% (2.45 cm), para los híbridos DK399, DL7508 y DK 7088, respectivamente. Para altura de mazorca estos valores fueron de 8.4% (8.4 cm), 2.6% (5.5 cm) y 5% (4.5 cm), para cada uno de los tres híbridos.

El fraccionamiento del nitrógeno no tuvo efectos diferenciales para el peso de 100 granos.

Para el peso de 100 granos, las dos formas de fraccionamiento del nitrógeno tuvieron efectos similares, con una diferencia de 0.6% entre sus respectivos promedios, lo que también fue reportado por De la Cruz (loc. cit.) quien encontró una diferencia de 0.18% entre los promedios obtenidos por las dos formas de fraccionamiento de fertilización nitrogenada de su estudio, Lo mismo sucedió con la variedad maíz precoz BH-540 reportada por Tadesse (loc. cit.), que por otro lado si encontró significación estadística entre los fraccionamientos estudiados en la variedad tardía BH-660. La respuesta de los híbridos a las formas de fraccionamiento fue similar para DK399 (H1) y Dk7088 (H3) que tendieron a aumentar su valor con el segundo fraccionamiento; lo contrario sucedió con DK7508 (H2).

Para las variables longitud de mazorca, la tendencia de respuesta de los tres híbridos fue hacia un mayor valor con el segundo fraccionamiento, con incrementos que no fueron estadísticamente significativos: 2.93%, 1.89% y 8.05% para los híbridos H1, H2, y H3, respectivamente.

El híbrido DK7088 (H3) tuvo respuestas positivas, aunque no significativas estadísticamente, con el fraccionamiento F2 para las variables número de hileras (0.5%), granos por hilera (5.1%), diámetro de mazorca (2.2%) y tusa (1.4%), y para las mediciones del grano de maíz: longitud (3.1%), ancho (1.2%) y grosor (2.6%).

El híbrido DK 7508 (H2) presentó respuesta positiva al fraccionamiento 2 para las variables granos por hilera (1.08%), diámetro de mazorca (0.59%), longitud de grano (4.17%), ancho de grano (1.11%) y grosor de grano (2.58%).

El híbrido DK399 (H1) respondió de manera positiva al fraccionamiento 2, sin diferencia estadística, solo para las variables ancho (4.49%) y grosor (7.07%) de grano. Este híbrido respondió mejor al fraccionamiento 1 para las

variables número de hileras (5.26%), granos por hilera (3.97%), diámetro de mazorca (1.39%) y de tusa (2.34%), y longitud de grano (0.49%).

## VI.CONCLUSIONES

1. El fraccionamiento del nitrógeno no tuvo efecto en el rendimiento de grano, ajustado al 14% de humedad, de los híbridos de maíz considerados en este estudio. Sin embargo, el mayor rendimiento promedio de los híbridos fue para el fraccionamiento F1 (50% siembra – 50% V12) y que fue de 12.9 t/ha, que representó 5.3% más con respecto al fraccionamiento F2 (20siembra-50V7-30V12).
2. Excepto para la variable ancho de grano, el fraccionamiento del nitrógeno no tuvo efecto significativo, al 95% de probabilidades, para todas las variables estudiadas.
3. No hubo diferencia estadística significativa entre los promedios de los híbridos estudiados para rendimiento de grano, que alcanzaron valores de 12.75 t/ha, 12.74 t/ha y 12.24 t/ha para los híbridos DK7088, DK7508 y DK399, respectivamente.
4. La combinación Híbrido 3 (DK7088) con Fraccionamiento 1 (F1), fue la que obtuvo el más alto rendimiento con 13.25 t/ha.
5. El híbrido DK399 tuvo la mayor altura de planta (190 cm) y de mazorca (104 cm), la mayor longitud de mazorca (17.35 cm), el mayor ancho (9.1 mm) y grosor (4.84 mm) de grano, y el mayor peso de grano (32.56 g).
6. El híbrido DK7508 obtuvo el mayor número promedio de granos por hilera con 37.15 cm.
7. El híbrido DK7088 tuvo la menor altura de planta (173 cm) y de mazorca (92 cm), con un valor de 0.53 para la relación altura de mazorca/altura de planta. También obtuvo el mayor número promedio de hileras por mazorca con 18.15 hileras y la mayor longitud de grano (10.34 mm).

## **VII. RECOMENDACIONES**

Diseñar estudios sobre el uso eficiente del fertilizante nitrogenado en maíz, especialmente en híbridos, tomando en cuenta el tipo de suelo, su nivel de fertilidad, y las fuentes nitrogenadas.

Continuar con estudios de momentos de aplicación y formas de fraccionamiento, considerando las etapas de desarrollo vegetativo de la planta de maíz bajo nuestras condiciones.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Acosta, R. 2009. El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. Cultivos Tropicales, vol. 30, núm. 2, 2009, pp. 113-120 Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana, Cuba.

Crow J.F. 1998. 90 years ago: the beginning of hybrid maize. Genetics March 1, 1988 vol. 148 no. 3 923-928.

De la Cruz J.C. 2016. Fraccionamiento de nitrógeno en dos densidades de siembra de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en la localidad de La Molina. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1961/F01-C794-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

García, J.P., y J. Espinosa. 2009. Efecto del fraccionamiento de nitrógeno en la productividad y en la eficiencia agronómica de macronutrientes en maíz. *Informaciones Agronómicas* 72:1-5

Gostincar, J. 1998. Técnicas Agrícolas En Cultivos Extensivos biblioteca de la agricultura, Segunda edición, Editorial Idea Books S.A. España Pág. 383-394

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

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

Hanway, John J., 1966. "How a corn plant develops". Special Report. 38. <http://lib.dr.iastate.edu/specialreports/38>

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

Mendoza, C. C. 2010. Efecto del fraccionamiento del nitrógeno en la productividad del maíz híbrido 'Dekalb DK – 1040' sembrado con dos densidades poblacionales. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 78p (<http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/10/1/T-UTEQ-0001.pdf>)

MINAG 2003. Plan Estratégico de la Cadena Productiva del Maíz Amarillo Duro Avícola y Porcícola, Ministerio de Agricultura, Lima, Peru.

OEEE – MINAG. 2015. Series históricas de ProduccionAgricola – Compendio estadístico. Ministerio de Agricultura y Riego, Lima.

Paliwal, R.L. 2001. El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción. Colección FAO: Producción y protección vegetal Nº 28. Roma. 350 pp.

Perez-Urria E. 2009. Fotosíntesis: Aspectos Básicos. Serie Fisiología Vegetal. 2 (3): 1-47, 2009. ISSN Carril Facultad de Ciencias Biológicas.

Universidad Complutense de Madrid.

[http://eprints.ucm.es/9233/1/Fisiologia\\_Vegetal\\_Aspectos\\_basicos.pdf](http://eprints.ucm.es/9233/1/Fisiologia_Vegetal_Aspectos_basicos.pdf)

Rao, I.M. 2009. Essential plant nutrients and their functions. Working Document No. 36. CIAT, Cali, Colombia.

Ritchie S., J.J. Hanway and G. Benson. 1992. How a Corn Plant Develops. Special Report No. 48. Iowa State University of Science and Technology. Ames, Iowa, USA.

<http://www.extension.iastate.edu/hancock/info/corn.htm>

Salhuana, W. y Scheuch, F. 2004. Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz (PCIM): Logros y perspectivas. 50º Aniversario. Editorial Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 478 pp.

Sarwar M.H, M. F. Sarwar, M. Sarwar, N. A. Qadri, and S. Moghal. 2013. The importance of cereals (Poaceae: Gramineae) nutrition in human health: A review. Journal of cereals and oilseeds. 4Vol.4(3).pp. 32-35, June 2013  
<http://www.academicjournals.org/JCO> Journal of Cereals and Oilseeds

Sevilla, R. 2000. Perspectivas del cultivo de maíz en el Perú. El autoabastecimiento del maíz amarillo duro. *Revista Agroenfoque*, 15 (111): 10-12.

Snyder, C.S. 2008. Las mejores prácticas de manejo de los fertilizantes nitrogenados para limitar las pérdidas que contribuyen al calentamiento global. International Plant Nutrition Institute. Informaciones Agronómicas No 71.p.15.([http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/FC60529AE8A9558C852579A0006BE7FA/\\$FILE/Las%20MPM%20de%20los%20Fertilizantes%20Nitrogenados.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/FC60529AE8A9558C852579A0006BE7FA/$FILE/Las%20MPM%20de%20los%20Fertilizantes%20Nitrogenados.pdf))

Tadesse T., A. Assefa, M. Liben y Z. Tadesse. 2013. Effects of nitrogen Split-application on productivity, nitrogen use efficiency and economic benefits of maize production in Ethiopia. International Journal of Agricultural Policy and Research. Vol.1(4), pp.109-115. In: <http://www.journalissues.org/journals-home.php?id=1>

Villar P., J. M. Villar, F. Ferrer, M. Arán. 2000. Optimización de la fertilización nitrogenada en maíz en suelos calcáreos del área regada por los canales de Urgell (Lleida). Invest. Agr.: prod. prot. veg. Vol. 15 (1-2), 2000  
[http://www.inia.es/gcontrec/pub/villa\\_1161155456625.pdf](http://www.inia.es/gcontrec/pub/villa_1161155456625.pdf)

**ANEXO**

Tabla 1A. Cuadros de medios y significación estadística de las variables registradas y analizadas en el estudio.

FV	gl	COMPONENTES DE RENDIMIENTO				ALTURAS			MEDICIONES DE MAZORCA				
		Rdt	Hil/Mz	Gran/Hil	100Gran	Alt/Plt	Alt/Mz	Lon/Mz	Diam/Mz	Diam/Tus	Long/Gran	Anch/Gran	Gros/Gran
Total	23												
PP	7	1.71	0.38	5.91	1.46	149.44	115.01	0.96	0.003	0.023	0.005	0.102	0.143
Rep.	3	2.34	0.55	8.27	1.84	188.09	190.92	0.96	0.001	0.033	0.007	0.140	0.260
F	1	2.50	<b>0.67 (1)</b>	0.43	0.18	<b>319.01 (1)</b>	<b>156.74 (1)</b>	<b>2.71 (1)</b>	<b>0.002</b>	<b>0.005</b>	<b>0.003</b>	<b>0.245*</b>	<b>0.161 (1)</b>
(a)	3	0.82	0.12	5.37	1.51	54.28	25.19	0.38	0.006	0.019	0.003	0.017	0.020
H	2	0.69	<b>0.78</b>	3.86	<b>45.28**</b>	<b>611.40 **</b>	<b>282.20 *</b>	<b>7.53 *</b>	<b>0.02 (1)</b>	<b>0.032</b>	<b>0.0002</b>	<b>0.525 (1)</b>	<b>0.743**</b>
HXF	2	0.52	0.53	5.15	1.29	169.80	17.90	0.42	0.017	0.007	0.001	0.028	0.039
(b)	12	0.95	0.79	10.93	2.80	84.08	50.00	1.65	0.007	0.017	0.004	0.175	0.031
CV F (%)		7.21	1.91	6.38	4.13	4.06	5.10	3.79	1.53	4.61	5.56	1.57	3.12
CV H (%)		7.76	4.98	9.10	5.62	5.05	7.18	7.91	1.60	4.31	5.95	5.69	3.94
DMS F		1.178	0.442	3.011	1.598	9.571	6.520	0.800	0.100	0.179	0.074	0.019	0.018
DMS H		1.064	0.966	3.603	1.825	9.990	7.704	1.401	0.088	0.140	0.067	0.058	0.019

(1) : significativo a 90% de probabilidades

Leyenda.

Rdt = rendimiento

Hil/Mz = Numero de hileras por mazorca

Gra/Hil = Numero de granos por hilera

Alt/Plt = Altura de planta

Alt/Mz = Altura de mazorca

Lon/Mz = Longitud de mazorca

(1) : significativo a 90% de probabilidades

Diam/Mz = Diametro de mazorca

Diam/Tus = Diametro de tusa

Long/Gran = Longitud de grano

Anch/Gran = Ancho de grano

Gros/Gran = Grosor de grano

100Gran = Peso de 100 granos

Tabla 2A. Tabla promedio de las variables registradas en el estudio.

Tratamientos	COMPONENTES DE RENDIMIENTO			ALTURAS			MEDICIONES DE MAZORCA					
	Rdt (t/ha)	Hil/Mz	Gran/Hil	100Gran (g)	Alt/Plt (cm)	Alt/Mz (cm)	Lon/Mz (cm)	Diam/Mz (cm)	Diam/Tus (cm)	Long/Gran (mm)	Anch/Gran (cm)	Gros/Gran (cm)
F1 x H1	12.27	18.00	36.70	32.13	199.04	108.25	17.10	5.12	3.06	10.28	0.95	0.47
F1 x H2	13.18	17.80	36.95	28.65	182.46	100.29	15.79	5.06	3.05	10.08	0.93	0.43
F1 x H3	13.25	18.10	35.00	28.43	173.83	94.46	14.88	4.93	2.89	10.18	0.91	0.43
F2 x H1	12.21	17.10	35.30	33.00	181.13	99.87	17.59	5.04	2.99	10.23	0.98	0.50
F2 x H2	12.30	17.60	37.35	27.95	180.96	97.79	16.12	5.09	2.99	10.50	0.94	0.43
F2 x H3	12.26	18.20	36.80	28.78	171.38	90.00	16.08	5.03	2.93	10.50	0.93	0.44
Promedios	12.58	17.80	36.35	29.82	181.47	98.44	16.26	5.04	2.98	10.29	0.94	0.45
DMS 5%	1.504	1.367	5.095	2.581	14.129	10.894	1.982	0.124	0.198	0.094	0.082	0.027

**Leyenda.**

Rdt = rendimiento

Hil/Mz = Número de hileras por mazorca

Gra/Hil = Número de granos por hilera

Alt/Plt = Altura de planta

Alt/Mz = Altura de mazorca

Lon/Mz = Longitud de mazorca

Diam/Mz = Diámetro de mazorca

Diam/Tus = Diámetro de tusa

Long/Gran = Longitud de grano

Anch/Gran = Ancho de grano

Gros/Gran = Grosor de grano

100Gran = Peso de 100 granos

