

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“FRACCIONAMIENTO DE NITRÓGENO EN DOS DENSIDADES
DE SIEMBRA DE MAÍZ AMARILLO DURO (*Zea mays L.*)
EN LA LOCALIDAD DE LA MOLINA.”**

Presentado por:

JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ ESPINOZA

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

LIMA - PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“FRACCIONAMIENTO DE NITRÓGENO EN DOS DENSIDADES
DE SIEMBRA DE MAÍZ AMARILLO DURO (*Zea mays* L.)
EN LA LOCALIDAD DE LA MOLINA.”**

Presentado por:

JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ ESPINOZA

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

Ing. Mg. Sc. Guillermo Aguirre Yato
PRESIDENTE

Ing. Mg. Sc. Julián Chura Chuquiya
ASESOR

Ing. Mg. Sc. Luis Tomassini Vidal
MIEMBRO

Ing. Mg. Sc. Luis Beingolea Peña
MIEMBRO

Lima – Perú

2016

DEDICATORIA

A mi madre por su constancia y sacrificio, impulsándome seguir adelante, mi padre por su paciencia y enseñanzas, mi familia por su apoyo incondicional y el amor que siempre me demuestran.

AGRADECIMIENTO

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Mis sinceros agradecimientos a mi patrocinador el Ing. Julián Chura Chuquija.

Al Programa de Investigación y Proyección Social (PIPS) en Maíz.

Y las personas que laboran en el programa de investigación por su ayuda incondicional en todo el proceso de elaboración de esta tesis.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO	4
2.1.1 ORIGEN Y DESCRIPCION TAXONOMICA	4
2.1.2 CLASIFICACION BOTÁNICA	4
2.1.3 DESCRIPCION BOTÁNICA.....	4
2.1.4 COMPOSICION DEL MAÍZ	5
2.1.5 REQUERIMIENTO DEL CULTIVO.....	5
2.2 CULTIVO DE MAÍZ.....	6
2.2.1 FERTILIZACION NITROGENADA	7
2.2.2 DENSIDAD DE SIEMBRA.....	12
III. MATERIALES Y METODOS	14
3.1. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	14
3.2. CLIMATOLOGIA.	14
3.3. ANÁLISIS DE SUELOS.....	15
3.4. MATERIAL VEGETAL.	17
3.5. MATERIALES, EQUIPO DE CAMPO Y LABORATORIO.	17
3.6. TRATAMIENTOS.....	17
3.7. VARIABLES EVALUADAS.....	18
3.8. ANÁLISIS ESTADISTICO.	21
3.9. CARACTERISTICAS DE LAS PARCELAS.	22
3.10. MANEJO AGRONÓMICO.....	23
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	26
4.1 RENDIMIENTO EN GRANO.....	26
4.2. ALTURA DE PLANTA.....	30
4.3 ALTURA DE MAZORCA.....	34
4.4 DIÁMETRO DE TALLO	37
4.5 DÍAS A LA FLORACIÓN FEMENINA.....	40
4.6 PESO DE GRANO DE LA MAZORCA	43
4.7 PESO DE TUSA DE LA MAZORCA.....	46
4.8 LONGITUD DE LA MAZORCA	49
4.9 DIÁMETRO DE LA MAZORCA	52
4.10 NÚMERO DE HILERAS DE LA MAZORCA	55
4.11 NÚMERO DE GRANOS POR HILERA DE LA MAZORCA	59
4.12 PESO DE 100 GRANOS	62
V. CONCLUSIONES	65
VI. RECOMENDACIONES.....	66
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	67
VIII. ANEXOS.....	71

INDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Importación de maíz amarillo duro de los últimos 2 años en el Perú.	7
Tabla 2: Datos meteorológicos de la estación Alexander Von Humbolt.....	15
Tabla 3: Análisis de Caracterización de suelos (UNALM).	16
Tabla 4: Distribución de tratamientos.	18
Tabla 5: Análisis de Varianza (ANVA).....	22
Tabla 6: Cronograma de riego.	24
Tabla 7: Análisis de variancia para rendimiento en grano.	26
Tabla 8: Análisis de variancia para altura de planta.	30
Tabla 9: Análisis de variancia para altura de mazorca.	34
Tabla 10: Análisis de variancia para diámetro de tallo	37
Tabla 11: Análisis de variancia para días a la floración femenina.....	40
Tabla 12: Análisis de variancia para peso de grano de mazorca.	43
Tabla 13: Análisis de variancia para peso de tusa de mazorca.	46
Tabla 14: Análisis de variancia para longitud de mazorca.....	49
Tabla 15: Análisis de variancia para diámetro de mazorca.	52
Tabla 16: Análisis de variancia para número de hileras de la mazorca.	55
Tabla 17: Análisis de variancia para número de granos por hilera de mazorca.....	59
Tabla 18: Análisis de variancia para número de peso de 100 granos.	62

INDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 1: Superficie sembrada nacional de campañas agrícolas.	7
Gráfico 2: Efecto de la dosis de abonamiento sobre rendimiento en grano.	27
Gráfico 3: Efecto de densidad de siembra sobre rendimiento en grano.	28
Gráfico 4: Efecto del fraccionamiento de fertilización sobre rendimiento en grano.	29
Gráfico 5: Efecto de densidad de siembra sobre altura de planta.	31
Gráfico 6: Efecto del fraccionamiento de fertilización sobre altura de planta.	32
Gráfico 7: Efecto de la dosis de abonamiento sobre altura de planta.	33
Gráfico 8: Efecto de densidad de siembra sobre altura de mazorca.	35
Gráfico 9: Efecto del fraccionamiento de fertilización sobre altura de mazorca.	35
Gráfico 10: Efecto de la dosis de abonamiento sobre altura de mazorca.	36
Gráfico 11: Efecto de densidad de siembra sobre diámetro de tallo.	38
Gráfico 12: Efecto del fraccionamiento de fertilización sobre diámetro de tallo.	39
Gráfico 13: Efecto de la dosis de abonamiento sobre diámetro de tallo.	39
Gráfico 14: Efecto de densidad de siembra sobre días a la floración femenina.	41
Gráfico 15: Efecto del fraccionamiento de fertilización sobre días a floración femenina.	41
Gráfico 16: Efecto de la dosis de abonamiento sobre días a floración femenina.	42
Gráfico 17: Efecto de densidad de siembra sobre peso de grano de mazorca.	44
Gráfico 18: Efecto del fraccionamiento de fertilización sobre peso grano demazorca.	44
Gráfico 19: Efecto de la dosis de abonamiento sobre peso de grano de mazorca.	45
Gráfico 20: Efecto de densidad de siembra sobre peso de tusa.	47
Gráfico 21: Efecto del fraccionamiento de fertilización sobre peso de tusa.	47
Gráfico 22: Efecto de la dosis de abonamiento sobre peso de tusa.	48
Gráfico 23: Efecto de densidad de siembra sobre longitud de mazorca.	50
Gráfico 24: Efecto del fraccionamiento de fertilización sobre longitud de mazorca.	50
Gráfico 25: Efecto de la dosis de abonamiento sobre longitud de mazorca.	51
Gráfico 26: Efecto de densidad de siembra sobre diámetro de mazorca.	53
Gráfico 27: Efecto del fraccionamiento de fertilización sobre diámetro de mazorca.	53
Gráfico 28: Efecto de la dosis de abonamiento sobre diámetro de mazorca.	54
Gráfico 29: Efecto de densidad de siembra sobre número de hileras.	56
Gráfico 30: Efecto del fraccionamiento de fertilización sobre número de hileras.	57
Gráfico 31: Efecto de la dosis de abonamiento sobre número de hileras.	58
Gráfico 32: Efecto de densidad de siembra sobre número de granos por hileras.	60
Gráfico 33: Efecto del fraccionamiento de fertilización sobre número de granos hileras.	60
Gráfico 34: Efecto de la dosis de abonamiento sobre número de granos por hileras.	61
Gráfico 35: Efecto de densidad de siembra sobre peso de 100 granos.	63
Gráfico 36: Efecto del fraccionamiento de fertilización sobre peso de 100 granos.	63
Gráfico 37: Efecto de la dosis de abonamiento sobre peso de 100 granos.	64

INDICE DE ANEXOS

ANEXO I: Análisis de Suelo	72
ANEXO II: Tabla de interpretación de Análisis de suelos	73
ANEXO III: Croquis del campo experimental	75
ANEXO IV: Cuadro de aplicaciones realizadas en campo.	76
ANEXO V: Cuadros comparativos de resultados.	78

I. INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays* L.) originario de América, presenta uno de los aportes más valiosos a la seguridad alimentaria mundial. Junto con el arroz y el trigo son considerados como las tres poáceas más cultivadas en el mundo. Asimismo, en el transcurso del tiempo, diversas instituciones mundiales, estatales y privadas vienen realizando estudios con el objetivo principal de incrementar el rendimiento y la producción con nuevos híbridos resistentes a factores bióticos y abióticos (INIA, 2015).

El maíz amarillo duro (MAD) constituye el principal enlace de la cadena agroalimentaria del país, principal insumo para la industria avícola y porcina nacional, y su demanda excede la oferta nacional, a importar el 60 – 65 % del requerimiento total (INIA, 2015).

La importación de maíz amarillo duro en el 2014 sumaron 2'315 963 toneladas, lo que representó un incremento de 19.2% frente a lo importado el 2013 donde ascendió a 1'942 142 toneladas, señaló el ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). En el 2014 las importaciones de maíz amarillo duro en el mes de enero fueron de 295 085 toneladas, febrero 390 309 toneladas, marzo 132 340 toneladas, abril 150 587 toneladas, mayo 110 834 toneladas, junio 99 725 toneladas, julio 232 085 toneladas, agosto 199 023 toneladas, setiembre 248 535 toneladas, octubre 244 313 toneladas, noviembre 160 915 toneladas y diciembre 51 471 toneladas. Por medio del sistema de información de abastecimiento y precios (SISAP), que elabora la Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas (DGESEP) de la Dirección de Estadística Agraria del Minagri, se destaca que el principal país proveedor de maíz amarillo duro a Perú es Estados Unidos con 1'717 233 toneladas, seguido de Argentina 591 876 toneladas, Brasil 3 725 toneladas, entre otros 3 128 toneladas (Agraria.pe, 2015).

La importación de maíz amarillo duro en el 2015 a julio se incrementó en 19% alcanzando los U\$ 375 millones, con un precio de U\$ 213 la tonelada promedio. En el primer mes del presente año, la producción del maíz amarillo duro registró 107 822 toneladas y representó un aumento de 10.8 % respecto a similar mes del año anterior, como resultado de las mayores superficies sembradas y disponibilidad del recurso hídrico; así lo dio a conocer el instituto de Estadística e informática (Agrodataperu, 2015).

La producción de maíz amarillo duro alcanzó, en noviembre 2015, el segundo mes con el nivel de producción más alto de ese año con 131 404 toneladas y se incrementó en 25.2%, en comparación con lo registrado en similar mes de 2014, según el instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Comportamiento que fue explicado por la mayor producción en los departamentos de Ica (88.2%), Lima (83.0%), Piura (70.0%),

Lambayeque (23.6%), La Libertad (16.1%) y Loreto (5.1%), que en conjunto aportaron 84.6% de la producción nacional.

Asimismo, aumentó en Huancavelica (307.5%), Ucayali (197.7%), Cajamarca (46.9%), Huánuco (26.9%) y Junín (20.1%).

Sin embargo, la producción disminuyó en Apurímac (-94.3%), Tumbes (-44.8%), Ancash (-38.5%), Amazonas (-30.7%) y San Martín (-9.8%), (INEI, 2015).

Durante el primer trimestre del año 2015, la importación de maíz amarillo duro por parte de Perú ascendió a 1'041 845 toneladas, lo que representó un incremento de 27.3% respecto a las 818 475 toneladas importadas en el mismo período de 2013. Así lo indica el Sistema de Información de Abastecimiento y Precios (SISAP), que elabora la Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas (DGESEP) de la Dirección de Estadística Agraria (DEA) del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (Agraria.pe, 2015)

Con el objetivo de incrementar el rendimiento del cultivo se realizan prácticas de fertilización, que constituyen una herramienta cada día más indispensable para la producción agropecuaria, siendo fundamental para la obtención de buenas cosechas, por lo que se debe conocer los requerimientos y cantidades del nutriente así como también el momento de aplicación. Sin embargo, es necesario utilizar en cada sistema, los principios de sustentabilidad y sostenibilidad; conociendo el medio ambiente, los recursos y el sistema productivo, para diseñar la forma de aumentar la producción interna y rentabilidad del maíz.

El agricultor realiza la fertilización del maíz amarillo duro en forma fraccionada; aplicando la mitad del nitrógeno, todo el fósforo y potasio en el primer abonamiento, para que finalmente se adicione el resto del nitrógeno en el aporque, con la finalidad de alcanzar un rendimiento óptimo, por esta razón se investiga el fraccionamiento en la fertilización nitrogenada para el cultivo de maíz, principalmente la fertilización nitrogenada, por ser uno de los nutrientes esenciales que más limitan el rendimiento, participando en la síntesis de proteínas y por ello es vital para toda la actividad metabólica de la planta aunando al fósforo, que juega un papel importante en el incremento de la materia seca y la tasa de crecimiento, siendo también necesario el potasio el cual cumple funciones vitales en la fisiología de la planta.

Siendo uno de los fines de este experimento el determinar las dosis ideales que permitan llegar al rendimiento óptimo, una vez obtenidas podremos determinar planes de

abonamiento que servirán para ayudar al agricultor en la toma de decisiones en el uso de fertilizantes, haciéndolo más racional y oportuno.

A su vez teniendo en cuenta las buenas prácticas agrícolas como el uso de semillas mejoradas, adecuado manejo agronómico, una óptima densidad de siembra y fertilización adecuada y precisa de NPK. Colaborando con el agricultor para un buen rendimiento en el cultivo mencionado.

OBJETIVOS:

- Evaluar el efecto del fraccionamiento de la fertilización nitrogenada en el rendimiento en grano.
- Evaluar dos densidades de siembra en el rendimiento en grano.
- Evaluar la interacción entre el fraccionamiento de fertilización nitrogenada y la densidad de siembra.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO

2.1.1 Origen y descripción taxonómica.

En el nuevo mundo es considerado el principal cereal domesticado y fue la base alimenticia de las civilizaciones maya, azteca e inca. Las teorías genéticas sobre el origen del maíz son muy diversas, pero se originó como planta cultivada en algún lugar de América Central.

Su importancia radica en el consumo humano en sus diversas formas como para su utilización forrajera. Gracias a su capacidad de adaptación, su elevado rendimiento y las posibilidades futuras de mejoras por la vía genética (Villar, 1995)

2.1.2 Clasificación botánica.

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Liliopsida
Subclase	:	Commelinidae
Orden	:	Poales
Familia	:	Poaceae
Género	:	Zea
Especie	:	Mays
Nombre Científico	:	<i>Zea mays L.</i>

2.1.3 Descripción botánica:

El maíz es una planta anual de gran desarrollo vegetativo, que puede alcanzar hasta 3.5 metros de altura (lo normal es de 2 a 2.5 metros)

Raíz: todo el sistema radical de la planta adulta es adventicio.

Tallo: el tallo central del maíz es un eje formado por nudos y entrenudos, cuyo número y longitud varían notablemente. La parte inferior y subterránea del tallo tiene entrenudos muy cortos de los que salen las raíces principales y los brotes laterales.

Los entrenudos superiores son cilíndricos, en corte transversal se observa que la epidermis se forma de paredes gruesas y haces vasculares cuya función principal es la conducción de agua y sustancias nutritivas obtenidas del suelo o elaboradas en las hojas.

Hoja: este cereal tiene la hoja similar a la de otras poáceas; está constituida de vaina, cuello y lámina. La lámina es una banda angosta y delgada hasta de 1.5 m de largo por 0.1 m de ancho, que termina en un ápice muy agudo. El nervio central está bastante desarrollado, es prominente en el envés de la hoja y cóncavo en el lado superior.

Mazorca: al contrario de la mayor parte de las poáceas, en el maíz la espiga es compacta y está protegida por las hojas transformadas, que en la mayoría de los casos la cubren por completo (Villar 1995).

Panoja: se encuentra localizada en la parte terminal del tallo, formada por un eje principal y que es la prolongación del tallo y termina en la borla, presentando ramas primarias, secundarias y terciarias (Noriega 1992).

2.1.4 Composición del maíz.

Los componentes básicos del grano de maíz en porcentaje medio, en peso de materia seca son:

Carbohidratos	80%
Proteínas	10%
Aceite	4.5%
Fibra	3.5%
Minerales	2.0%

2.1.5 Requerimiento del cultivo.

La temperatura y la luminosidad influyen directamente sobre el período vegetativo. Temperaturas inferiores a 13°C hacen que el maíz tenga un crecimiento muy limitado. Para el maíz se estima que el rendimiento máximo será obtenido a una temperatura media de 20° a 22°C. A temperaturas más altas, la radiación es usada en forma apenas más significativa y eficiente en la fotosíntesis, pero la duración de las hojas, o sea el tiempo disponible para absorber radiaciones, es reducida (Squire, 1990).

En su ciclo vegetativo, los requerimientos hídricos son de 600 – 800 mm. No debe faltarle agua durante la germinación y floración. En esta última etapa se presenta el máximo requerimiento de agua o sea, 15 días antes de la floración hasta cuando la mazorca está completamente formada y llena. Una deficiencia en el aporte de agua y nutrientes en

especial de los nitrogenados, unas tres semanas, que preceden a la floración femenina, perjudicará el resultado de la cosecha de forma irreversible.

En cuanto a los suelos, se adapta a una gran variedad de ellos; no obstante, son preferibles suelos de texturas medias, bien drenados y sueltos con un pH entre 5.5 y 7. La profundidad efectiva del perfil puede constituir un factor limitante; un horizonte o capa compacta puede impedir la penetración de las raíces y ocasionar trastornos nutritivos o fisiológicos que se manifestará en una disminución de la producción (Villar, 1995).

2.2 CULTIVO DE MAÍZ.

El maíz amarillo duro, es el principal componente (53%) de los alimentos balanceados que se producen en el país, de los cuales el 64.24% es utilizado para aves de carne, 26.52% para aves de postura, 3.09% para porcinos y 1.86 % para engorde de ganado; un menor porcentaje se utiliza en la alimentación humana, en la forma de harinas, hojuelas, entre otros (Ministerio de Agricultura-Dirección General de Promoción Agraria - 2004).

La producción nacional de maíz amarillo duro a partir de 1991 no abastece la demanda interna, por lo que a partir de ese año el país importa grandes cantidades de este cereal.

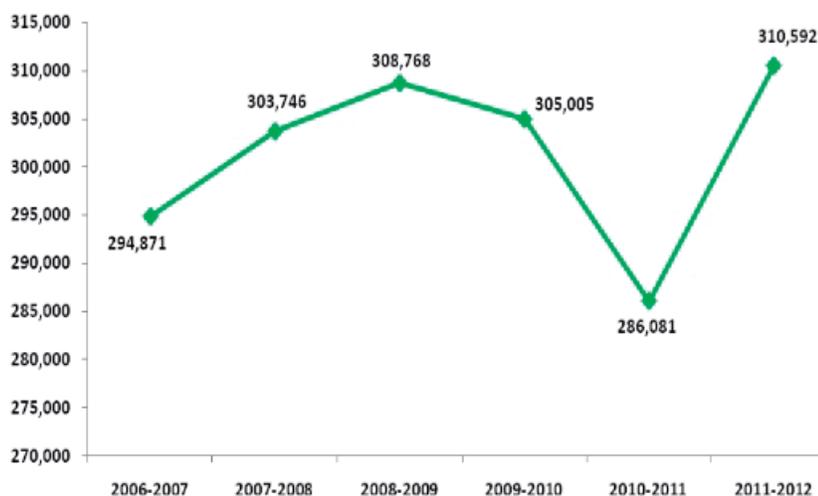
El maíz amiláceo, junto con la papa, son los principales alimentos de los habitantes de la sierra del Perú. En esa región la producción es principalmente para el autoconsumo en la forma de choclo, cancha, mote, harina pre-cocida, bebida, entre otras formas de uso. Sin embargo, la producción en choclo constituye una importante fuente de ingresos en zonas productoras localizadas en Junín, Ancash, Cajamarca y Cusco. Otro tipo de maíz amiláceo pero con mercado aún muy pequeño es el tipo canchero.

El maíz “gigante” Blanco Urubamba del Cusco es el único maíz que se exporta; en 1999 se exportaron 3 786 toneladas de grano (Superintendencia Nacional de Aduanas).

El número de productores que se dedican al cultivo de maíz amiláceo es de 407 998 (OIA - MINAG, 2000).

El maíz amarillo duro se siembra mayormente en la costa y selva como se muestra en el Gráfico 1, siendo Lambayeque, La Libertad, Ancash, Lima y San Martín los principales departamentos productores, que en conjunto, representan el 55% de área cultivada, siendo la zona de Lima (Cañete, Chancay – Huaral, Huacho, Barranca) la que ocupa el primer lugar en su participación con el 20 % de la producción total de este cultivo. En orden de importancia sigue La Libertad con el 15 %. Es pertinente señalar, que en estas dos regiones están instaladas las empresas avícolas más importantes del país, que han

propiciado el crecimiento de las áreas y producción del maíz para atender el requerimiento para la alimentación de las aves. (MINAG – OEEE, 2013).



Fuente: MINAG – OEEE, 2013

Gráfico 1: Superficie sembrada nacional de las campañas agrícolas entre el 2006-2012.

Tabla 1: Importación de maíz amarillo duro de los últimos 2 años en el Perú.

MES	2015			2014		
	CIF (\$)	Kg	Precio Promedio S. Kg ⁻¹	CIF (\$)	Kg	Precio Promedio S. Kg ⁻¹
ENERO	208,185,061	934,206,955	0.223	71,433,475	295,805,313	0.241
FEBRERO	6,743,497	30,180,560	0.223	93,632,894	390,308,570	0.240
MARZO	16,066,565	77,397,485	0.208	31,062,169	132,340,210	0.235
ABRIL	23,785,106	116,151,198	0.205	37,179,617	150,530,570	0.247
MAYO	25,828,574	126,748,385	0.204	28,832,260	110,833,610	0.260
JUNIO	53,144,356	271,484,190	0.196	25,504,950	99,721,210	0.256
JULIO	41,357,244	204,700,295	0.202	55,317,742	232,097,770	0.238
AGOSTO				44,779,010	199,023,250	0.225
SEPTIEMBRE				54,692,709	248,535,072	0.220
OCTUBRE				51,747,343	244,313,035	0.212
NOVIEMBRE				34,503,288	160,914,630	0.214
DICIEMBRE				11,874,771	51,471,045	0.231
TOTALES	375,110,403	1,760,869,068	0.213	540,560,230	2,315,894,285	0.233
PROMEDIO MES	53,587,200	251,552,724		45,046,686	192,991,190	
% crec. Promedio	19%	30%	9%	-2%	15%	-15%

Fuente: AGRODATAPERU, 2015

En la costa peruana los agricultores utilizan diferentes tecnologías en el manejo agronómico del cultivo de maíz amarillo duro (Guía técnica, “manejo integrado de maíz amarillo duro”).

2.2.1 Fertilización nitrogenada

La eficiencia de uso del agua y el fertilizante son dos de las herramientas más importantes en sistemas de producción que optimizan el rendimiento de maíz, especialmente en ambientes con una larga historia de agricultura continua. En la producción de maíz es importante la utilización de nitrógeno y ésta puede ser afectada por el tipo y época de aplicación del fertilizante nitrogenado, condiciones climáticas, y propiedades físico – químicas de los suelos.

El nitrógeno (N) es el nutriente requerido en mayor cantidad por el cultivo de maíz, principalmente controlando la producción de biomasa, y es el que más limita el rendimiento de dicho cultivo.

En los trópicos la deficiencia de nitrógeno es casi universal, excepto en las tierras nuevas (Black, 1975). Esto significa que las necesidades de nitrógeno deben ser satisfechas por medio de la adición de fertilizantes orgánicos o inorgánicos. El maíz tiene una fuerte respuesta positiva al abastecimiento de nitrógeno y su déficit es el más importante, después del déficit del agua, en la producción de maíz tropical. Aun cuando haya nitrógeno disponible en el suelo, la competencia de las malezas puede llevar a una deficiencia nitrogenada en el cultivo.

La forma de asimilación del nitrógeno (nitríca o amoniacal) depende en gran manera de la edad de la planta y la especie, y también del pH del suelo (Navarro, 2003). La mayoría de los cultivos agrícolas absorben el N como ion NO_3^- ; sin embargo, estudios recientes han demostrado que los cultivos usan cantidades apreciables de NH_4^+ , unas de las razones por las que se obtiene rendimientos más altos con la absorción de una parte del N como NH_4^+ , es que la reducción de NO_3^- , dentro de la planta requiere de energía (el NO_3^- es reducido a NH_4^+ que luego se convierte en aminoácidos dentro de la planta). Esta energía es proporcionada por carbohidratos, los mismos que podrían ser usados para el crecimiento o para la formación del fruto (Cirilo, 1996).

Se pueden obtener aumentos significativos de rendimiento con dosis adecuadas de fertilizante nitrogenado, cuando otros factores limitantes de rendimiento son controlados. El nitrógeno es siempre el nutriente con mayores dificultades para realizar recomendaciones precisas y esto es principalmente debido a su dinámica, y a su movilidad en el suelo y en la planta. El desarrollo de herramientas de diagnóstico para fertilización nitrogenada ha sido un desafío para los especialistas en fertilidad de suelos (Bianchini, 2002)

Marschner (1995), menciona que el nitrato y el amonio son las principales fuentes de nitrógeno inorgánico tomados por las raíces de las plantas superiores. La mayoría del amonio tiene que ser incorporado en compuestos orgánicos en las raíces, mientras que el nitrato es rápidamente movilizado en el xilema y puede también ser almacenado en las vacuolas de las raíces, vástagos y órganos de almacenamiento.

La acumulación de nitrato en las vacuolas puede ser de considerable importancia para el balance catión-anión, para la osmoregulación particularmente en las llamadas especies “nitrofilicas”.

La disponibilidad en el suelo es altamente dependiente de los niveles de materia orgánica y su tasa de mineralización de nitrógeno. La actividad microbiana del suelo es la que determina la tasa de mineralización y que a la misma vez depende de la temperatura, aireación del suelo, entre otros factores (Nava, 2007).

Fassbender (1978), indicó que las formas de nitrato y amonio representan solo una pequeña fracción del nitrógeno del suelo y serían insuficientes para satisfacer las necesidades de la vegetación que cubre la corteza terrestre. Las cantidades de nitrógeno presentes en los suelos están controladas especialmente por las condiciones climáticas y la vegetación.

Gruneberg (1959), considera al nitrógeno como una unidad, siendo la relación de los elementos nutritivos en el maíz de 1:0.38:1.19. El nitrógeno es asimilado por el maíz en forma de nitrato y en la forma de sal amoniacal, pareciendo tener preferencia, la primera de ellas. El que la planta de maíz absorba el nitrógeno amoniacal o el nítrico, depende de los factores del medio ambiente, especialmente de la acidez que presenta el suelo.

Bertran (1962), menciona que el nitrógeno existente en proporción de 1 – 4 % de la materia seca de las plantas bajo la forma de prótidos es indispensables para el maíz. Una planta bien provista de nitrógeno produce muchas hojas y tallos de un color verde profundo debido a la abundancia de clorofila, color característico de una buena alimentación nitrogenada, que garantiza una actividad asimiladora intensa y deja prever rendimientos elevados.

Black (1975), expresa que el nitrógeno es el elemento que tiene la mayor probabilidad de limitar el crecimiento de los cultivos, debido a que intervienen en la formación de los aminoácidos y proteínas; esto, a su vez, interviene en el crecimiento de los diversos órganos de la planta aumentando la superficie foliar y la masa protoplasmática. El nitrógeno controla, además, el crecimiento y fructificación de las plantas teniendo marcada influencia en la calidad y valor de las diferentes partes de la planta.

Miller (1967), dice que, el nitrógeno estimula el crecimiento vegetativo. Las plantas que tienen abundante nitrógeno disponible, son grandes, suculentas y de hojas color verde oscuro, de lo contrario, son pequeñas y de color verde pálido o verde amarillento. Además las cosechas reaccionan más rápidamente a la aplicación del nitrógeno que a la del potasio o fósforo. La falta de nitrógeno aumenta la producción de fibras, mientras que el exceso influye en la producción de carbohidratos.

Gruneberg (1959), afirma que la asimilación del nitrógeno tiene lugar durante todo el periodo de crecimiento del cultivo del maíz, aminorando, recién, en la época de madurez. Hasta el momento de la floración, la planta ha asimilado aproximadamente un 25% de su necesidad de nitrógeno, y la formación de las mazorcas 2/3 de la cantidad de nitrógeno requerido y el tercio restante se almacena en el grano durante su maduración.

Bartolini (1989), afirma que la casi totalidad del nitrógeno utilizado por el maíz, penetra en las raíces en forma de ion nitrato (NO_3^-), mientras que la mayor parte del nitrógeno contenido en los abonos y en los restos de materia orgánica está en forma amoniacal. Por ello, el proceso de nitrificación, que entran en actividad cuando la temperatura del suelo se aproxima a los 10 °C y en las condiciones óptimas de humedad y aireación, reviste una enorme importancia.

Mengel and Kirkby (2000), menciona que el nivel de nitrógeno que debería aplicarse a un cultivo depende en gran medida de la especie cultivada en particular y de las condiciones prevalecientes en el suelo. Generalmente la cantidad de nitrógeno absorbida por un buen cultivo durante el periodo de crecimiento sirve como una orientación general para evaluar el nivel apropiado de aplicaciones de nitrógeno ($\text{Kg de nitrógeno ha}^{-1}$).

Es necesario programar la distribución de los fertilizantes nitrogenados teniendo en cuenta el ritmo de absorción y el tipo de suelo. En los suelos que tienen un buen poder tampón, con el 15 – 20 % de arcilla, la aportación de nitrógeno se puede efectuar de una sola vez, antes de la siembra, en forma ureica, amoniacal o nítrico – amoniacal. En los suelos ligeros es indispensable fraccionar la aportación del nitrógeno. La mejor manera de aplicarlo es mediante localización entre los estadios de 5-6 y 8-10 hojas.

Ducanes (1984), recomendó que el abonamiento nitrogenado en maíz deba realizarse en forma fraccionada, es decir, aplicando la dosis total en dos o más partes. La primera fertilización se debe hacer bien sea a la preparación del terreno, a la emergencia o a la siembra; y la segunda fertilización al aporque; fraccionar la fertilización nitrogenada tiene la ventaja de evitar pérdidas logrando una mayor disponibilidad de este nutriente en los periodos críticos de utilización.

Jacob (1964), indica que excesivas cantidades de nitrógeno estimulan el crecimiento desmesurado de la parte vegetativa, estimulando así la síntesis de proteínas, a tal grado, que los carbohidratos son usados en la formación de proteínas; mientras que la formación de tejidos de soporte mecánico es insuficiente, predisponiendo las plantas al tumbado y reduciendo su resistencia a condiciones adversas de tiempo y enfermedades.

Arnon (1972), manifiesta que otro de los síntomas de deficiencia, es el crecimiento inicial retardado, un color verde amarillento en las hojas y la prematura senescencia de las hojas más bajas, son las principales características de la deficiencia de nitrógeno en la planta de maíz. La decoloración usualmente se inicia en las puntas de las hojas y luego progresa a lo largo de ellas. Bajo condiciones de deficiencia de nitrógeno, las proteínas de las hojas más bajas son hidrolizadas y el nitrógeno solubilizado migra hacia los centros activos de crecimiento. El amarillamiento de las hojas basales se debe al quebrantamiento de las proteínas de los cloroplastos causando la pérdida y desaparición de la clorofila; siendo por lo tanto, las hojas más viejas las primeras en mostrar los síntomas, los cuales se extienden progresivamente hacia las hojas más jóvenes de la planta.

La deficiente de nitrógeno en maíz se observa a partir de los cuarenta días de la siembra, por la presencia de las plantas poco vigorosas con hojas inferiores amarillentas o cloróticas.

Vega (1997), menciona que los abonos son factores de economía del agua ya que su presencia al concentrar las soluciones del suelo, permite a la planta alimentarse y producir más con la misma cantidad de agua, la cantidad de agua absorbida para hacer 1 gr. De materia seca no es constante. Depende de numerosos factores y especialmente del abonamiento conveniente.

Según literatura revisada, coincide en que los fertilizantes o abonos, tienden sin lugar a dudas, un gran valor social y económico en la formación y evolución de la sociedad, dado que ellos constituyen un factor decisivo y rápido en la obtención de abundantes cosechas rentables económicamente en sistemas de agricultura moderna. Los fertilizantes deben ser aplicados en forma apropiada para obtener el máximo beneficio; de acuerdo a las necesidades de las plantas, los fertilizantes pueden aplicarse antes de la siembra, a la siembra o durante el periodo de crecimiento.

Shimshi (1969), reporta los resultados de tres experimentos de fertilización nitrogenada, encontrando que la aplicación de nitrógeno determino incrementos del 60% en el rendimiento de maíz grano (2,670 Kg ha⁻¹) y la eficacia de uso de agua en un 44% respecto al testigo no fertilizado.

Hurtado (1979), en un comparativo de niveles crecientes de nitrógeno (0-60-120-240 Kg ha⁻¹) en el cultivo de maíz híbrido bajo condiciones de costa central, se encontró que el incremento en el rendimiento de grano para los niveles en estudio fue de 31%, 48% y 54% respecto al tratamiento no fertilizado. Asimismo, los mayores rendimientos (7,464 Kg ha⁻¹) se presentaron a nivel de 120 Kg ha⁻¹ de nitrógeno bajo un régimen de riego alto y constante. En cambio, cuando el nivel de humedad fue medio, fueron necesarios 240 Kg ha⁻¹ de nitrógeno para lograr el máximo rendimiento (7,108 Kg ha⁻¹). Finalmente, bajo condiciones de déficit de humedad se presenta efectos variables en el rendimiento significativamente disminuidos por la aplicación de nitrógeno.

2.2.2 Densidad de siembra

Al inicio de la siembra de maíz una de las principales consideraciones a tener es la densidad de siembra a seguir con la finalidad de mejorar la productividad pues influye mucho en el manejo del cultivo.

Cirilo (1996), la densidad de plantas es la herramienta más efectiva para mejorar la captura de luz, la cantidad de plantas necesarias para lograr plena cobertura es función del área foliar de cada una y de la disposición de sus hojas (erectas o planas), las plantas poco foliosas y de hojas erectas requerirán densidades mayores para conseguir la cobertura total del suelo.

Las bajas densidades afectan significativamente la captura de luz y, en consecuencia, el crecimiento del cultivo. Es por esto que el maíz presenta una notable respuesta al aumento de la densidad en términos de producción de biomasa.

Andrade (2002), la modificación de la distancia entre los surcos en maíz plantea dificultades operativas para llevarla a la práctica, por lo que solo cuando puedan esperarse beneficios de su empleo, una menor distancia entre los surcos de siembra permite cubrir mejor el suelo y capturar más luz desde etapas tempranas del cultivo, incrementando la producción de biomasa.

En densidades bajas, la reducción de la distancia entre surcos contribuye también a asegurar una mayor cobertura durante la floración.

Villar (1995), si se menciona la densidad adecuada de un cultivo, es aquella que: maximiza la intercepción de radiación fotosintéticamente activa durante el periodo crítico para la definición del rendimiento y permite alcanzar el índice de cosecha máximo.

Noriega (1992), afirma que la densidad de siembra es el número de plantas por hectárea que se necesita en el terreno. Una densidad óptima permite el mejor aprovechamiento del sol, nutrientes del suelo y competencia con las malezas.

Bianchini (2002), En un proyecto de siembra de maíz con distancias de siembra de 30 x 70 cm, 50 x 70 cm y 70 x 70 cm. encontraron que la producción total de materia verde (kg/ha) fue superior a altas densidades de siembra que a bajas.

Valdez (1971), encontró en ensayos realizados en la Costa un aumento en los rendimientos de maíz grano cuando la distancia entre surcos disminuyó a la distancia de 0.60 m. con un adecuado nivel de fertilidad. También se observó que cuando la distancia mínima entre golpes disminuyó de 0.75 m. a 0.60 m. el promedio de los rendimientos de maíz grano aumentó.

Ducanes (1984), considera en el maíz, cuando se elevando el nivel de nitrógeno de 100 a 200 Kg ha⁻¹, el rendimiento de maíz se incrementa significativamente. Asimismo, sostiene que, incrementando la población de 53 000 a 89 000 plantas por hectárea la producción de mazorcas comerciales disminuye significativamente, aunque el mayor rendimiento se logra con la densidad de 89,000 plantas por hectárea.

El rendimiento en maíz es particularmente sensible a las variaciones en la población de plantas. (Cirilo 2004), bajo condiciones de riego y fertilización adecuada, reducciones de 25% en la densidad correcta puede producir incremento del rendimiento cercano al 50%, mientras que la duplicación de la densidad inicial disminuye el rendimiento en un 20%. Además señala que un pronunciado incremento en el aborto de granos y de individuos estériles en las densidades excesivas y su escasa capacidad de compensación, tanto vegetativa (en cobertura por planta) como reproductiva (en rendimiento por planta) en las densidades reducidas, explican esa sensibilidad en maíz.

Barnett (1980), menciona que la densidad óptima es función de la variedad y la condición del suelo. Suelos con baja capacidad de retención de nutrientes y agua, requiere de densidades bajas. Una variedad alta con mucho follaje requiere una densidad relativamente más baja. Cuando se cambia la densidad se cambian los factores ambientales y se afecta principalmente el tamaño del receptor por ejemplo aumenta la densidad cuando hay deficiencia de nitrógeno en el suelo, produce una demora en la aparición de la inflorescencia femenina resultando menor el tiempo para el llenado del grano. Una densidad más alta que la óptima aun en condiciones ambientales óptimas ocasiona plantas vanas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El presente ensayo se realizó en el campo “Santa Rosa” de la Universidad Nacional Agraria la Molina, siendo su ubicación geográfica la siguiente:

Latitud	:	12° 05'06”
Longitud	:	76° 07'07”
Altitud	:	251 msnm.

Durante la campaña agrícola septiembre del 2011 – febrero 2012.

3.2 CLIMATOLOGÍA

Los datos climatológicos obtenidos durante el tiempo que duro el trabajo fueron registrados por la Estación Meteorológica Alexander Von Humbolt de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú, como se presenta en la Tabla 2. Los elementos climatológicos principales a estudiar son la temperatura, humedad relativa y la precipitación como los más influyentes en el clima.

Temperatura

Es el elemento, de enorme significancia para el crecimiento, desarrollo, precocidad y rendimiento de los cultivos. Durante el desarrollo del experimento se presentó una temperatura mínima de 13.0 °C y una temperatura máxima de 28.1 °C promedio presentándose en los meses setiembre y enero respectivamente.

Humedad Relativa

Es un elemento que resulta de la relación entre la cantidad de vapor de agua que tiene el aire y la que tendría si estuviera saturada a la misma temperatura, este valor es expresado en porcentaje (%).

Durante el desarrollo del cultivo se presentó una humedad relativa máxima de 95% y humedad relativa mínima de 61% que pertenecen a los meses de setiembre y enero respectivamente.

Precipitación

La precipitaciones en la zona donde se estableció el experimento fueron mínimas y al inicio del establecimiento del cultivo siendo una mayor precipitación con 3.5 mm en el mes de setiembre y no hubo precipitación en los meses de diciembre y enero.

Tabla 2: Datos meteorológicos de la Estación Alexander Von Humbolt de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

MESES	TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)	HUMEDAD RELATIVA MAXIMA (%)	HUMEDAD RELATIVA MNIMA (%)	PRECIPITACION (mm)
SETIEMBRE	19.6	13.0	95	76	3.5
OCTUBRE	21.2	13.6	93	77	0.4
NOVIEMBRE	23.0	15.3	93	72	1.6
DICIEMBRE	25.0	17.3	93	70	0
ENERO	28.1	18.3	93	61	0

Fuente: Elaboración propia

3.3 ANÁLISIS DE SUELO

Para determinar las características fisicoquímicas del suelo, se realizó un análisis de suelo, tomando 08 muestras simples al azar del campo para la obtención de una muestra compuesta y homogénea para cada repetición.

El muestreo se realizó en la capa superficial de 0 a 20 cm, lugar donde se desarrolla el mayor porcentaje de las raíces, Anexo I.

Los métodos seguidos en el análisis fueron:

- Textura : Método del triángulo textural
- pH : Potenciómetro / 1:1 extracto saturado.
- M.O. (%) : Método de Walkley y Black.
- CIC (meq/100g) : Método de Acetato de Amonio.
- P (ppm) : Método de Olsen modificado
- K (ppm) : Método de Acetato de Amonio
- C.E. (dS / m) : Lectura de extracto de saturación
- CaCO₃ (%) : Método de Gas volumétrico
- Cationes cambiables (meq/100g) : Espectrofotometría de absorción atómica.

Los resultados del análisis de suelos indican que son tierras agrícolas de regular calidad, en cuanto al historial de campo, anteriormente se había plantado maíz. El resultado de los análisis manifiesta lo siguiente:

Tabla 3. Análisis textural y químico del suelo experimental (campo experimental Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria La Molina) 2011.

Determinación	Valor	Unidades
C.E	0.52	dS / m
Análisis mecánico		
Arena	58	%
Limo	32	%
Arcilla	20	%
Clase textural	Franco	
pH	7.59	
CaCO ₃ total	1.70	%
Materia orgánica	1.43	%
Fósforo disponible	18.6	ppm P
Potasio disponible	268	ppm K
CIC	11.68	meq/100g
Cationes cambiables		
Ca ²⁺	8.85	meq/100g
Mg ²⁺	2.07	meq/100g
K ⁺	0.57	meq/100g
Na ⁺	0.19	meq/100g
Al ³⁺ + H ⁺	0.00	meq/100g

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos Plantas, Aguas y Fertilizantes. UNALM 2011.

El suelo es de textura Franca. Respecto al análisis químico se encontró un pH. 7.59, que corresponde a un suelo ligeramente alcalino, característico de un suelo de costa.

El contenido de materia orgánica fue de 1.43%, considerándose bajo según la tabla interpretativa que figura en el Anexo II, así mismo el contenido de fósforo disponible fue de 18.6 ppm y el potasio disponible con 268 ppm dando alto para ambos elementos, y con una conductividad eléctrica de 0.52 dS / m que representa un suelo no salino. (Tabla 3).

3.4 MATERIAL VEGETAL.

El material vegetal utilizado es la variedad EXP – 05 del programa de Maíz.

3.5 MATERIALES, EQUIPO DE CAMPO Y LABORATORIO.

Se utilizaron Cordeles, cal, cinta métrica, estacas, costales, herramientas de campo, fertilizantes, etiquetas, bolsas de papel, libreta de campo, regla de campo, lápiz, maquinaria agrícola, mochila de aplicación, balanza, y equipo de cómputo.

3.6 TRATAMIENTOS

Densidades (D)

D1 = 62 500 plantas/ha

D2 = 69 444 plantas /ha

Formula de abonamiento (A)

A1 = 180 – 90 – 80

A2 = 200 – 90 – 80

A3 = 220 – 90 – 80

Fraccionamiento de N (F)

F1 = nitrógeno fraccionado en 2 aplicaciones.

F2 = nitrógeno fraccionado en 3 aplicaciones.

La combinación de los tres factores en estudio 2Dx3Ax2F nos da 12 tratamientos el cual se muestra en la Tabla 4.

Se realizó el conteo de sobres con las semillas de maíz experimental – 05 distribuyendo la cantidad de 504 semillas por sobre con un total de 12 sobres para la densidad de siembra de 62 500 plantas ha⁻¹. Y 456 semillas por sobre con un total de 12 sobres para la densidad de siembra de 69 444 plantas ha⁻¹, dando un total de 24 sobres de semillas contadas, enumeradas y con una asignación aleatoria para la posterior siembra.

Tabla 4. Distribución de tratamientos.

Entradas	Densidades	N-P-K	N frac.	I	II	III	IV
1	62 500	180-90-80	2	111	202	306	402
2	62 500	180-90-80	3	105	212	301	411
3	62 500	200-90-80	2	103	203	305	404
4	62 500	200-90-80	3	109	206	307	410
5	62 500	220-90-80	2	110	204	303	407
6	62 500	220-90-80	3	102	205	310	403
7	69 444	180-90-80	2	112	210	304	405
8	69 444	180-90-80	3	106	211	311	408
9	69 444	200-90-80	2	108	208	302	406
10	69 444	200-90-80	3	101	201	308	412
11	69 444	220-90-80	2	107	207	312	409
12	69 444	220-90-80	3	104	209	309	401

3.7 CARACTERÍSTICAS EVALUADAS.

Variables biométricas.

1. Días a la floración femenina:

Se tomaron los datos cuando más del 50% de las plantas que hayan emitido sus pistilos.

2. Altura de planta (cm)

Evaluado después de la floración tomando 10 plantas competitivas de cada parcela, y se tomó medidas desde el cuello de planta hasta el punto de unión de la panoja con el tallo.

3. Altura de inserción de mazorca (cm)

El promedio de las mismas plantas medidas desde el nivel del suelo hasta el nudo de inserción donde nace la mazorca superior.

4. Diámetro de tallo (cm)

Se ubicaron 10 plantas elegidas al azar y se midió el perímetro en la mitad del segundo entrenudo emergente del suelo y dividiendo el valor obtenido entre 3.1416 dando como resultado el diámetro del tallo.

5. Diámetro de mazorca (cm).

Se eligieron 10 mazorcas de cada parcela y se realizó la medición del diámetro que después fue promediado.

6. Longitud de mazorca (cm).

Se obtuvieron 10 mazorcas de cada parcela y se realizó la medición de su longitud obteniendo después un promedio.

Componentes de rendimiento.

7. Peso promedio de grano por mazorca (gramos)

Con la finalidad de obtener el rendimiento de grano de mazorca al 14% de humedad, por parcela, se usó esta característica y se dividió el peso en grano de 10 mazorcas entre el peso de la mazorca (incluida la coronta) y se multiplica por 100.

8. Número de plantas por parcela a la cosecha.

Se realizó un conteo, tomando el número de plantas en las parcelas en evaluación

9. Número de mazorcas por planta

En esta evaluación se tomó una muestra aleatoria de 10 plantas, extraídas de los 2 surcos centrales de cada parcela, también se contó el número de mazorcas por planta para ver su prolificidad.

10. Humedad de grano.

La humedad del grano se obtuvo desgranando tres hileras de 10 mazorcas elegidas al azar, para alcanzar aproximadamente 300 g. que posteriormente fue llevada al determinador de humedad "Burrows Modelo 700 Digital Moisture".

11. Peso de tusa

Se realizó el pesado de tusa desgranada, teniendo 10 muestras por cada parcela tratamiento.

12. Número de hileras por mazorca.

En esta evaluación se realizó un conteo de hileras de cada mazorca, cogiendo 10 mazorcas de forma aleatoria de los 2 surcos intermedios en cada parcela, finalmente usando los promedios que representaran a cada parcela evaluada.

13. Número de semillas en 100 gramos de peso.

En esta evaluación se tomó una muestra aleatoria de 10 mazorcas por parcela y se contaron el número de semillas presentes a 100 g. de peso.

14. Peso total de granos por mazorca de maíz amarillo duro EXP – 05.

En esta evaluación se tomó una muestra aleatoria de 10 mazorcas por parcela y se realizó el peso de granos de cada mazorca

15. Peso de mazorca.

Se realizó el peso de mazorca de los dos surcos centrales de cada parcela, pesándolo en campo.

16. Rendimiento por hectárea.

Se realizó el pesado de la producción de mazorca por las parcelas ya establecidas para el maíz EXP – 05, con el fin de expresar los rendimientos en Kg ha⁻¹ de maíz en grano, se multiplicó el rendimiento de cada parcela por el factor de corrección el cual se obtiene de la siguiente expresión:

$$R = \frac{10000 \times 0.971 \times D \times Pcf \times Fh \times Pc}{A}$$

A

Donde:

R = rendimiento Kg ha⁻¹

A = área de la parcela

0.971 = coeficiente de contorno

D = porcentaje de desgrane *

Pc = rendimiento Kg por parcela

Pcf = corrección por fallas

Fh = corrección por humedad al 14%.

Porcentaje de desgrane (D)

Es una característica referida al peso de la cantidad neta de grano en relación al peso total de la mazorca, sin panca, siendo mayor cuanto mayor es la proporción de la parte útil (granos).

Humedad en grano (Fh)

La humedad del grano se calculó para cada muestra extraída, y se realizó una corrección por humedad al 14%, usando un factor de ajuste (Fh), que se determina con la siguiente fórmula:

$$Fh = \frac{100 - \% \text{ humedad}}{100}$$

86

Corrección de fallas (Pcf):

Con el fin de corregir el rendimiento por parcela a su número constante de plantas, para ello se utiliza la fórmula de Jenkins:

$$P_{cf} = \frac{(H - 0.3 M)}{(H - M)}$$

Donde:

P_{cf} : peso corregido por fallas

H : número de golpes por parcela

M : número de fallas.

3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Diseño experimental.

El diseño experimental que se empleó es el Diseño de Bloques Completamente al Azar con un arreglo factorial de 2D X 3A X 2F que nos dio 12 tratamientos con 4 repeticiones.

El modelo aditivo lineal para el presente experimento es:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + A_j + F_k + (D, A)_{ij} + (D, F)_{ik} + (A, F)_{jk} + (D, A, F)_{ijk} + E_{ijk}$$

Dónde:

Y _{ijk}	=	Es la observación correspondiente a la subparcela en donde se aplicó el tratamiento resultante de combinar el nivel i del factor distanciamiento con el nivel j del factor nivel de en el bloque o repetición k.
μ	=	Media general de todas las observaciones.
D _i	=	Es el efecto del i-ésimo factor de densidad de siembra.
A _j	=	Es el efecto del j-ésimo factor de fórmula de abonamiento
F _k	=	Es el efecto del k-ésimo factor de fraccionamiento de nitrógeno
(D, A) _{ij}	=	Efecto de la interacción entre el nivel i del factor de densidad con el nivel j del factor de fórmula de abonamiento
(D, F) _{ik}	=	Efecto de la interacción entre el nivel i del factor de densidad con el nivel k del factor de fraccionamiento de nitrógeno.

- (A, F)jk = Efecto de la interacción entre el nivel j del factor de fórmula de abonamiento con el nivel k del factor de fraccionamiento de nitrógeno.
- (D, A, F)ijk = Efecto de la interacción entre el nivel i del factor de densidad con el nivel j del factor de fórmula de abonamiento y del nivel k del factor de fraccionamiento de nitrógeno.
- Eijk = Efecto aleatorio o error asociado a la observación Yijk.

Análisis de Varianza (ANVA)

Tabla 5. Análisis de Varianza del experimento.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL
Bloques	3
Densidad (D)	1
Fórmula de abonamiento (A)	2
Fraccionamiento de nitrógeno (F)	1
DA	2
DF	1
AF	2
DAF	2
Error (E)	33
Total	47

3.9 CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS.

Disposición por bloque

Numero de surcos/bloque : 72 surcos

Numero de surcos/parcela : 6 surcos

Longitud de surco : 7.20 m

Distancia entre surcos : 0.80 m

Distancia entre golpes : 0.36 m para la densidad de 69 444 plantas/ha.

: 0.40 m para la densidad de 62 500 plantas/ha.

Número de golpes por surco: 21 golpes/surco para la densidad de 69 444 plantas/ha.

: 19 golpes/surco para la densidad de 62 500 plantas/ha.

Número de plantas por golpe : 4 plantas/golpe
Número de plantas por golpe al desahíje : 2 plantas/golpe

En relación al número de golpes por surco, se distribuyó de la siguiente manera:

- Densidad de 456 plantas, 6 surcos por parcela, 19 golpes/surco, dando un total de 114 golpes, con un distanciamiento de 0.36 m entre plantas.
- Densidad de 504 plantas, 6 surcos por parcela, 21 golpes/surco, dando un total de 126 golpes, con un distanciamiento de 0.40 m entre plantas.

Siendo un total de 4 bloques distribuidos, cada bloque cuenta con un área de 414.72 m². Y los 4 bloques dan un área total de 1658.88 m², que es el área total del campo experimental usado.

La distribución de los bloques y parcelas con sus respectivos tratamientos se puede observar en el Anexo III.

Para cada característica evaluada se realizó un análisis de varianza de acuerdo al diseño experimental utilizado.

En el análisis de varianza como se muestra en la Tabla 5, se consideraron 3 factores en estudio como factores de efecto fijo, de manera que la prueba estadística de Fisher para las densidades de plantas (62 500 y 69 444 plantas ha⁻¹) utilizó el cuadrado medio del error de parcelas dentro de los bloques así mismo para fórmula de abonamiento (180, 200 y 220 de nitrógeno) y fraccionamiento de nitrógeno (fraccionamiento en dos partes y en tres partes).

3.10 MANEJO AGRONÓMICO.

1. Preparación del terreno.

La preparación se efectuó después del riego de machaco, para lo cual se empleó un tractor, para roturar el suelo hasta una profundidad aproximada de 0.20 m, mediante dos pasadas de rastra, y darle al suelo las condiciones para que la planta crezca mejor, luego se surcó a una separación de 0.80 m entre surcos y se dividió el campo de acuerdo al diseño experimental propuesto.

2. Siembra.

Después de la preparación del terreno y estando surcado, el 02 de setiembre del 2011 se realizó la siembra de acuerdo a su espaciamiento, se considera de alta densidad, teniendo en cuenta el uso de 2 densidades:

- distanciamiento entre golpes de 0.36 m con 21 golpes y 4 semillas por golpe
- distanciamiento entre golpes de 0.4 m con 19 golpes y 4 semillas por golpe.

La siembra se realizó de forma manual en 4 bloques con 12 tratamientos, realizado de forma aleatoria.

Las plántulas empezaron a emerger al quinto día de la siembra y al octavo día aparecieron casi en su totalidad.

3. Desahije.

Cuando las plantas alcanzaron aproximadamente 0.20 m de altura se realizó la labor de desahije, dejando las más vigorosas por golpe. Se efectuó con la finalidad de dejar igual número de plantas por golpe, esta labor también sirvió para eliminar plantas indeseables. Se efectuó antes del aporque, dejando solamente 2 plantas por golpe asegurando así una competencia uniforme entre plantas.

4. Aporque

El aporque se realizó después de la segunda fertilización con el apoyo de 3 jornales.

5. Riegos

El riego se realizó por gravedad según el siguiente cronograma, Tabla 6.

Tabla 6. Cronograma de riego

Día	Mes	año
22	Septiembre	2011
06	Octubre	2011
10	Noviembre	2011
24	Noviembre	2011
15	Diciembre	2011
24	Diciembre	2011
19	Enero	2012

6. Deshierbo y control de plagas.

a) Deshierbo.

Se hizo de forma manual y oportuna usando como herramienta la lampa, durante el período crítico de competencia con el maíz, en el momento en que la planta presentó 3 a 4 hojas (30 días aproximadamente después de la siembra). En cuanto

a la presencia de malezas, las de mayor importancia fueron: “grama china” (*Elytrigia repens*) y “coquito” (*Cyperus rotundus*), quienes fueron eliminadas manualmente con una lampa. Después se realizaron deshierbo cuando la planta presento 09 hojas (V9) el día 18 de noviembre y a las 13 hojas (V13) el día 14 de diciembre.

De forma conjunta con la labor de deshierbo, se realizaron aplicaciones de Atrazina (herbicida sistémico), el 10 de diciembre del 2011, aplicando una dosis de 50ml/mochila y Roundup (herbicida) en dosis de 150ml/mochila.

b) Control de plagas.

Durante las etapas de crecimiento se tuvo cuidado con el control de plagas realizando un control químico previas evaluaciones entomológicas. Las aplicaciones se realizaron usando productos como Tifón (25 cc / mochila de 20 litros), Delta Plus (25 – 30 cc / mochila de 20 litros), Karate (30 cc / mochila de 20 litros) y Granulate (10 Kg ha⁻¹). Siendo la primera aplicación preventiva de Tifón el 13 de septiembre del 2011, intercalando los productos con el desarrollo de las plantas siendo la última aplicación el 10 de octubre del 2011, momento que la planta presentaba 05 hojas (V5).

7. Fertilización

El abonamiento se distribuyó en 2 y 3 particiones de nitrógeno en el maíz experimental – 05, realizado de forma manual y personalizada, teniendo como fuentes: la urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio.

La dosificación del abonamiento se realizó en 2 particiones de nitrógeno siendo 50 y 50 %, realizado de la siguiente forma: la primera aplicación se realizó en el estado fenológico V3, al observarse 03 hojas en la planta (30 de septiembre del 2011) y la segunda aplicación al estado fenológico V7, al observarse 07 hojas en la planta (25 de octubre del 2011). En la dosificación de 3 particiones de nitrógeno se fraccionaron en 20%, 40% y 40% de dosis de nitrógeno, la primera y segunda partición coinciden con las aplicaciones anteriormente mencionadas y la última dosis para este caso se aplicó al estado fenológico V12, al observarse 12 hojas en la planta (02 de diciembre del 2011). El cuadro de aplicaciones de los abonamientos realizados a sus respectivos tratamientos se muestra en el Anexo IV.

8. Cosecha

La cosecha se realizó el 27 de febrero del 2012, se pesaron las mazorcas de cada parcela, separándose 10 mazorcas al azar para obtener el promedio de peso de mazorca, luego se tomaron medidas de longitud y diámetro de mazorca.

IV.RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 RENDIMIENTO EN GRANO.

Según el análisis de varianza (ANVA) tabla 7, se encontró significación estadística para dosis de abonamiento (A), no se encontró significación estadística para bloques, densidad de siembra, fraccionamiento de fertilización y las interacciones de primer orden densidad de siembra por fraccionamiento de fertilización, densidad de siembra por dosis de abonamiento, fraccionamiento de fertilización por dosis de abonamiento y la interacción de segundo orden, densidad de siembra por fraccionamiento de fertilización por dosis de abonamiento.

El coeficiente de variabilidad fue de 11.160 %

Tabla 7: Análisis de Variancia para rendimiento en grano (toneladas ha⁻¹)

Fuente de Variación	g.l	SC	CM
Bloque	3	2.127	0.709
Densidad de Siembra (D)	1	2.110	2.110
Fraccionamiento de N (F)	1	0.544	0.544
Dosis Abonamiento (A)	2	10.849	5.424*
DF	1	2.276	2.276
DA	2	0.091	0.046
FA	2	0.054	0.027
DFA	2	0.626	0.313
Error	33	42.707	1.294
Total	47	61.385	
C.V. = 11.160%		Promedio general= 10.193	

* Significación al 5% de probabilidad

** Significación al 1% de probabilidad

En el gráfico 2 se observa el efecto de la dosis de abonamiento (A) en promedio de densidad de siembra (D) y fraccionamiento de fertilización (F). La dosis de abonamiento de 200 Kg N ha⁻¹ (A2) ocupó el primer lugar con un rendimiento de 10.639 toneladas ha⁻¹ y es similar estadísticamente a, la dosis de abonamiento de 220 Kg N ha⁻¹ (A3) con 10.407 toneladas ha⁻¹ y diferente estadísticamente de la dosis de abonamiento de 180 Kg N ha⁻¹ (A1); la dosis

de A1 ocupó el último lugar con un rendimiento de 9.533 toneladas ha⁻¹ y es diferente estadísticamente de la dosis A2 y A3.

Los rendimientos en maíz híbrido PM – 701, conforme se aumenta la dosis de nitrógeno se mantiene en forma semejante para los incrementos de 60 a 120, 120 a 180 y de 180 a 240 Kg ha⁻¹, sin que tales incrementos de rendimiento tengan significación estadística, excepto por la dosis de 180 a 240 Kg ha⁻¹ quienes presentan un mejor rendimiento comparado con las dosificaciones anteriores, como se demuestra con el análisis de variancia (Chaviguri, 1984). Caso que no sucede cuando se incrementa la dosis de abonamiento en la variedad EXP – 05 usada en el presente estudio teniendo como limite la aplicación de 220 Kg N ha⁻¹, no mostró un incremento en rendimiento aun cuando el contenido de nitrógeno aumenta, por lo cual se puede decir que el maíz amarillo duro EXP-05, no presenta mayor respuesta en rendimiento al superar la dosis de abonamiento en más de los 200 Kg N ha⁻¹.

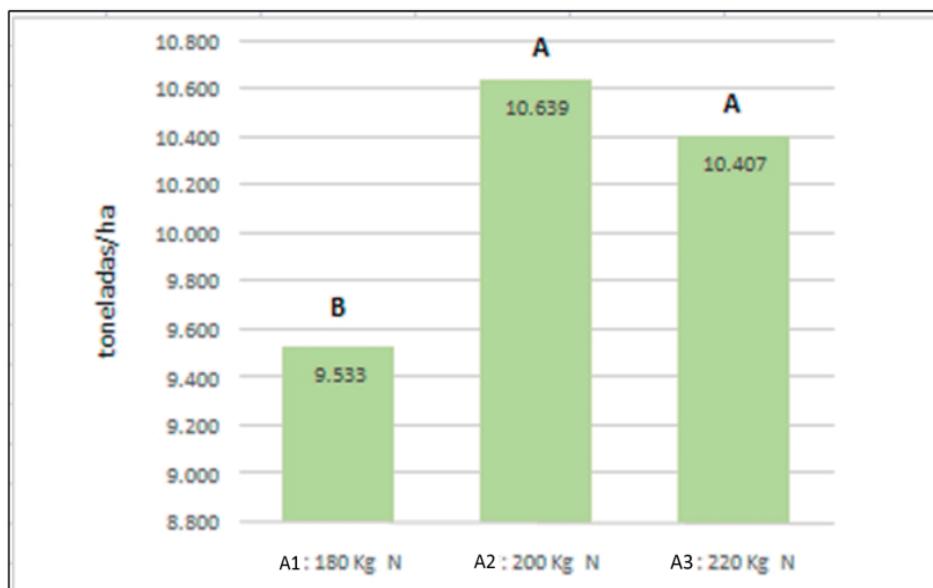


Gráfico 2. Efecto de la dosis de abonamiento sobre el rendimiento en grano (t ha⁻¹) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

El factor densidad de siembra (D) que se observa en el gráfico 3 en promedio de fraccionamiento de fertilización (F) y dosis de abonamiento (A). La densidad de siembra de 62 500 plantas ha⁻¹ (D1) muestra un rendimiento en grano de 9.983 toneladas ha⁻¹ y es similar estadísticamente a la densidad de siembra (D2) de 69 444 plantas ha⁻¹ con 10.403 toneladas ha⁻¹.

En la prueba realizada con dos densidades (62 500 plantas ha⁻¹ y 69 444 plantas ha⁻¹) sobre el rendimiento en grano de maíz amarillo duro EXP-05, no presenta una diferencia estadística significativa, pero el incremento en número de plantas por hectárea muestra una diferencia en rendimiento de 0.42 toneladas ha⁻¹, siendo 420 kg de rendimiento en grano más, que se obtiene con la densidad de 69 444 plantas ha⁻¹ sobre la densidad de 62 500 plantas ha⁻¹, como se muestra en el gráfico 3.

Según Chaviguri (1984), en la práctica se ha observado que siembras comerciales de maíz híbrido PM – 701, a densidades muy altas (superior a 85 000 plantas ha⁻¹) se incrementa fuertemente el porcentaje de plantas vanas, en muchos casos también se puede incrementar la susceptibilidad a la tumbada de las plantas disminuyendo el rendimiento esperado.

Por lo cual no se recomendaría incrementar más la densidad de siembra, ya que no incrementaría significativamente el rendimiento en grano, caso contrario se generaría problemas en su manejo.

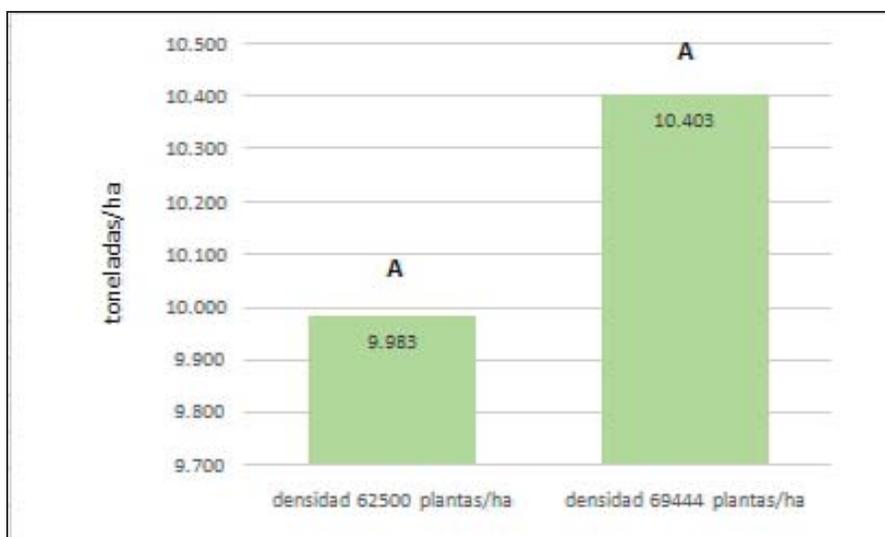


Gráfico 3. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento en grano (t ha⁻¹) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

En el gráfico 4 se observa el efecto de la densidad de siembra (D) y dosis de abonamiento (A). El fraccionamiento de fertilización (F1) de 2 partes muestra un rendimiento en grano de 10.087 toneladas ha⁻¹ y es similar estadísticamente al fraccionamiento de fertilización (F2) de 3 partes con 10.299 toneladas ha⁻¹.

En la prueba realizada en maíz amarillo duro EXP-05, se puede observar que el fraccionamiento de fertilización sobre el rendimiento no muestra diferencia estadística significativa.

El fraccionamiento de fertilización nitrogenada en 3 partes, divididos de forma (20/40/40%), muestra un rendimiento en grano de 10.299 toneladas ha^{-1} superior al tratamiento con fraccionamiento en 2 partes (50/50%) con rendimiento 10.087 toneladas ha^{-1} , observándose una diferencia de 0.212 toneladas ha^{-1} , equivalente a 212 Kg ha^{-1} de rendimiento en grano según muestra el gráfico 4.



Gráfico 4. Efecto del fraccionamiento de fertilización sobre el rendimiento en grano (t ha^{-1}) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

4.2 ALTURA DE PLANTA.

Según el análisis de varianza (ANVA) tabla 8, no se encontró significación estadística para bloques, densidad de siembra (D), fraccionamiento de fertilización (F), dosis de abonamiento (A) y las interacciones de primer orden densidad de siembra por fraccionamiento de abonamiento, densidad de siembra por dosis de abonamiento fraccionamiento de fertilización por dosis de abonamiento y la interacción de segundo orden densidad de siembra por fraccionamiento de fertilización y dosis de abonamiento.

El coeficiente de variabilidad fue de 3.58%

Tabla 8: Análisis de Variancia para altura de planta (m)

Fuente de Variación	g.l	SC	CM
Bloque	3	0.059	0.019
Densidad de Siembra (D)	1	0.008	0.008
Fraccionamiento de N (F)	1	0.023	0.023
Dosis Abonamiento (A)	2	0.029	0.015
DF	1	0.002	0.002
DA	2	0.008	0.004
FA	2	0.005	0.002
DFA	2	0.033	0.017
Error	33	0.399	0.012
Total	47	0.569	
C.V. = 3.58 %		Promedio general= 3.073	

* Significación al 5% de probabilidad

** Significación al 1% de probabilidad

En el gráfico 5 se observa el efecto de la densidad de siembra (D) en promedio de fraccionamiento de fertilización (F) y dosis de abonamiento (A), donde la densidad de siembra de 69 444 plantas ha⁻¹ (D2) muestra una altura de planta de 3.086 metros y es similar estadísticamente a la densidad de siembra (D1) con 3.059 metros.

En el experimento realizado no se observa una diferencia estadística significativa sobre la altura de planta en el maíz amarillo duro EXP-05, siendo la diferencia mínima en altura de

planta (0.027 metros) para las diferentes densidades, El maíz amarillo duro EXP-05 no es afectado en altura de planta frente a las densidades de siembra aplicadas de 62 500 plantas ha⁻¹ y 69 444 plantas ha⁻¹ como se muestra en el gráfico 5.

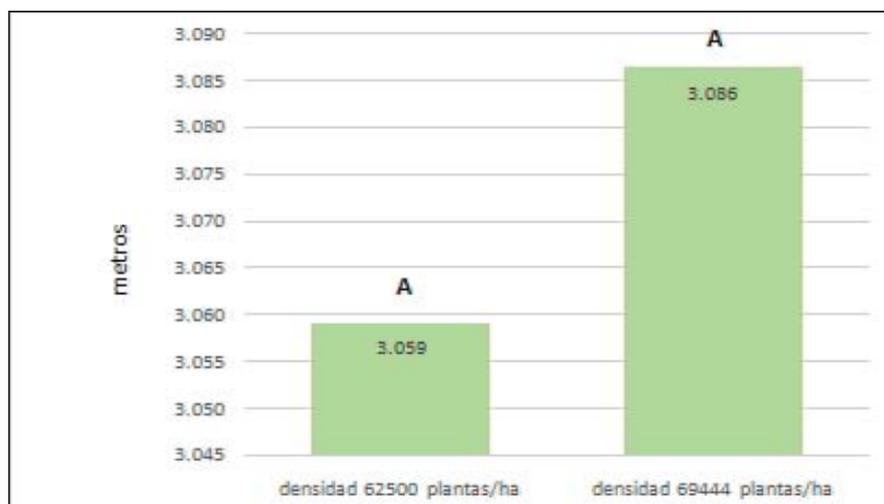


Gráfico 5. Efecto de la densidad de siembra sobre la altura de planta (m) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

En el gráfico 6, se observa el efecto del fraccionamiento de fertilización (F) en promedio de densidad de siembra (D) y dosis de abonamiento (A). El fraccionamiento de fertilización de 3 partes (F2) muestra una altura de 3.095 metros y es similar estadísticamente al fraccionamiento de fertilización de 2 partes (F1) con 3.051 metros.

En el experimento se muestra que la variable altura de planta no se ve afectada por el fraccionamiento de fertilización sea en 2 ó 3 partes, aún cuando al fraccionar el elemento nitrógeno en 3 partes se buscaba proveer a la planta con dicho elemento en los momentos de más demanda para su desarrollo, lo cual no causó efecto notable en el maíz amarillo duro EXP-05 frente a la variable altura de planta como muestra el gráfico 6.

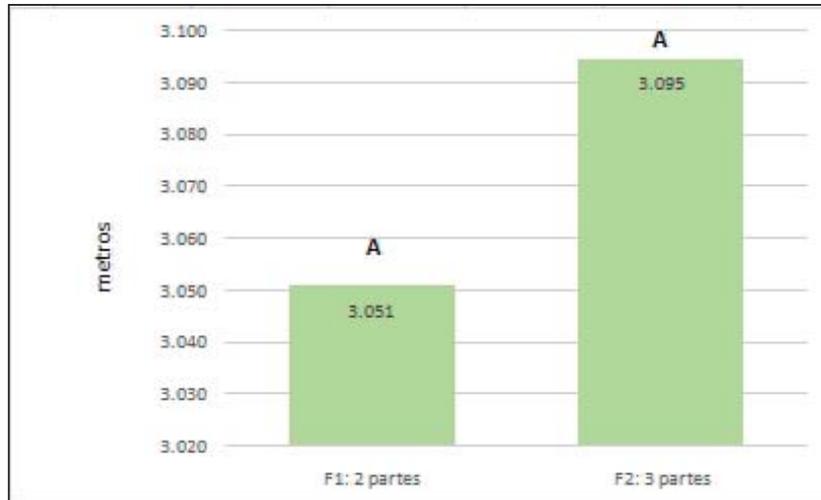


Gráfico 6. Efecto del fraccionamiento de fertilización sobre la altura planta (m) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

En el gráfico 7, se observa el efecto de la dosis de abonamiento (A) en promedio de densidad de siembra (D) y fraccionamiento de fertilización (F). La dosis de abonamiento de 200 Kg N ha⁻¹ (A2) presenta una altura de 3.095 metros, la dosis de abonamiento de 220 Kg N ha⁻¹ (A3) muestra una altura de 3.085 metros y finalmente con una dosis de abonamiento de 180 Kg N ha⁻¹ (A1) una altura de 3.038 metros, observándose que no presenta diferencia estadística significativa entre los tratamientos.

Al incrementar la cantidad de nitrógeno en 220 Kg ha⁻¹ como máxima dosis, no se obtuvo mayor desarrollo en altura de planta (3.085 metros), mostrando un desarrollo mayor al anterior con una dosis de 200 Kg ha⁻¹ (3.095 metros), con lo cual se puede mencionar que el incremento en dosis de abonamiento nitrogenado superior a las dosis presentadas no tendría mayor resultado en el maíz amarillo duro EXP-05 frente a la variable altura de planta.

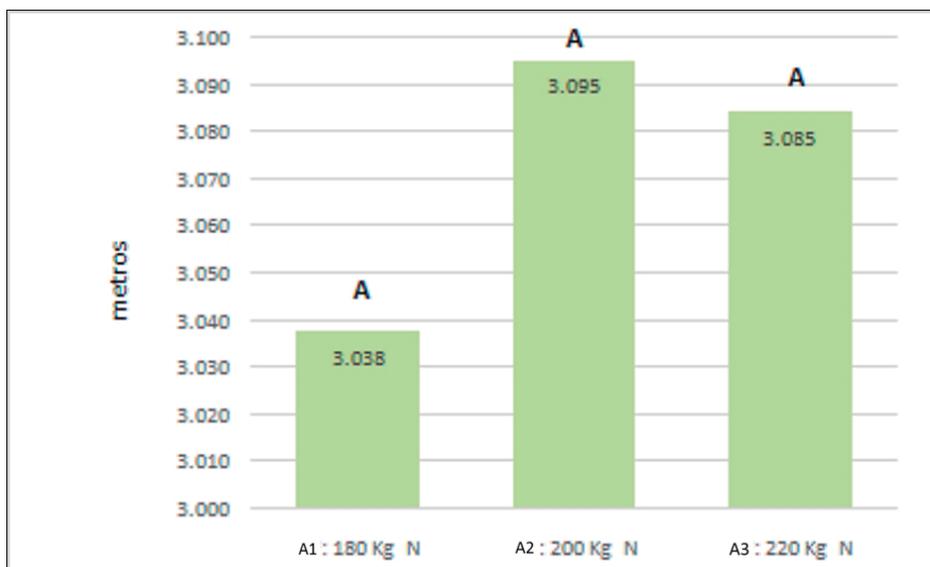


Gráfico 7. Efecto de la dosis de abonamiento sobre la altura de planta (m) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

4.3 ALTURA DE MAZORCA.

Según el análisis de varianza (ANVA) tabla 9, no se encontró significación estadística para bloques, densidad de siembra (D), fraccionamiento de fertilización (F), dosis de abonamiento (A) y las interacciones de primer orden densidad de siembra por fraccionamiento de fertilización, densidad de siembra por dosis de abonamiento, fraccionamiento de fertilización por dosis de abonamiento y la interacción de segundo orden densidad de siembra por fraccionamiento de fertilización y dosis de abonamiento.

El coeficiente de variabilidad fue de 6.229 %

Tabla 9: Análisis de Variancia para altura mazorca (m)

Fuente de Variación	g.l	SC	CM
Bloque	3	0.060	0.020
Densidad de Siembra (D)	1	0.027	0.027
Fraccionamiento de N (F)	1	0.006	0.006
Dosis Abonamiento (A)	2	0.045	0.022
DF	1	0.009	0.009
DA	2	0.007	0.004
FA	2	0.051	0.026
DFA	2	0.036	0.018
Error	33	0.512	0.016
Total	47	0.753	
C.V. = 6.229 %		Promedio general= 1.999	

* Significación al 5% de probabilidad

** Significación al 1% de probabilidad

En el gráfico 8, se observa el efecto de la densidad de siembra (D) en promedio de fraccionamiento de fertilización (F) y dosis de abonamiento (A). La densidad de siembra de 69 444 plantas ha⁻¹ (D2) muestra una altura de mazorca de 2.023 metros y es similar estadísticamente a la densidad de siembra de 62 500 plantas ha⁻¹ (D1) con 1.976 metros. Según el experimento la densidad de siembra en maíz amarillo duro EXP-05, no influye significativamente en la variable altura de mazorca, por lo cual se puede manejar una densidad variable respecto a las densidades presentadas en la prueba según el gráfico 8.

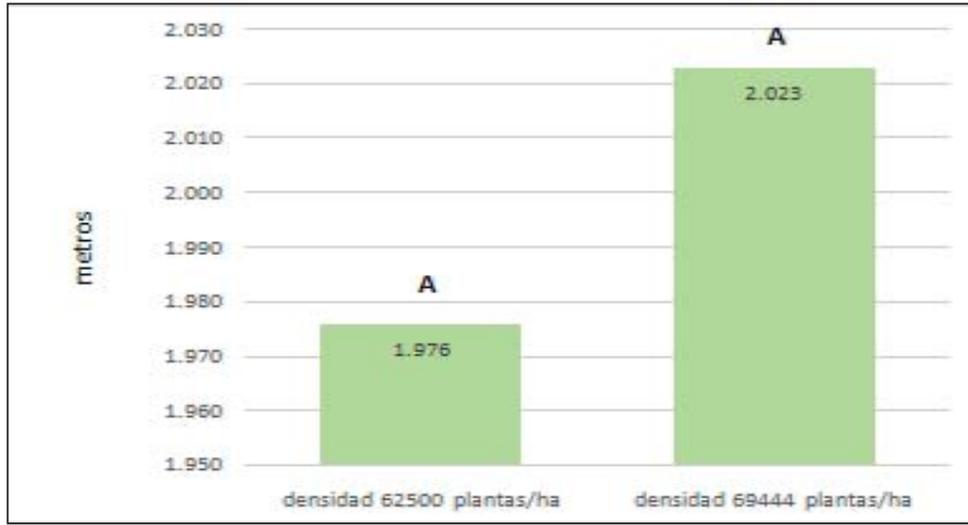


Gráfico 8. Efecto de la densidad de siembra sobre la altura de mazorca (m) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

En el gráfico 9, se observa el efecto del fraccionamiento de fertilización (F) en promedio de densidad de siembra (D) y dosis de abonamiento (A). El fraccionamiento de fertilización de 3 partes (F2) muestra una altura de mazorca de 2.011 metros y es similar estadísticamente al fraccionamiento de fertilización de 2 partes (F1) con 1.988 metros.



Gráfico 9. Efecto del fraccionamiento de fertilización sobre la altura de mazorca (m) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

En el gráfico 10, se observa el efecto de la dosis de abonamiento (A) en promedio de densidad de siembra (D) y fraccionamiento de fertilización (F). La dosis de abonamiento de 220 Kg N ha⁻¹ (A3) presenta una altura de mazorca de 2.025 metros, la dosis de abonamiento de 200 Kg N ha⁻¹ (A2) muestra una altura de mazorca de 2.016 metros y finalmente con una dosis de abonamiento (A1) de 180 Kg N ha⁻¹ una altura de 1.956 metros, observándose que no presenta diferencia estadística entre los tratamientos.

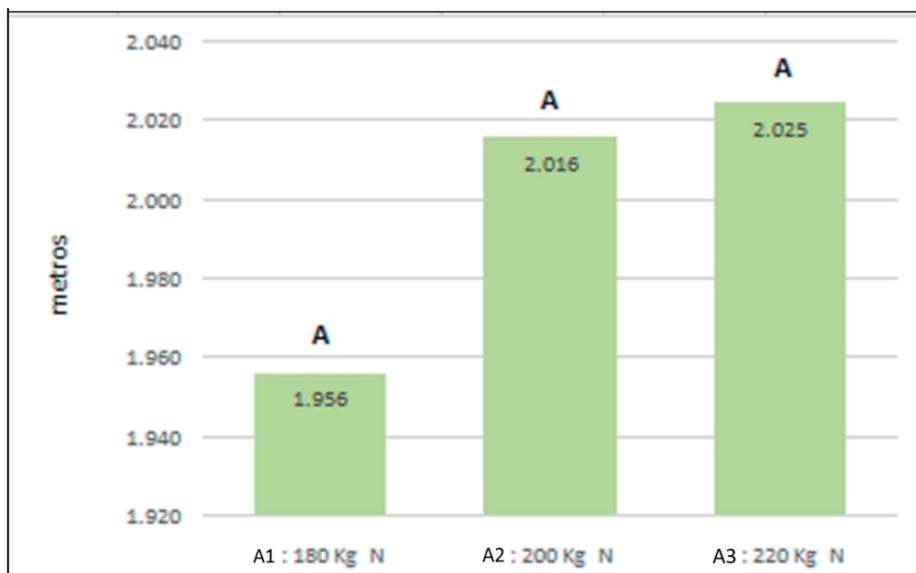


Gráfico 10. Efecto de la dosis de abonamiento sobre la altura de mazorca (m) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

4.4 DIÁMETRO DE TALLO.

Según el análisis de varianza (ANVA) tabla 10, si se encontró significación estadística para densidad de siembra (D), no se encontró significación estadística para fraccionamiento de fertilización (F), dosis de abonamiento (A) y las interacciones de primer orden densidad de siembra por fraccionamiento de fertilización, densidad de siembra por dosis de abonamiento, fraccionamiento de fertilización por dosis de abonamiento y la interacción de segundo orden densidad de siembra por fraccionamiento de fertilización y dosis de abonamiento.

El coeficiente de variabilidad fue de 4.594 %

Tabla 10: Análisis de Variancia para diámetro de tallo (cm)

Fuente de Variación	g.l	SC	CM
Bloque	3	0.277	0.092 **
Densidad de Siembra (D)	1	0.058	0.058 *
Fraccionamiento de N (F)	1	0.003	0.003
Dosis Abonamiento (A)	2	0.063	0.031
DF	1	0.008	0.008
DA	2	0.025	0.013
FA	2	0.014	0.007
DFA	2	0.018	0.009
Error	33	0.396	0.012
Total	47	0.862	
C.V. = 4.594 %		Promedio general= 2.384	

* Significación al 5% de probabilidad

** Significación al 1% de probabilidad

En el gráfico 11, se observa el efecto de la densidad de siembra (D) en promedio de fraccionamiento de fertilización (F) y dosis de abonamiento (A). La densidad de siembra de 62 500 plantas ha⁻¹ (D1) muestra un diámetro de tallo de 2.418 cm. con una diferencia significativa estadística superior a la densidad de siembra de 69 444 plantas ha⁻¹ (D2) con 2.349 cm.

En la variedad maíz Híbrido PM – 701, el parámetro diámetro de tallo con respecto a la densidad de siembra son altamente significativos, lográndose los mayores valores con la

densidad de 40 000 plantas ha⁻¹ y decreciendo en diámetro de tallo al llegar a la densidad de 85 000 plantas ha⁻¹ (Chaviguri, 1984).

Las bajas densidades afectan significativamente la captura de luz y, en consecuencia, el crecimiento del cultivo. Es por esto que el maíz presenta una notable respuesta al aumento de la densidad en términos de producción de biomasa (Cirilo, 1996).

Utilizando densidades altas, el diámetro de tallo era reducido significativamente (Palmer. 1971).

En el experimento, el mayor diámetro de tallo es atribuido a una menor densidad (62 500 plantas ha⁻¹), ya que a mayor competencia entre plantas cuando se siembran más juntas (69 444 plantas ha⁻¹), se refleja un menor diámetro de tallo, corroborando los resultados con la bibliografía mencionada, este resultado también es explicado por Chaviguri (1984), el incremento de la población de plantas produce un alargamiento de los entrenudos aumentando la altura de planta y altura de mazorca pero disminuyendo el diámetro de tallo, este efecto se conoce como “ahilado” de la planta, por lo que incrementa el riesgo de tumbada o quiebra de los tallos.

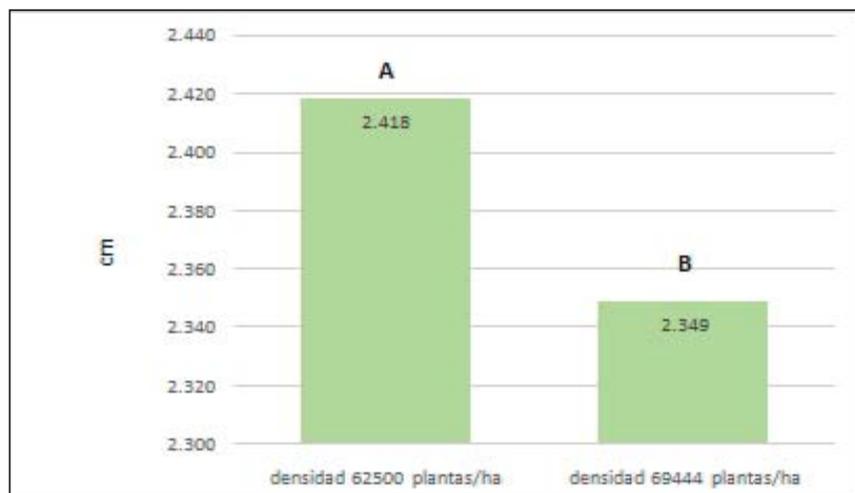


Gráfico 11. Efecto de la densidad de siembra sobre el diámetro de tallo (cm) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

En el gráfico 12, se observa el efecto del fraccionamiento de fertilización (F) en promedio de densidad de siembra (D) y dosis de abonamiento (A). El fraccionamiento de fertilización de 2 partes (F1) muestra un diámetro de tallo de 2.391 cm. y es similar estadísticamente al fraccionamiento de fertilización de 3 partes (F2) con 2.376 cm.

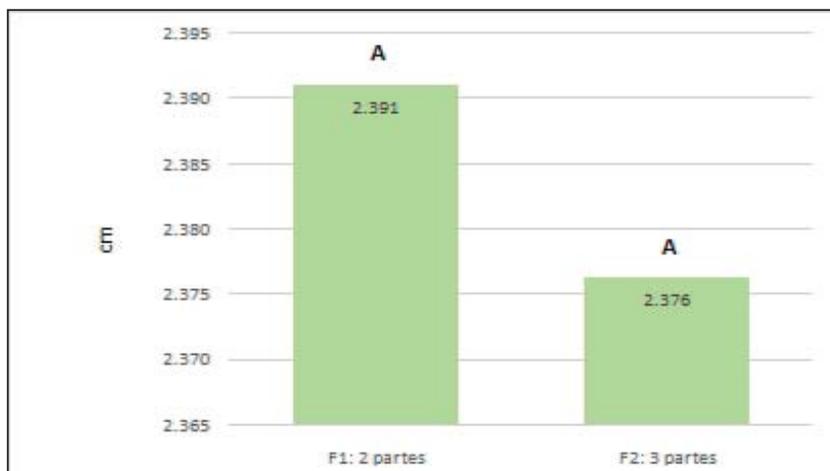


Gráfico 12. Efecto del fraccionamiento de fertilización sobre el diámetro de tallo (cm) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

En el gráfico 13, se observa el efecto de la dosis de abonamiento (A) en promedio de densidad de siembra (D) y fraccionamiento de fertilización (F). La dosis de abonamiento de 220 Kg N ha⁻¹ (A3) presenta un diámetro de tallo de 2.435 cm. la dosis de abonamiento de 180 Kg N ha⁻¹ (A1) muestra un diámetro de tallo de 2.362 cm. y finalmente con una dosis de abonamiento de 200 Kg N ha⁻¹ (A2) un diámetro de tallo de 2.354 cm. observándose que no presenta diferencia estadística entre los tratamientos.

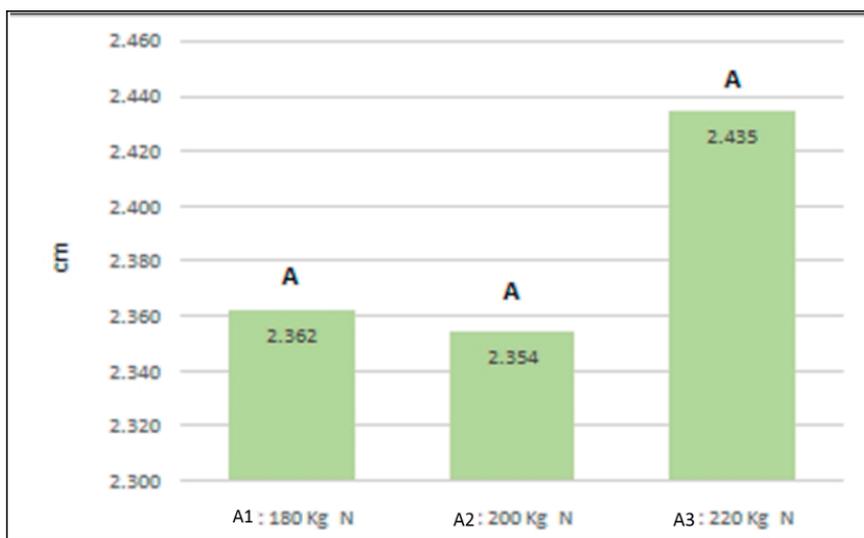


Gráfico 13. Efecto de la dosis de abonamiento sobre el diámetro de tallo (cm) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

4.5 DÍAS A LA FLORACIÓN FEMENINA.

Según el análisis de varianza (ANVA) tabla 11, no se encontró significación estadística para bloques, densidad de siembra (D), fraccionamiento de fertilización (F), dosis de abonamiento (A) y las interacciones de primer orden densidad de siembra por fraccionamiento de fertilización, densidad de siembra por dosis de abonamiento, fraccionamiento de fertilización por dosis de abonamiento y la interacción de segundo orden densidad de siembra por fraccionamiento de fertilización y dosis de abonamiento.

El coeficiente de variabilidad fue de 0.985 %.

Tabla 11: Análisis de Variancia para días a la floración femenina (días).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM
Bloque	3	3.563	1.188
Densidad de Siembra (D)	1	1.688	1.688
Fraccionamiento de N (F)	1	0.521	0.521
Dosis Abonamiento (A)	2	3.797	1.896
DF	1	0.186	0.186
DA	2	0.875	0.438
FA	2	0.292	0.146
DFA	2	4.875	2.438
Error	33	29.686	0.899
Total	47	45.479	
C.V. = 0.985%		Promedio general= 96.271	

* Significación al 5% de probabilidad

** Significación al 1% de probabilidad

En el gráfico 14, se observa el efecto de la densidad de siembra (D) en promedio de fraccionamiento de fertilización (F) y dosis de abonamiento (A). La densidad de siembra de 69 444 plantas ha⁻¹ (D2) muestra 96.458 días a la floración femenina y es similar estadísticamente a la densidad de siembra de 62 500 plantas ha⁻¹ (D1) con 96.083 días de floración femenina.

En densidades bajas, la reducción de la distancia entre surcos contribuye también a asegurar una mayor cobertura durante la floración (Andrade, 2002).

La variable días a la floración femenina sobre la densidad de siembra en maíz amarillo duro EXP-05 no presenta diferencia estadística significativa para poder concluir una preferencia de una densidad sobre la otra.

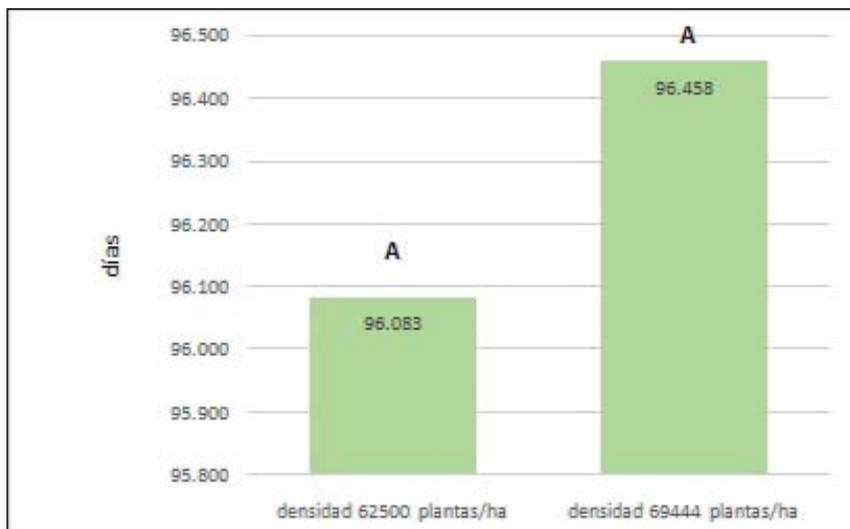


Gráfico 14. Efecto de la densidad de siembra sobre los días a la floración femenina y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

En el gráfico 15, se observa el efecto del fraccionamiento de fertilización nitrogenada (F) en promedio de densidad de siembra (D) y dosis de abonamiento (A). El fraccionamiento de fertilización de 3 partes (F2) muestra 96.375 días a la floración femenina y es similar estadísticamente al fraccionamiento de fertilización de 2 partes (F1) con 96.167 días de floración femenina.



Gráfico 15. Efecto del fraccionamiento de fertilización sobre los días a la floración femenina y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

En el gráfico 16, se observa el efecto de la dosis de abonamiento (A) en promedio de densidad de siembra (D) y fraccionamiento de fertilización (F). La dosis de abonamiento de 200 Kg N ha⁻¹ (A2) presenta 96.625 días a la floración femenina, la dosis de abonamiento de 180 Kg N ha⁻¹ (A1) muestra 96.250 días a la floración femenina y finalmente con una dosis de abonamiento de 220 Kg N ha⁻¹ (A3) presenta 95.938 días de floración femenina, observándose que no presenta diferencia estadística entre los tratamientos.

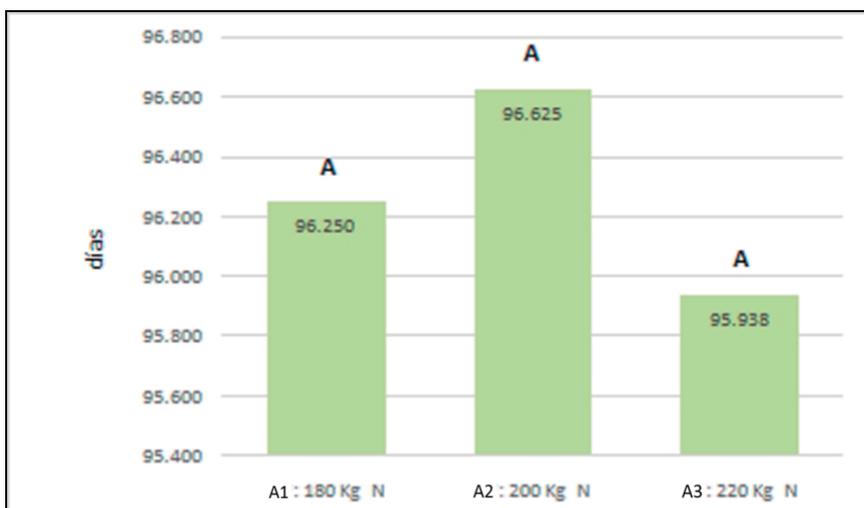


Gráfico 16. Efecto de la dosis de abonamiento sobre los días a la floración femenina y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

4.6 PESO DE GRANO DE LA MAZORCA.

Según el análisis de varianza (ANVA) tabla 12, no se encontró significación estadística para bloques, densidad de siembra (D), fraccionamiento de fertilización (F), dosis de abonamiento (A) y las interacciones de primer orden densidad de siembra por fraccionamiento de fertilización, densidad de siembra por dosis de abonamiento, fraccionamiento de fertilización por dosis de abonamiento y la interacción de segundo orden densidad de siembra por fraccionamiento de fertilización y dosis de abonamiento. El coeficiente de variabilidad fue de 9.053 %.

Tabla 12: Análisis de Variancia para el peso grano de la mazorca (g)

Fuente de Variación	g.l	SC	CM
Bloque	3	393.242	131.081
Densidad de Siembra (D)	1	44.275	44.275
Fraccionamiento de N (F)	1	0.200	0.200
Dosis Abonamiento (A)	2	702.225	351.113
DF	1	21.200	21.200
DA	2	74.763	37.381
FA	2	451.375	225.688
DFA	2	553.113	276.556
Error	33	9425.665	285.626
Total	47	11666.059	
C.V. = 9.053 %		Promedio general= 186.685	

* Significación al 5% de probabilidad

** Significación al 1% de probabilidad

En el gráfico 17, se observa el efecto de la densidad de siembra (D) en promedio de fraccionamiento de fertilización (F) y dosis de abonamiento (A). La densidad de siembra de 62 500 plantas ha⁻¹ (D1) muestra peso de grano de mazorca de 187.646 gramos y es similar estadísticamente a la densidad de siembra de 69 444 plantas ha⁻¹ (D2) con 185.725 gramos.

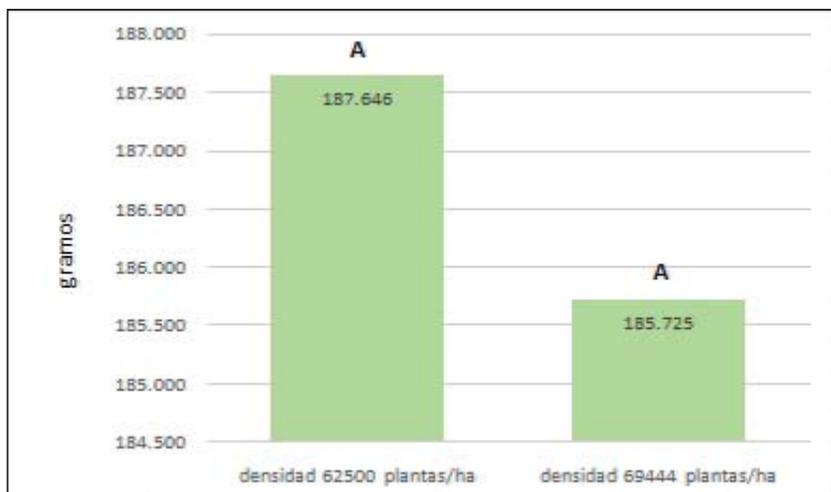


Gráfico 17. Efecto de la densidad de siembra sobre peso de grano de mazorca (gramos) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

En el gráfico 18, se observa el efecto del fraccionamiento de fertilización (F) en promedio de densidad de siembra (D) y dosis de abonamiento (A). El fraccionamiento de fertilización de 2 partes (F1) muestra un peso de granos de mazorca de 186.750 gramos y es similar estadísticamente al fraccionamiento de fertilización de 3 partes (F2) con 186.621 gramos.

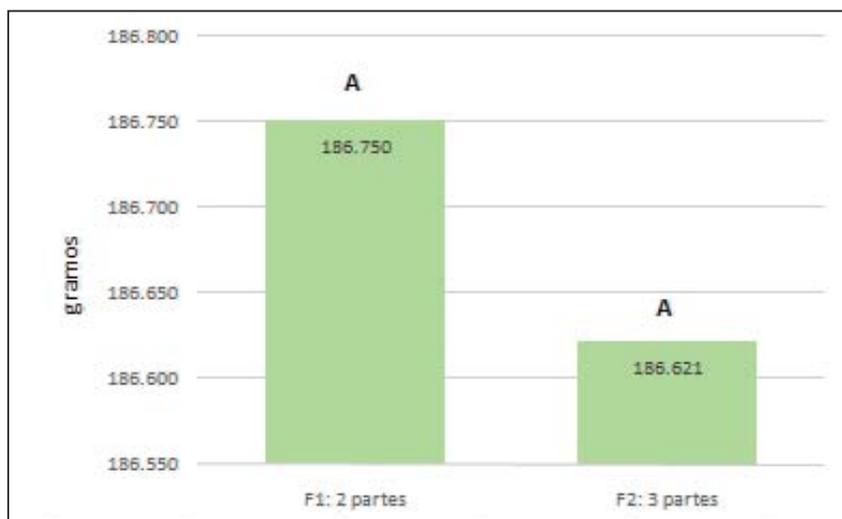


Gráfico 18. Efecto del fraccionamiento de fertilización sobre peso de grano de mazorca (gramos) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

En el gráfico 19, se observa el efecto de la dosis de abonamiento (A) en promedio de densidad de siembra (D) y fraccionamiento de fertilización (F). La dosis de abonamiento de 220 Kg N ha⁻¹ (A3) presenta un peso de granos de mazorca de 190.063 gramos, la dosis de abonamiento de 200 Kg N ha⁻¹ (A2) muestra un peso de granos de mazorca de 188.656 gramos y finalmente con una dosis de abonamiento de 180 Kg N ha⁻¹ (A1) un peso de mazorca de 181.338 gramos, observándose que no presenta diferencia estadística entre los tratamientos.

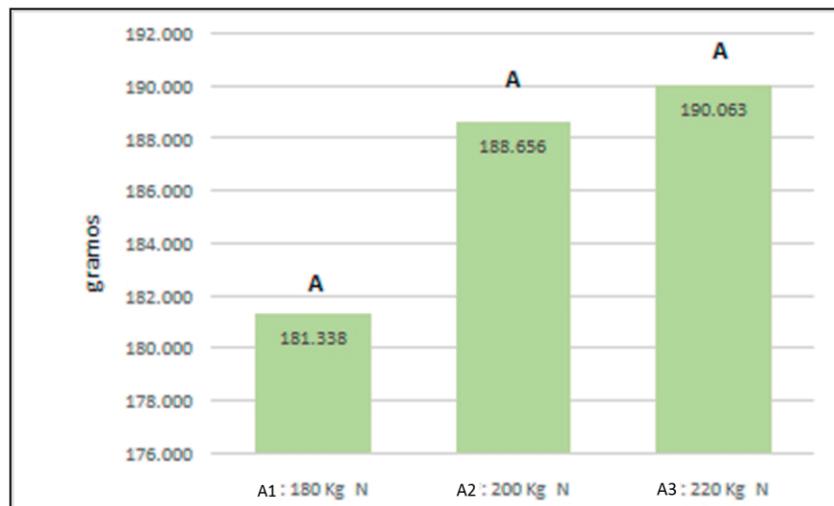


Gráfico 19. Efecto de la dosis de abonamiento sobre peso de granos de mazorca (gramos) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

4.7 PESO DE TUSA DE LA MAZORCA.

Según el análisis de varianza (ANVA) tabla 13, no se encontró significación estadística para bloques, densidad de siembra (D), fraccionamiento de fertilización (F), dosis de abonamiento (A) y las interacciones de primer orden densidad de siembra por fraccionamiento de fertilización, densidad de siembra por dosis de abonamiento, fraccionamiento de fertilización por dosis de abonamiento y la interacción de segundo orden densidad de siembra por fraccionamiento de fertilización y dosis de abonamiento.

El coeficiente de variabilidad fue de 9.935 %.

Tabla 13: Análisis de Variancia para peso de tusa (g)

Fuente de Variación	g.l	SC	CM
Bloque	3	22.334	7.445
Densidad de Siembra (D)	1	0.775	0.775
Fraccionamiento de N (F)	1	11.117	11.117
Dosis Abonamiento (A)	2	51.879	25.939
DF	1	11.117	11.117
DA	2	5.133	2.566
FA	2	19.066	9.533
DFA	2	1.329	0.664
Error	33	480.764	14.569
Total	47	603.513	
C.V. = 9.935 %		Promedio general= 38.419	

* Significación al 5% de probabilidad

** Significación al 1% de probabilidad

En el gráfico 20, se observa el efecto de la densidad de siembra (D) en promedio de fraccionamiento de fertilización (F) y dosis de abonamiento (A). La densidad de siembra de 62 500 plantas ha⁻¹ (D1) muestra un peso de tusa de 38.546 gramos y es similar estadísticamente a la densidad de siembra de 69 444 plantas ha⁻¹ (D2) con 38.292 gramos.

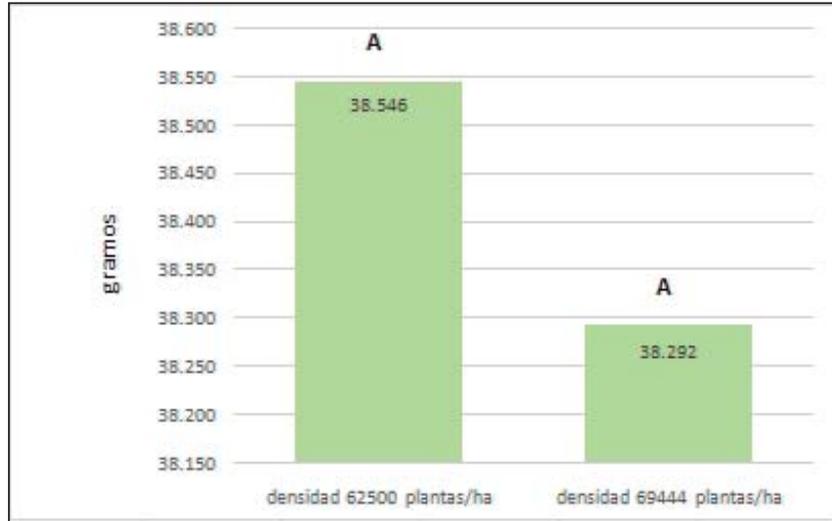


Gráfico 20. Efecto de la densidad de siembra sobre el peso de tusa (gramos) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

En el gráfico 21, se observa el efecto del fraccionamiento de fertilización (F) en promedio de densidad de siembra (D) y dosis de abonamiento (A). El fraccionamiento de fertilización de 3 partes (F2) muestra un peso de tusa de 38.900 gramos y es similar estadísticamente al fraccionamiento de fertilización de 2 partes (F1) con 37.938 gramos.

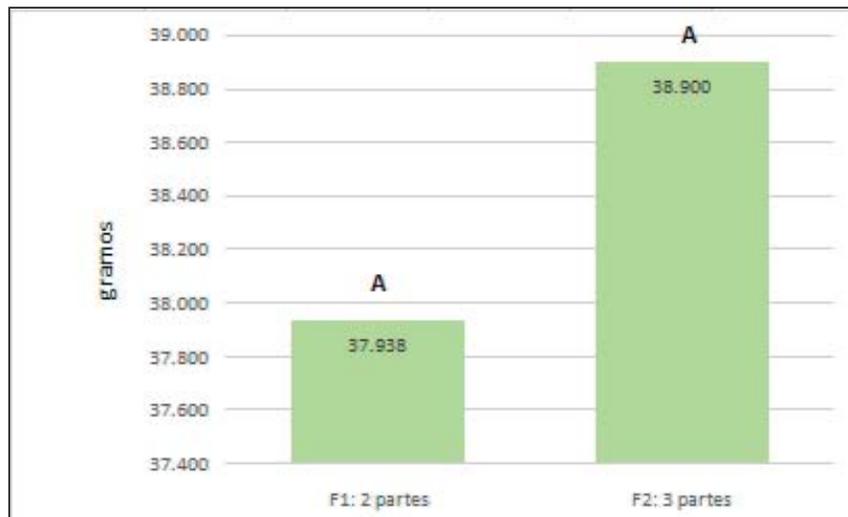


Gráfico 21. Efecto del fraccionamiento de fertilización sobre el peso de tusa (gramos) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

En el gráfico 22, se observa el efecto de la dosis de abonamiento (A) en promedio de densidad de siembra (D) y fraccionamiento de fertilización (F). La dosis de abonamiento de 200 Kg N ha⁻¹ (A2) presenta un peso de tusa de 39.725 gramos, la dosis de abonamiento de 220 Kg N ha⁻¹ (A3) muestra un peso de tusa de 38.350 gramos y finalmente con una dosis de abonamiento de 180 Kg N ha⁻¹ (A1) un peso de tusa de 37.181 gramos, observándose que no presenta diferencia estadística entre los tratamientos.

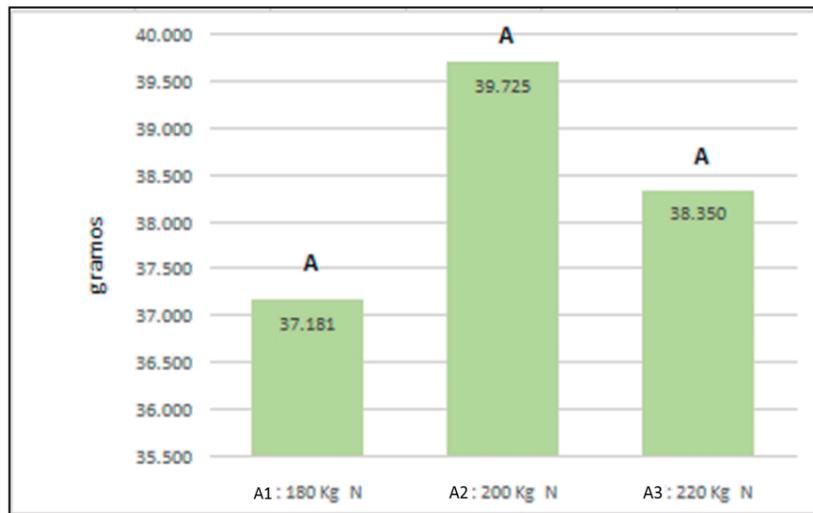


Gráfico 22. Efecto de la dosis de abonamiento sobre el peso de tusa (gramos) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

4.8 LONGITUD DE LA MAZORCA.

Según el análisis de varianza (ANVA) tabla 14, no se encontró significación estadística para bloques, densidad de siembra (D), fraccionamiento de fertilización (F), dosis de abonamiento (A) y las interacciones de primer orden densidad de siembra por fraccionamiento de fertilización, densidad de siembra por dosis de abonamiento, fraccionamiento de fertilización por dosis de abonamiento y la interacción de segundo orden densidad de siembra por fraccionamiento de fertilización y dosis de abonamiento.

El coeficiente de variabilidad fue de 3.882 %.

Tabla 14: Análisis de Variancia para longitud de mazorca (cm)

Fuente de Variación	g.l	SC	CM
Bloque	3	1.403	0.468
Densidad de Siembra (D)	1	0.727	0.727
Fraccionamiento de N (F)	1	0.192	0.192
Dosis Abonamiento (A)	2	0.013	0.006
DF	1	0.057	0.057
DA	2	0.046	0.023
FA	2	0.076	0.038
DFA	2	1.345	0.673
Error	33	14.869	0.451
Total	47	18.728	
C.V. = 3.882 %		Promedio general= 17.291	

* Significación al 5% de probabilidad

** Significación al 1% de probabilidad

En el gráfico 23, se observa el efecto de la densidad de siembra (D) en promedio de fraccionamiento de fertilización (F) y dosis de abonamiento (A). La densidad de siembra de 62 500 plantas ha⁻¹ (D1) muestra una longitud de mazorca de 17.414 cm y es similar estadísticamente a la densidad de siembra de 69 444 plantas ha⁻¹ (D2) con 17.168 cm.

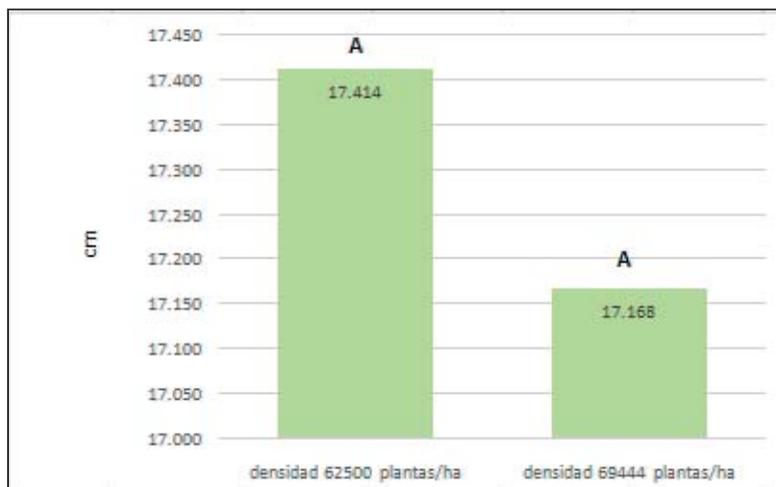


Gráfico 23. Efecto de la densidad de siembra sobre la longitud de mazorca (cm) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

En el gráfico 24, se observa el efecto de un fraccionamiento de fertilización (F) en promedio de densidad de siembra (D) y dosis de abonamiento (A). El fraccionamiento de fertilización de 3 partes (F2) muestra una longitud de mazorca de 17.354 cm y es similar estadísticamente al fraccionamiento de fertilización de 2 partes (F1) con 17.227 cm.

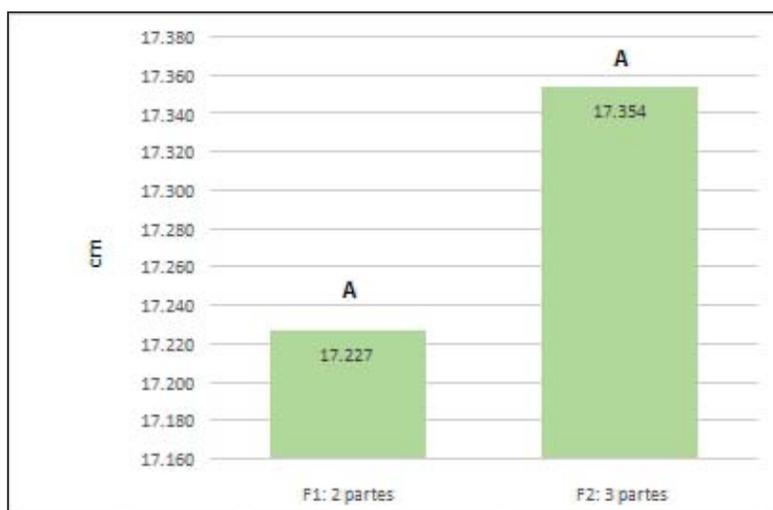


Gráfico 24. Efecto del fraccionamiento de fertilización sobre la longitud de mazorca (cm) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

En el gráfico 25, se observa el efecto de la dosis de abonamiento (A) en promedio de densidad de siembra (D) y fraccionamiento de fertilización (F). La dosis de abonamiento de 180 Kg N ha⁻¹ (A1) presenta una longitud de mazorca de 17.310 cm, la dosis de abonamiento de 200 Kg N ha⁻¹ (A2) muestra una longitud de mazorca de 17.293 cm y finalmente con una dosis de abonamiento de 220 Kg N ha⁻¹ (A3) una longitud de mazorca de 17.270 cm, observándose que no presenta diferencia estadística entre los tratamientos.

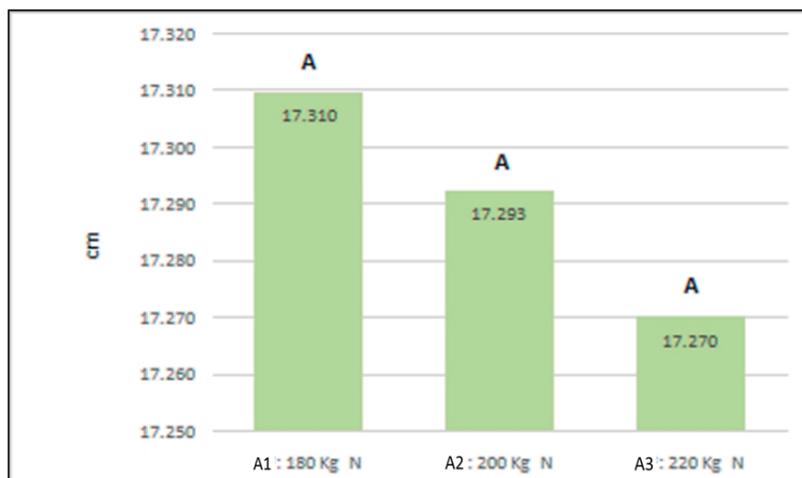


Gráfico 25. Efecto de la dosis de abonamiento sobre la longitud de mazorca (cm) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

4.9 DIÁMETRO DE LA MAZORCA.

Según el análisis de varianza (ANVA) tabla 15, no se encontró significación estadística para bloques, densidad de siembra (D), fraccionamiento de fertilización (F), dosis de abonamiento (A) y las interacciones de primer orden densidad de siembra por fraccionamiento de fertilización, densidad de siembra por dosis de abonamiento, fraccionamiento de fertilización por dosis de abonamiento y la interacción de segundo orden densidad de siembra por fraccionamiento de fertilización y dosis de abonamiento.

El coeficiente de variabilidad fue de 2.402 %.

Tabla 15: Análisis de Variancia para diámetro de mazorca (cm)

Fuente de Variación	g.l	SC	CM
Bloque	3	0.031	0.010
Densidad de Siembra (D)	1	0.014	0.014
Fraccionamiento de N (F)	1	0.008	0.008
Dosis Abonamiento (A)	2	0.016	0.008
DF	1	0.0004	0.0004
DA	2	0.021	0.010
FA	2	0.027	0.013
DFA	2	0.002	0.001
Error	33	0.499	0.015
Total	47	0.619	
C.V. = 2.402 %		Promedio general= 5.120	

* Significación al 5% de probabilidad

** Significación al 1% de probabilidad

En el gráfico 26, se observa el efecto de una densidad de siembra (D) en promedio de fraccionamiento de fertilización (F) y dosis de abonamiento (A). La densidad de siembra de 69 444 plantas ha⁻¹ (D2) muestra un diámetro de mazorca de 5.138 cm y es similar estadísticamente a la densidad de siembra de 62 500 plantas ha⁻¹ (D1) con 5.103 cm.

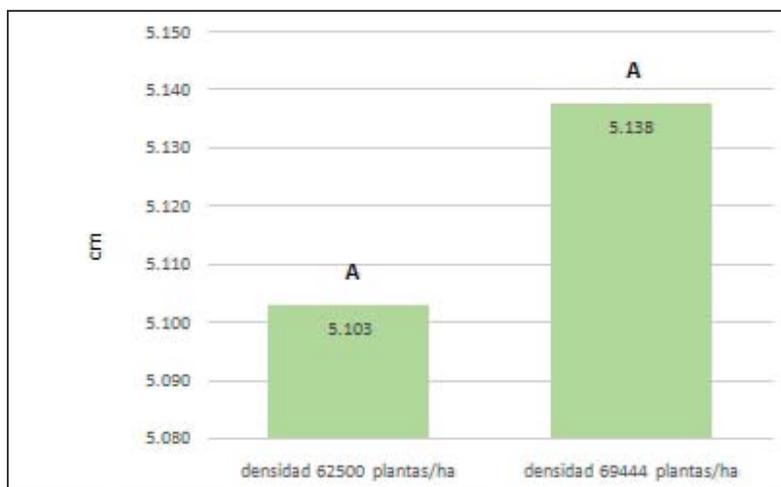


Gráfico 26. Efecto de la densidad de siembra sobre el diámetro de mazorca (cm) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

En el gráfico 27, se observa el efecto del fraccionamiento de fertilización (F) en promedio de densidad de siembra (D) y dosis de abonamiento (A). El fraccionamiento de fertilización de 3 partes (F2) muestra un diámetro de mazorca de 5.133 cm y es similar estadísticamente al fraccionamiento de fertilización de 2 partes (F1) con 5.107 cm.

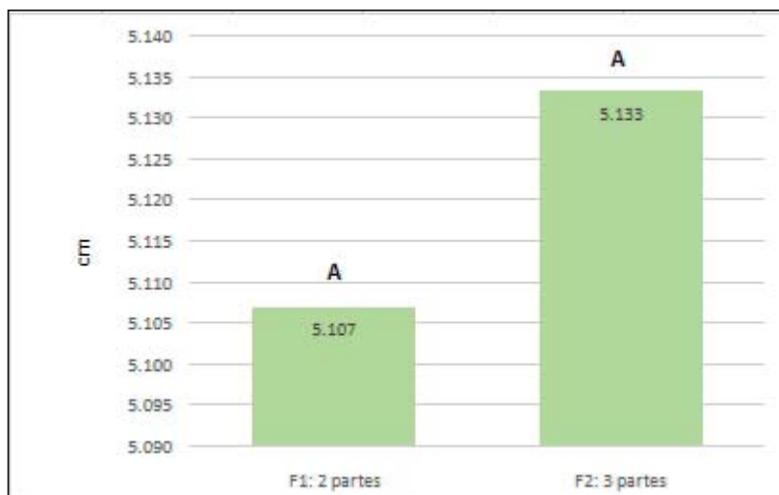


Gráfico 27. Efecto del fraccionamiento de fertilización sobre el diámetro de mazorca (cm) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

En el gráfico 28, se observa el efecto de la dosis de abonamiento (A) en promedio de densidad de siembra (D) y fraccionamiento de fertilización (F). La dosis de abonamiento de 180 Kg N ha⁻¹ (A1) presenta un diámetro de mazorca de 5.134 cm, la dosis de abonamiento de 220 Kg N ha⁻¹ (A3) muestra un diámetro de mazorca de 5.133 cm y finalmente con una dosis de abonamiento de 200 Kg N ha⁻¹ (A2) un diámetro de mazorca de 5.094 cm, observándose que no presenta diferencia estadística entre los tratamientos.

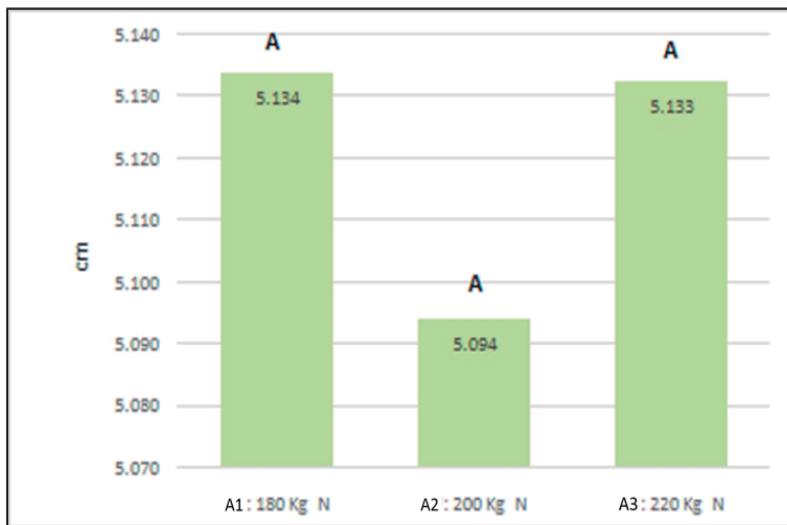


Gráfico 28. Efecto de la dosis de abonamiento sobre el diámetro de mazorca (cm) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

4.10 NÚMERO DE HILERAS DE LA MAZORCA.

Según el análisis de varianza (ANVA) tabla 16, no se encontró significancia estadística para la interacción de primer orden fraccionamiento de fertilización (F) por dosis de abonamiento (A), no se encontró significación estadística para densidad de siembra (D), fraccionamiento de fertilización (F), dosis de abonamiento (A) y las interacciones de primer orden densidad de siembra por fraccionamiento de fertilización, densidad de siembra por dosis de abonamiento y la interacción de segundo orden densidad de siembra por fraccionamiento de fertilización y dosis de abonamiento.

El coeficiente de variabilidad fue de 3.542 %.

Tabla 16: Análisis de Variancia para número de hileras de mazorca

Fuente de Variación	g.l	SC	CM
Bloque	3	2.563	0.854*
Densidad de Siembra (D)	1	0.021	0.021
Fraccionamiento de N (F)	1	0.521	0.521
Dosis Abonamiento (A)	2	0.125	0.063
DF	1	0.021	0.021
DA	2	0.541	0.271
FA	2	1.542	0.771
DFA	2	1.291	0.646
Error	33	8.188	0.248
Total	47	14.813	
C.V. = 3.542 %		Promedio general= 14.063	

* Significación al 5% de probabilidad

** Significación al 1% de probabilidad

En el gráfico 29 se observa el efecto de la densidad de siembra (D) en promedio de fraccionamiento de fertilización (F) y dosis de abonamiento (A), en donde la densidad de siembra de 69 444 plantas ha⁻¹ (D2) muestra un número de hileras de mazorca de 14.083 y es similar estadísticamente a la densidad de siembra (D1) con 14.042 hileras en la mazorca.

En el experimento realizado no se observa una diferencia estadística significativa sobre el número de hileras de la mazorca en el maíz amarillo duro EXP-05, siendo la diferencia mínima en número de hileras (0.041 hileras de mazorca) para las diferentes densidades, El maíz amarillo duro EXP-05 no es afectado en el número de hileras de mazorca frente a las densidades de siembra aplicadas de 62 500 plantas ha⁻¹ y 69 444 plantas ha⁻¹ como se muestra en el gráfico 29.

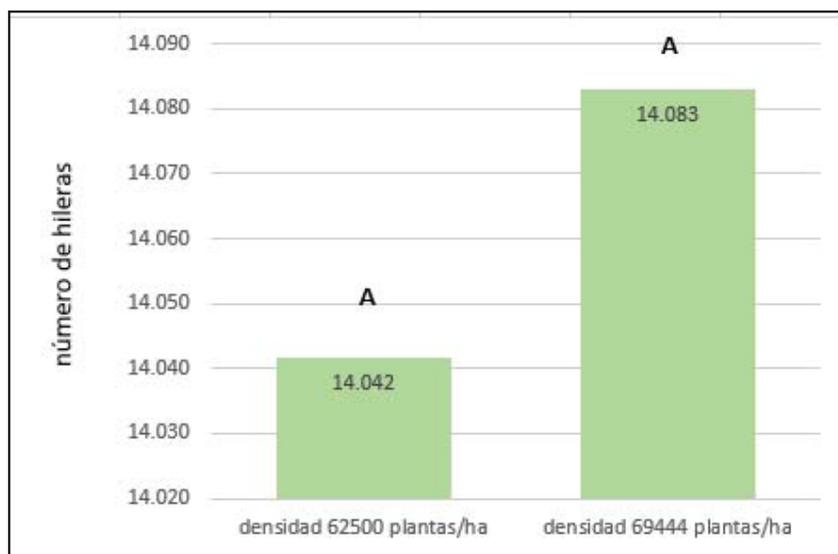


Gráfico 29. Efecto de la densidad de siembra sobre el número de hileras de la mazorca y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

En el gráfico 30, se observa el efecto del fraccionamiento de fertilización (F) en promedio de densidad de siembra (D) y dosis de abonamiento (A). El fraccionamiento de fertilización de 2 partes (F1) muestra un número de hileras de la mazorca de 14.166 y es similar estadísticamente al fraccionamiento de fertilización de 3 partes (F2) con 13.958 hileras de mazorca.

En el experimento se muestra que la variable número de hileras de mazorca no se ve afectada por el fraccionamiento de fertilización sea en 2 ó 3 partes, siendo un resultado esperado, pues la tercera partición de fertilización nitrogenada, no tendría efecto alguno en el número de hileras de la mazorca debido al estado fenológico en el que se encontraba (V12), donde el número de hileras de la mazorca estaban definidas.

Anticipando este resultado se realizó dicha evaluación con la finalidad de cumplir con los tratamientos planteados.

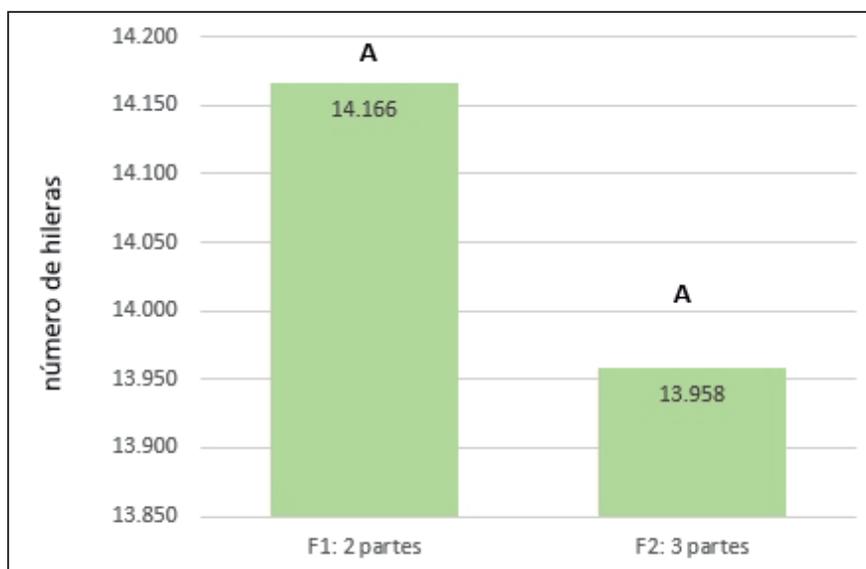


Gráfico 30. Efecto del fraccionamiento de fertilización sobre el número de hileras de la mazorca y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

En el gráfico 31, se observa el efecto de la dosis de abonamiento (A) en promedio de densidad de siembra (D) y fraccionamiento de fertilización (F) La dosis de abonamiento de 220 Kg N ha⁻¹ (A3) presenta número de hileras de mazorca de 14.125, la dosis de abonamiento de 200 Kg N ha⁻¹ (A2) muestra 14.063 hileras de la mazorca y finalmente con una dosis de abonamiento de 180 Kg N ha⁻¹ (A1) unas 14.000 hileras de la mazorca, observándose que no presenta diferencia estadística significativa entre los tratamientos.

Al incrementar la cantidad de nitrógeno en 220 Kg de N ha⁻¹ como máxima dosis, no se obtuvo una diferencia estadística significativa, comparada con las dosis anteriores de 180 Kg de N ha⁻¹ y 200 Kg de N ha⁻¹, con lo cual se puede mencionar que el incremento en dosis de abonamiento nitrogenado superior a las dosis presentadas no tiene resultado frente a la variable número de hileras de la mazorca.

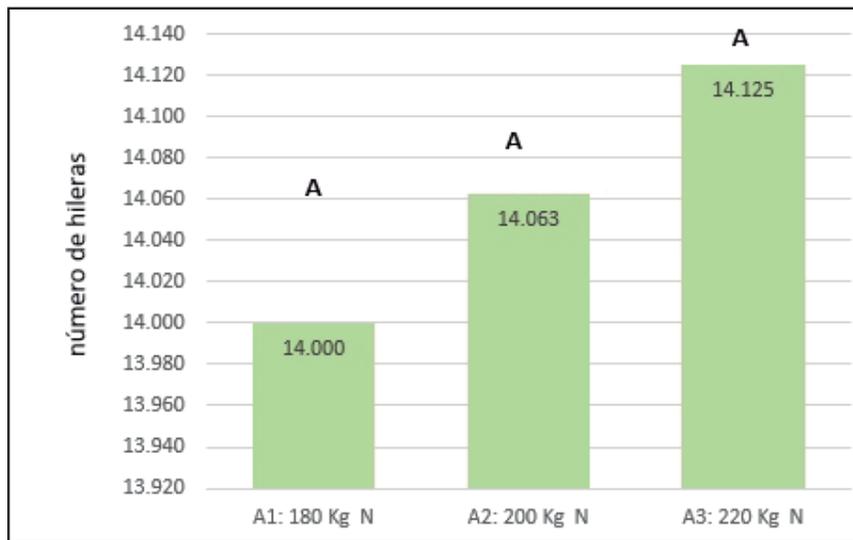


Gráfico 31. Efecto de la dosis de abonamiento sobre el número de hileras de la mazorca y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

4.11 NÚMERO DE GRANOS POR HILERA DE LA MAZORCA.

Según el análisis de varianza (ANVA) tabla 17, no se encontró significación estadística para bloques, densidad de siembra (D), fraccionamiento de fertilización (F), dosis de abonamiento (A) y las interacciones de primer orden densidad de siembra por fraccionamiento de fertilización, densidad de siembra por dosis de abonamiento, fraccionamiento de fertilización por dosis de abonamiento y la interacción de segundo orden densidad de siembra por fraccionamiento de fertilización y dosis de abonamiento.

El coeficiente de variabilidad fue de 3.668 %.

Tabla 17: Análisis de Variancia para número de granos por hilera de la mazorca

Fuente de Variación	g.l	SC	CM
Bloque	3	11.544	3.848
Densidad de Siembra (D)	1	2.210	2.210
Fraccionamiento de N (F)	1	0.200	0.200
Dosis Abonamiento (A)	2	0.474	0.237
DF	1	0.585	0.585
DA	2	3.280	1.640
FA	2	3.143	1.571
DFA	2	3.658	1.829
Error	33	52.329	1.586
Total	47	77.423	
C.V. = 3.668 %		Promedio general= 34.331	

* Significación al 5% de probabilidad

** Significación al 1% de probabilidad

En el gráfico 32, se observa el efecto de la densidad de siembra (D) en promedio de fraccionamiento de fertilización (F) y dosis de abonamiento (A). La densidad de siembra de 62 500 plantas ha⁻¹ (D1) muestra un número de granos por hilera de mazorca de 34.546 y es similar estadísticamente a la densidad de siembra de 69 444 plantas ha⁻¹ (D2) con 34.117 número de granos por hilera de mazorca.

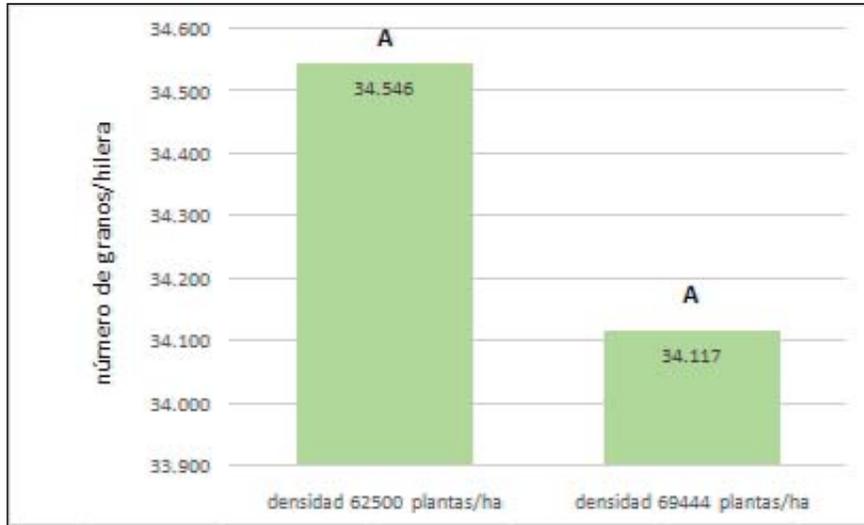


Gráfico 32. Efecto de la densidad de siembra sobre el número de granos por hilera de mazorca y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

En el gráfico 33, se observa el efecto del fraccionamiento de fertilización (F) en promedio de densidad de siembra (D) y dosis de abonamiento (A). El fraccionamiento de fertilización de 3 partes (F2) muestra un número de granos por hilera de mazorca de 34.396 y es similar estadísticamente al fraccionamiento de fertilización de 2 partes (F1) con 34.267 número de granos por hilera de mazorca.

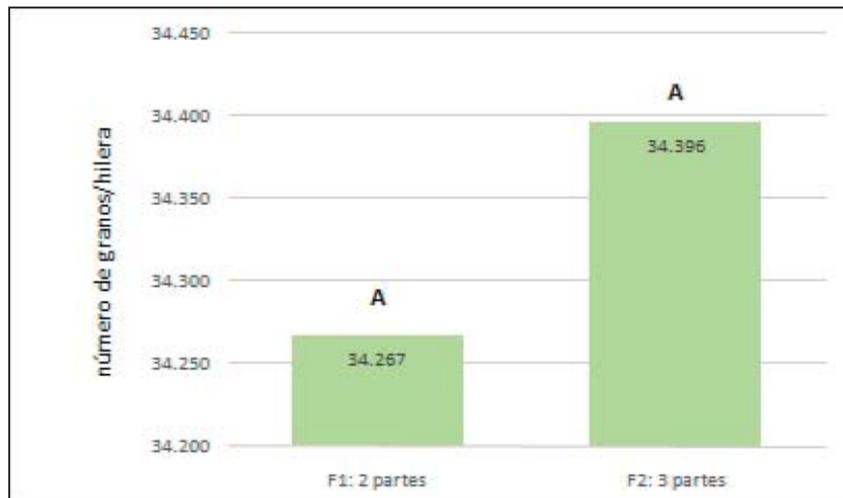


Gráfico 33. Efecto del fraccionamiento de fertilización sobre el número de granos por hilera de mazorca y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

En el gráfico 34, se observa el efecto de la dosis de abonamiento (A) en promedio de densidad de siembra (D) y fraccionamiento de fertilización (F). La dosis de abonamiento de 220 Kg N ha⁻¹ (A3) presenta un número de granos por hilera de mazorca de 34.469, la dosis de abonamiento de 200 Kg N ha⁻¹ (A2) muestra un número de granos por hilera de mazorca de 34.288 y finalmente con una dosis de abonamiento de 180 Kg N ha⁻¹ (A1) un número de granos por hilera de mazorca de 34.238, observándose que no presenta diferencia estadística entre los tratamientos.

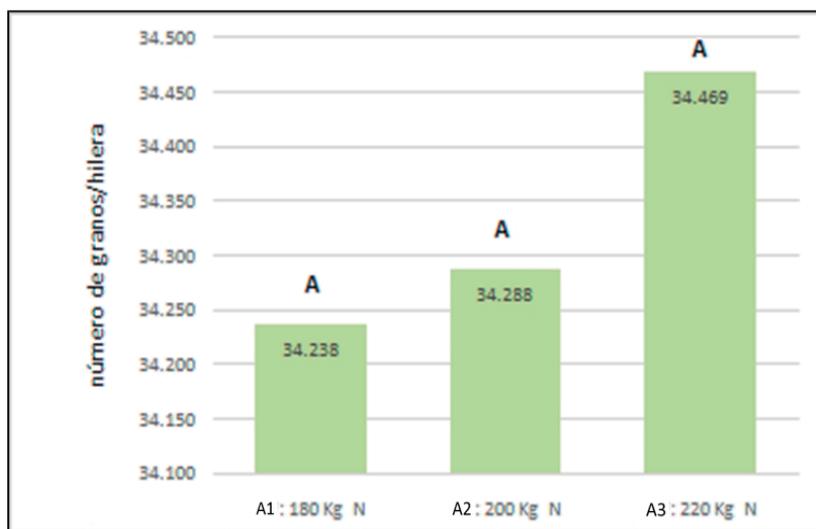


Gráfico 34. Efecto de la dosis de abonamiento sobre el número de granos por hilera de mazorca y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

4.12 PESO DE 100 GRANOS.

Según el análisis de varianza (ANVA) tabla 18, no se encontró significación estadística para bloques, densidad de siembra (D), fraccionamiento de fertilización (F), dosis de abonamiento (A) y las interacciones de primer orden densidad de siembra por fraccionamiento de fertilización, densidad de siembra por dosis de abonamiento, fraccionamiento de fertilización por dosis de abonamiento y la interacción de segundo orden densidad de siembra por fraccionamiento de fertilización y dosis de abonamiento.

El coeficiente de variabilidad fue de 5.598 %.

Tabla 18: Análisis de Variancia para el peso de 100 granos (g)

Fuente de Variación	g.l	SC	CM
Bloque	3	4.934	1.645
Densidad de Siembra (D)	1	3.384	3.384
Fraccionamiento de N (F)	1	0.066	0.066
Dosis Abonamiento (A)	2	0.842	0.421
DF	1	4.666	4.666
DA	2	1.105	0.553
FA	2	0.624	0.312
DFA	2	0.913	0.456
Error	33	165.369	5.011
Total	47	181.903	
C.V. = 5.598 %		Promedio general= 39.991	

* Significación al 5% de probabilidad

** Significación al 1% de probabilidad

En el gráfico 35, se observa el efecto de la densidad de siembra (D) en promedio de fraccionamiento de fertilización (F) y dosis de abonamiento (A). La densidad de siembra de 62500 plantas ha⁻¹ (D1) muestra un peso de 100 granos de maíz de 40.257 gramos y es similar estadísticamente a la densidad de siembra de 69444 plantas ha⁻¹ (D2) con 39.726 gramos.



Gráfico 35. Efecto de la densidad de siembra sobre el peso de 100 granos de mazorca (gramos) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

En el gráfico 36, se observa el efecto del fraccionamiento de fertilización (F) en promedio de densidad de siembra (D) y dosis de abonamiento (A). El fraccionamiento de fertilización de 3 partes (F2) muestra un peso de 100 granos de mazorca de 40.028 gramos y es similar estadísticamente al fraccionamiento de fertilización de 2 partes (F1) con 39.954 gramos.

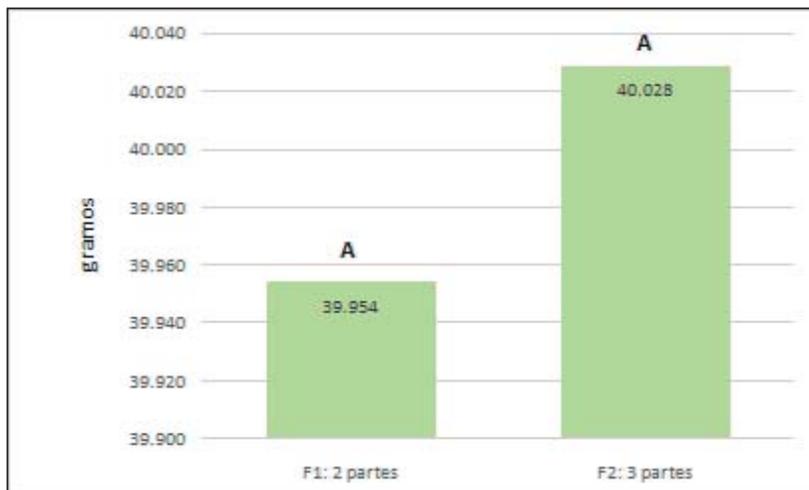


Gráfico 36. Efecto del fraccionamiento de fertilización sobre el peso de 100 granos de mazorca (gramos) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

En el gráfico 37, se observa el efecto de la dosis de abonamiento (A) en promedio de densidad de siembra (D) y fraccionamiento de fertilización (F). La dosis de abonamiento de 220 Kg N ha⁻¹ (A3) presenta un peso de 100 granos de mazorca de 40.118 gramos, la dosis de abonamiento de 180 Kg N ha⁻¹ (A1) muestra un peso de 100 granos de mazorca de 40.048 gramos y finalmente con una dosis de abonamiento de 200 Kg N ha⁻¹ (A2) un peso de 100 granos de mazorca de 39.808 gramos, observándose que no presenta diferencia estadística entre los tratamientos.

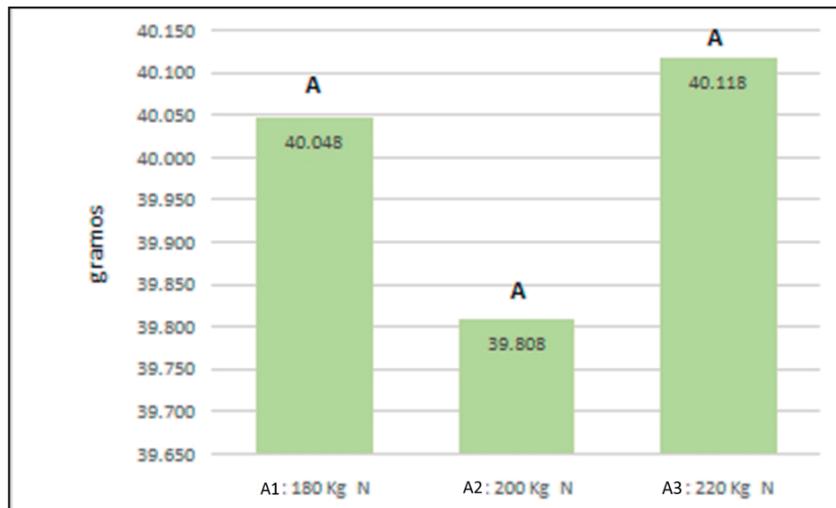


Gráfico 37. Efecto de la dosis de abonamiento sobre el peso de 100 granos de mazorca (gramos) y prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

V. CONCLUSIONES.

Para las condiciones en las cuales se desarrolló el presente trabajo experimental y en función a los resultados obtenidos podemos concluir:

1. En todas las variables estudiadas no se encontró significación estadística para las interacciones de primer y segundo orden con los factores estudiados.
2. El mayor rendimiento se obtuvo con la dosis de 200 kg ha⁻¹ de nitrógeno alcanzando 10.639 t ha⁻¹ con la combinación de una densidad de 69 444 plantas ha⁻¹ y un fraccionamiento de fertilización nitrogenada en 2 partes, siendo similar estadísticamente al rendimiento alcanzado por la dosis de 220 kg ha⁻¹ de nitrógeno con 10.407 t ha⁻¹ y una combinación de una densidad de 69 444 plantas ha⁻¹ y un fraccionamiento de fertilización nitrogenada en 3 partes.
3. El mayor diámetro de tallo alcanzó una medida de 2.418 cm logrado con la combinación de 62 500 plantas ha⁻¹, una dosis de abonamiento de 220 kg ha⁻¹ de nitrógeno y un fraccionamiento nitrogenado en 3 partes, mientras que el menor diámetro de tallo obtuvo 2.349 cm con una combinación de 69 444 plantas ha⁻¹, una dosis de abonamiento de 200 kg ha⁻¹ de nitrógeno y un fraccionamiento nitrogenado en 2 partes.
4. Los resultados merecen confianza pues sus coeficientes de variabilidad son bajos.

VI. RECOMENDACIONES.

- Para una referencia notoria se podría realizar el experimento y compararlo con otra variedad de Maíz y poder tener referencia de sus ventajas en el desarrollo.
- Repetir el experimento, ahora con la interacción de otros elementos como P y K, para ver la incidencia en el desarrollo del cultivo de Maíz EXP – 05.
- Efectuar este tipo de trabajo utilizando otros métodos de fertilización.

VII. BIBLIOGRAFIA.

1. Arnon, I. 1972. Crop production in dry regions. Leonard Hill Books London II.
2. Andrade F. H, 2002 Kemel number determination in maize. Crop Sci 453 pp.
3. Bartonili, R. 1989. "El Maíz". Edic. Mundi - prensa. Segunda edición, Madrid – España. 280 pp.
4. Barnett, J. 1980. Como se desarrolla una planta de maíz. CIMMYT pág. 101 -105. México. 118 pág.
5. Bianchini, A., Magnelli, M.E., y otros.2002. Diagnóstico de fertilización nitrogenada para el maíz en siembra directa. (artículo científico). Córdoba – España.
6. Bertran, C. 1962. Nutrición de las plantas y fertilización en el Perú. S.C.P.A., V.D.K., Misión de los Andes. 117 pp.
7. Black, C. A. 1975 "Relaciones suelo planta". Tomo II. Editorial Hemisferio Sur. México. 445 – 456 pp.
8. Cirilo, A. G. 2004. Manejo de la Densidad y Distancia entre Surcos en Maíz. Revista de Tecnología Agropecuaria. 5 (14): 128 – 133.
9. Cirilo, A. G. 1996. Ecofisiología del cultivo de Maíz. Buenos Aires. 280 pp.
10. Chaviguri Quintanilla, J. 1984. Efecto de 4 niveles de abonamiento Nitrogenado y 4 Densidades de Siembra en el Maíz Híbrido PM – 701 en la Costa Central. Universidad Nacional Agraria La Molina. Tesis.
11. Ducanes, A. 1984 Nitrogen fertilization and plant population on yield and quality of sweet corn (*Zea mays* L.) College Laguna (Philippines). Jun 1984. 55pp.

12. Fassbender H. 1978 – Química de Suelos.
13. Gruneberg F. M. 1959. Nutrición y fertilización del Maíz. VERLAGSGESELLSCHAFT Fur Ackerban MBH, boletín verde N° 09 – 46 pp.
14. Hurtado, L. 1979. Efecto del régimen de riego y de la fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz híbrido PM-204. U.N.A.L.M. Tesis Ing. Agrónomo.
15. Instituto de la Potasa y Fósforo 1997. Manual Internacional de Fertilidad de Suelos.
16. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Tecnología en Maíz – 2015 (<http://www.inia.gob.pe/tecnologias/cultivos/132-cat-tecnologias/cultivos/395-tecnologia-en-maiz>).
17. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Producción de Maíz en el Perú – 2015 - (<http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-n039-2015-inei.pdf>).
18. INIA, Ministerio de Agricultura. Agosto 2015
2015 - (<http://www.inia.gob.pe/maiz/justificacion.htm>)
19. INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) datos de maíz de los años 2013, 2014 y 2015.
20. Importación de Maíz Amarillo duro – 2014, Agencia agraria de noticias. (<http://agraria.pe/noticias/importacion-de-maiz-amarillo-duro-crecio-19-7751>).
21. Jacob, A. y Von Vexkull, H. 1964. Fertilización, nutrición y abonamiento de los cultivos tropicales y subtropicales. Hannover, VERLAGSGESELLSCHAFT Fur Ackerban MBH. 2da. Ed. Española. 626 pp.
22. Shimshi, D. 1969. Interaction between irrigation and plant nutrition, Israel. 111 – 120 pp.

23. Maíz amarillo duro, avicultura y porcicultura, Boletín 1 – Octubre 2004 (Ministerio de Agricultura – Dirección General de Promoción Agraria)
24. Maíz amarillo duro Perú, importaciones en Julio 2015, Agrodata-Peru – (<http://www.agrodataperu.com/2015/08/maiz-amarillo-duro-peru-importacion-julio-2015.html>).
25. Marschnner H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants.
26. Mengel K. and Kirkby E. 2000, Principles of Plant Nutrition.
27. Miller K. 1967, Nutrición vegetal, Acción del Nitrógeno en las plantas.
28. MINAG – OEEE, 2013. Ministerio de Agricultura y la Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos, Copelación de superficie nacional de campañas agrícolas en el Perú – 2013.
29. MINAM-PERU, 2011. notas de prensa- producción de maíz amarillo duro en el Perú.
30. Nava, G.; Dechen, A.; Iuchi, V. 2007. Produção de tubérculos de batata-semente em função das adubações nitrogenada, fosfatada e potássica. Horticultura Brasileira, v. 25, 365 – 370 p.
31. Navarro, S. 2003. Química Agrícola. El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida de la planta. 488 p.
32. Noriega V. 1992. “Siembra y abonamiento del maíz amarillo duro”. Primera edición. Folleto divulgativo – Proyecto TTA. Lima Perú.
33. OIA – MINAG, 2000. Compendio Estadístico Agrario 2000, Producción Agrícola 1995 – 2000 y Estadística Agrícola Trimestral 2000.
34. Palmer, A, F. 1971. “Cuarta conferencia sobre Mejoramiento de Maíz en la Zona Andina”. Programa de Agronomía y Fisiología del CIMMYT. ICA-CIAT. Palmira Colombia.

35. Portal Agrario – Producción de Maíz en el Perú - 2013
2013 - (http://www.portalagrario.gob.pe/agricola/maiz_produccion.shtml)
36. Sánchez C. 2003. Cultivo y comercialización de la papa. Colección granja y negocios. 135p.
37. Squire, G.R. 1990. The physiology of tropical crop production. Oxon, UK, CAB International, 236 p.
38. Valdez, L.I. 1971. Estudio del efecto de distancias poblaciones en plantas de maíz obtenidos al variar el distanciamiento entre surcos y entre golpes sobre el rendimiento bajo diferentes niveles de abonamiento. Anales científicos N° 1 - 2.
39. Vega Yupanqui, Jorge L. 1997. Efectos de los abonos foliares stoller como complemento al abonamiento normal al suelo sobre el cultivo de maíz híbrido PM 702 en el valle de Chancay. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima. Perú.
40. Villar Vera, Luis 1995. Manejo y conducción del cultivo de Maíz, Santa Fé Bogotá – Colombia. ET. Vol 2.

VIII. ANEXOS.

ANEXO II. Tablas de interpretación de análisis de suelos.

Textura		
Suelo	Textura	Clase Textural
Arenosos	Gruesa	Arena (gruesa, media, fina y muy fina)
		Arena franca (gruesa, media, fina y muy fina)
Francos	Moderadamente Gruesa	Franco arenosa gruesa
		Franco arenosa
		Franco arenosa fina
	Media	Franco arenosa muy fina
		Franca
		Franca limosa
		Limo
	Moderadamente Fina	Franco arcilloso
		Franco arcillo arenosa
Franco arcillo limosa		
Arcillosos	Fina	Arcillo arenosa
		Arcillo limosa
		Arcilla

Reacción del Suelo	
Término Descriptivo	Rango (pH)
Extremadamente ácida	< de 4.5
Muy fuertemente ácida	4.5 - 5.0
Fuertemente ácida	5.1 - 5.5
Moderadamente ácida	5.6 - 6.0
Ligeramente ácida	6.1 - 6.5
Neutra	6.6 - 7.3
Ligeramente alcalina	7.4 - 7.8
Moderadamente alcalina	7.9 - 8.4
Fuertemente alcalina	8.5 - 9.0
Muy fuertemente alcalina	> 9.0

Materia Orgánica	
Nivel	%
Bajo	< de 2
Medio	2 - 4
Alto	> de 4

Fósforo Disponible	
Nivel	ppm
Bajo	< de 7
Medio	7 a 14
Alto	> de 14

Potasio Disponible		
Nivel	ppm	K₂O (Kg / ha)
Bajo	< de 100	< de 300
Medio	100 a 200	300 a 600
Alto	> 200	> 600

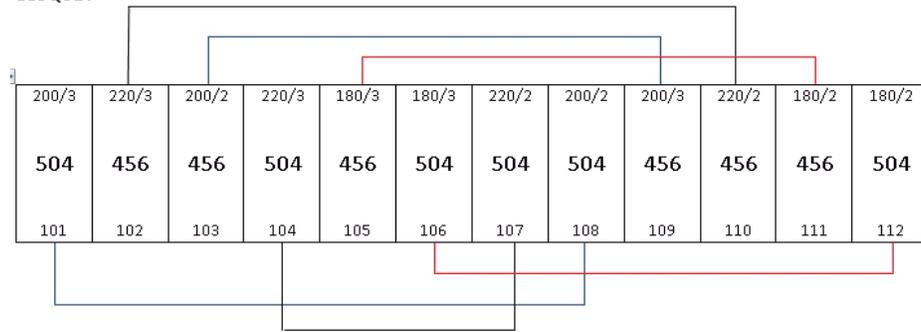
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	
Nivel	Cmol (+) kg-1
Muy Bajo	> de 5
Bajo	5 – 10
Medio	10 – 15
Alto	15 – 22
Muy Alto	> de 22

Calcáreo Total (CaCO₃) %	
Bajo	Menor de 1
Medio	1 – 2
Alto	2 - 5
Muy Alto	Más de 5

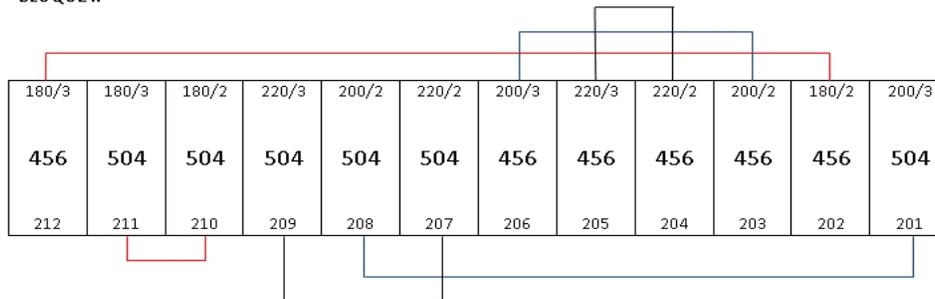
Saturación de Bases (%)	
Bajo	Menor de 35
Medio	35 – 80
Alto	Mayor de 80

ANEXO III. Croquis del campo experimental.

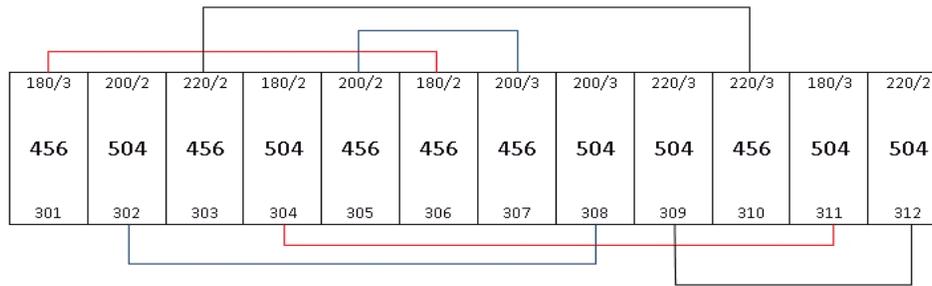
BLOQUE I



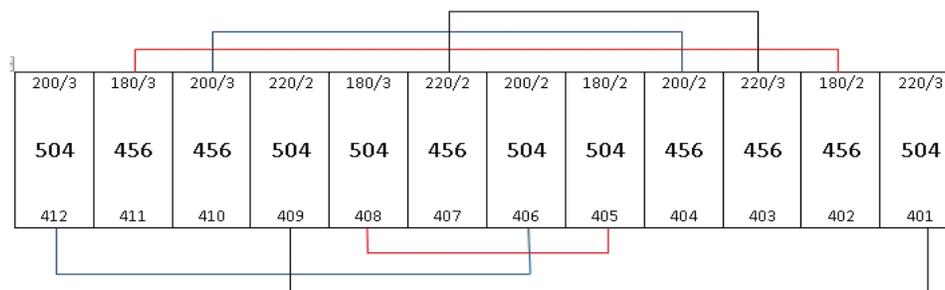
BLOQUE II



BLOQUE III



BLOQUE IV



DENSIDAD DE SIEMBRA : 504 y 456 plantas por parcela.

FRACCIONAMIENTO DE FERTILIZACION : 2 partes (50/50%), 3 partes (20/40/40%)

DOSIS DE ABONAMIENTO :

— 180 Kg de Nitrógeno por hectárea.

— 200 Kg de Nitrógeno por hectárea.

— 220 Kg de Nitrógeno por hectárea.

ANEXO IV. Cuadro de Aplicaciones realizadas en campo.

1er Abonamiento

densidad	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	1° Abonamiento.	Urea (46%N) Kg/4parc.	FDA (18%N- 46% P ₂ O ₅ , Kg/4parc.	Cloruro de Potasio. (60%K ₂ O) Kg/4parc.	Aplic. g/golpe urea	Aplic. g/golpe FDA	Aplic. g/golpe Cloruro de Potasio.	Mezcla / dosis	
												Kg/4 parcelas.	g/golpe
Densidad 1 456	111	202	306	402	90/90/80	1.65	2.7	1.84	3.61	5.93	4.04	6.19	13.58
	105	212	301	411	36/90/80	0.03	2.7	1.84	0.05	5.93	4.04	4.57	10.02
	103	203	305	404	100/90/80	1.95	2.7	1.84	4.27	5.93	4.04	6.49	14.24
	109	206	307	410	40/90/80	0.15	2.7	1.84	0.32	5.93	4.04	4.69	10.29
	110	204	303	407	110/90/80	2.25	2.7	1.84	4.93	5.93	4.04	6.79	14.9
	102	205	310	403	44/90/80	0.26	2.7	1.84	0.58	5.93	4.04	4.8	10.55
Densidad 2 504	112	210	304	405	90/90/80	1.65	2.7	1.84	3.27	5.37	3.66	6.19	12.3
	106	211	311	408	36/90/80	0.03	2.7	1.84	0.05	5.37	3.66	4.57	9.08
	108	208	302	406	100/90/80	1.95	2.7	1.84	3.86	5.37	3.66	6.49	12.89
	101	201	308	412	40/90/80	0.15	2.7	1.84	0.29	5.37	3.66	4.69	9.31
	107	207	312	409	110/90/80	2.25	2.7	1.84	4.46	5.37	3.66	6.8	13.47
	104	209	309	401	44/90/80	0.26	2.7	1.84	0.52	5.37	3.66	4.8	9.55
						12.58	32.4	22.08					

2do Abonamiento.

densidad	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	2° Abonamiento.	Urea (46%N) Kg/4parc.	FDA (18%N- 46% P ₂ O ₅ , Kg/4parc.	Cloruro de Potasio. (60%K ₂ O) Kg/4parc.	Aplic. g/golpe urea	Aplic. g/golpe FDA	Aplic. g/golpe Cloruro de Potasio.	Mezcla / dosis	
												Kg/4 parcelas.	g/golpe
Densidad 1 456	111	202	306	402	90/0/0	2.7	-	-	5.93	-	-	2.7	5.93
	105	212	301	411	72/0/0	2.16	-	-	4.75	-	-	2.16	4.75
	103	203	305	404	100/0/0	3	-	-	6.59	-	-	3	6.59
	109	206	307	410	80/0/0	2.4	-	-	5.27	-	-	2.4	5.27
	110	204	303	407	110/0/0	3.3	-	-	7.25	-	-	3.3	7.25
	102	205	310	403	88/0/0	2.64	-	-	5.8	-	-	2.64	5.8
Densidad 2 504	112	210	304	405	90/0/0	2.7	-	-	5.37	-	-	2.7	5.37
	106	211	311	408	72/0/0	2.16	-	-	4.29	-	-	2.16	4.29
	108	208	302	406	100/0/0	3	-	-	5.96	-	-	3	5.96
	101	201	308	412	80/0/0	2.4	-	-	4.77	-	-	2.4	4.77
	107	207	312	409	110/0/0	3.3	-	-	6.56	-	-	3.3	6.56
	104	209	309	401	88/0/0	2.64	-	-	5.25	-	-	2.64	5.25
						32.4							

Continúa...

3er Abonamiento.

densidad	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	3° Abonamiento.	Urea (46%N) Kg/4parc.	FDA (18%N- 46%P ₂ O ₅) Kg/4parc.	Cloruro de Potasio. (60%K ₂ O) Kg/4parc.	Aplic. g/golpe urea	Aplic. g/golpe FDA	Aplic. g/golpe Cloruro de Potasio.	Mezcla / dosis	
												Kg/4 parcelas.	g/golpe
Densidad 1 456	111	202	306	402	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	105	212	301	411	72/0/0	2.16	-	-	4.75	-	-	2.16	4.75
	103	203	305	404	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	109	206	307	410	80/0/0	2.4	-	-	5.27	-	-	2.4	5.27
	110	204	303	407	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	102	205	310	403	88/0/0	2.64	-	-	5.8	-	-	2.64	5.8
Densidad 2 504	112	210	304	405	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	106	211	311	408	72/0/0	2.16	-	-	4.29	-	-	2.16	4.29
	108	208	302	406	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	101	201	308	412	80/0/0	2.4	-	-	4.77	-	-	2.4	4.77
	107	207	312	409	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	104	209	309	401	88/0/0	2.64	-	-	5.25	-	-	2.64	5.25
						14.4							

ANEXO V. Cuadros comparativos de resultados.

NIVEL DE FORMULACIÓN DE ABONAMIENTO	NIVEL DE DENSIDADES	NIVEL DE FRACCIONAMIENTO DE NITRÓGENO	RENDIMIENTO / Ha (t ha⁻¹)
1	62 500	2	8.907
1	62 500	3	9.853
1	69 444	2	9.948
1	69 444	3	9.425
2	62 500	2	10.044
2	62 500	3	10.720
2	69 444	2	10.939
2	69 444	3	10.853
3	62 500	2	10.028
3	62 500	3	10.345
3	69 444	2	10.654
3	69 444	3	10.598

NIVEL DE FORMULACIÓN DE ABONAMIENTO	NIVEL DE DENSIDADES	NIVEL DE FRACCIONAMIENTO DE NITRÓGENO	ALTURA DE PLANTA (m)
1	62 500	2	2.998
1	62 500	3	3.078
1	69 444	2	3.054
1	69 444	3	3.021
2	62 500	2	3.047
2	62 500	3	3.124
2	69 444	2	3.108
2	69 444	3	3.103
3	62 500	2	3.049
3	62 500	3	3.058
3	69 444	2	3.049
3	69 444	3	3.183

NIVEL DE FORMULACIÓN DE ABONAMIENTO	NIVEL DE DENSIDADES	NIVEL DE FRACCIONAMIENTO DE NITRÓGENO	ALTURA DE MAZORCA (m)
1	62 500	2	1.935
1	62 500	3	1.961
1	69 444	2	1.989
1	69 444	3	1.939
2	62 500	2	1.951
2	62 500	3	2.006
2	69 444	2	2.116
2	69 444	3	1.994
3	62 500	2	1.966
3	62 500	3	2.037
3	69 444	2	1.969
3	69 444	3	2.129

NIVEL DE FORMULACIÓN DE ABONAMIENTO	NIVEL DE DENSIDADES	NIVEL DE FRACCIONAMIENTO DE NITRÓGENO	DIÁMETRO DE TALLO (cm)
1	62 500	2	2.379
1	62 500	3	2.360
1	69 444	2	2.384
1	69 444	3	2.326
2	62 500	2	2.446
2	62 500	3	2.331
2	69 444	2	2.303
2	69 444	3	2.338
3	62 500	2	2.491
3	62 500	3	2.505
3	69 444	2	2.344
3	69 444	3	2.399

NIVEL DE FORMULACIÓN DE ABONAMIENTO	NIVEL DE DENSIDADES	NIVEL DE FRACCIONAMIENTO DE NITRÓGENO	DÍAS DE FLORACIÓN FEMENINA
1	62 500	2	95.50
1	62 500	3	96.25
1	69 444	2	97.00
1	69 444	3	96.25
2	62 500	2	96.75
2	62 500	3	96.25
2	69 444	2	96.25
2	69 444	3	97.25
3	62 500	2	95.50
3	62 500	3	96.25
3	69 444	2	96.00
3	69 444	3	96.00

NIVEL DE FORMULACIÓN DE ABONAMIENTO	NIVEL DE DENSIDADES	NIVEL DE FRACCIONAMIENTO DE NITRÓGENO	PESO DE GRANO DE LA MAZORCA (g)
1	62 500	2	189.250
1	62 500	3	172.250
1	69 444	2	179.500
1	69 444	3	184.350
2	62 500	2	185.375
2	62 500	3	196.875
2	69 444	2	183.625
2	69 444	3	188.750
3	62 500	2	190.500
3	62 500	3	191.625
3	69 444	2	192.250
3	69 444	3	185.875

NIVEL DE FORMULACIÓN DE ABONAMIENTO	NIVEL DE DENSIDADES	NIVEL DE FRACCIONAMIENTO DE NITRÓGENO	PESO DE TUSA DE LA MAZORCA (g)
1	62 500	2	36.250
1	62 500	3	39.250
1	69 444	2	36.500
1	69 444	3	36.725
2	62 500	2	38.250
2	62 500	3	41.250
2	69 444	2	39.125
2	69 444	3	40.275
3	62 500	2	38.250
3	62 500	3	38.025
3	69 444	2	39.250
3	69 444	3	37.875

NIVEL DE FORMULACIÓN DE ABONAMIENTO	NIVEL DE DENSIDADES	NIVEL DE FRACCIONAMIENTO DE NITRÓGENO	LONGITUD DE LA MAZORCA (cm)
1	62 500	2	17.600
1	62 500	3	17.347
1	69 444	2	16.877
1	69 444	3	17.415
2	62 500	2	17.190
2	62 500	3	17.625
2	69 444	2	17.180
2	69 444	3	17.175
3	62 500	2	17.157
3	62 500	3	17.562
3	69 444	2	17.360
3	69 444	3	17.000

NIVEL DE FORMULACIÓN DE ABONAMIENTO	NIVEL DE DENSIDADES	NIVEL DE FRACCIONAMIENTO DE NITRÓGENO	DIÁMETRO DE LA MAZORCA (cm)
1	62 500	2	5.050
1	62 500	3	5.130
1	69 444	2	5.130
1	69 444	3	5.225
2	62 500	2	5.080
2	62 500	3	5.122
2	69 444	2	5.090
2	69 444	3	5.085
3	62 500	2	5.130
3	62 500	3	5.105
3	69 444	2	5.162
3	69 444	3	5.132

NIVEL DE FORMULACIÓN DE ABONAMIENTO	NIVEL DE DENSIDADES	NIVEL DE FRACCIONAMIENTO DE NITRÓGENO	NÚMERO DE HILERAS DE LA MAZORCA
1	62 500	2	13.750
1	62 500	3	14.500
1	69 444	2	14.000
1	69 444	3	14.250
2	62 500	2	13.750
2	62 500	3	14.250
2	69 444	2	13.750
2	69 444	3	14.500
3	62 500	2	14.250
3	62 500	3	13.750
3	69 444	2	14.250
3	69 444	3	14.250

NIVEL DE FORMULACIÓN DE ABONAMIENTO	NIVEL DE DENSIDADES	NIVEL DE FRACCIONAMIENTO DE NITRÓGENO	NÚMERO DE GRANOS POR HILERA DE LA MAZORCA
1	62 500	2	35.275
1	62 500	3	34.100
1	69 444	2	33.375
1	69 444	3	34.200
2	62 500	2	33.650
2	62 500	3	34.625
2	69 444	2	34.075
2	69 444	3	34.800
3	62 500	2	34.850
3	62 500	3	34.775
3	69 444	2	34.375
3	69 444	3	33.875

NIVEL DE FORMULACIÓN DE ABONAMIENTO	NIVEL DE DENSIDADES	NIVEL DE FRACCIONAMIENTO DE NITRÓGENO	PESO DE 100 GRANOS (g)
1	62 500	2	39.861
1	62 500	3	40.447
1	69 444	2	40.438
1	69 444	3	39.443
2	62 500	2	39.734
2	62 500	3	40.322
2	69 444	2	39.529
2	69 444	3	39.648
3	62 500	2	40.128
3	62 500	3	41.047
3	69 444	2	40.033
3	69 444	3	39.262