

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**



**“DENSIDADES DE SIEMBRA Y DOS VARIEDADES DE MAÍZ  
AMARILLO DURO (*Zea mays* L.) CON ABONO FOLIAR EN  
LA LOCALIDAD DE LA MOLINA”**

Presentado por:

**DANIEL JOSUÉ CHUMPITAZ QUEVEDO**

Tesis para optar el Título de:

**INGENIERO AGRONOMO**

Lima – Perú

2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**“DENSIDADES DE SIEMBRA Y DOS VARIEDADES DE MAÍZ  
AMARILLO DURO (*Zea mays* L.) CON ABONO FOLIAR EN  
LA LOCALIDAD DE LA MOLINA”**

Presentado por:  
**DANIEL JOSUÉ CHUMPITAZ QUEVEDO**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:  
INGENIERO AGRONOMO**

**Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:**

---

Ing. Mg. Sc. Julio Nazario Ríos  
**PRESIDENTE**

---

Ing. Mg. Sc. Julián Chura Chuquija  
**ASESOR**

---

Ing. Mg. Sc. Luis Beingolea Peña  
**MIEMBRO**

---

Ing. Mg. Sc. Amelia Huaranga Joaquín  
**MIEMBRO**

**Lima - Perú  
2018**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Juana y Ángel porque ellos han sido la fuerza y la constancia de mi carrera profesional, por sus consejos y su paciencia para mi desarrollo personal y profesional, además del amor que siempre me demuestran. Gracias también a Katty, por su comprensión y apoyo incondicional durante tantos años.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mis sinceros agradecimientos al Ing. Julián Chura Chuquija, por su valioso asesoramiento en la presente investigación.

Al Programa de Investigación y Proyección Social (PIPS) en Maíz por permitir desarrollar este trabajo.

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

# INDICE

<b>I. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISION DE LITERATURA</b>	<b>4</b>
2.1 LA PLANTA DE MAÍZ	4
2.1.1 Taxonomía de la Planta de Maíz	4
2.1.2 Descripción Morfológica del Maíz	4
2.1.3 Etapa de Crecimiento del Maíz	5
2.2 FACTORES EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ	6
2.2.1 Densidad de Siembra	6
2.2.2 Variedades de Maíz	13
2.2.3 Abonamiento	16
<b>III MATERIALES Y METODOS</b>	<b>21</b>
3.1 UBICACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL	21
3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	21
3.3 FACTORES DE ESTUDIO	23
3.4 MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADO	23
3.5 CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO	24
3.6 INSTALACIÓN Y MANEJO DEL EXPERIMENTO	25
3.7 CONDICIONES CLIMÁTICAS	28
3.8 CARACTERÍSTICAS Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN	29
3.8.1 Antes de la Cosecha	29
3.8.2 Después de la cosecha	30
3.9 DISEÑO EXPERIMENTAL	32

3.9.1 Modelo Aditivo Lineal	32
3.9.2 Análisis de Varianza	33
3.9.3 Análisis Estadístico	33
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	<b>34</b>
4.1 VARIABLE: RENDIMIENTO EN GRANO	34
4.2 VARIABLE: PESO DE 100 GRANOS DE MAÍZ AMARILLO DURO	39
4.3 VARIABLE: PESO TOTAL DE GRANOS POR MAZORCA	44
4.4 VARIABLE: NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA	47
4.5 VARIABLE: NÚMERO DE GRANOS POR HILERA	50
4.6 VARIABLE: DÍAS A LA FLORACIÓN FEMENINA	54
4.7 VARIABLE: ALTURA DE PLANTA	57
4.8 VARIABLE: ALTURA DE INSERCIÓN DE LA MAZORCA	60
4.9 VARIABLE: DIÁMETRO DE TALLO	64
4.10 VARIABLE: PESO DE LA TUSA	67
4.11 VARIABLE: PESO DE LA MAZORCA	69
4.12 VARIABLE: LONGITUD DE MAZORCA	72
4.13 VARIABLE: DIÁMETRO DE MAZORCA	75
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>79</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>80</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>82</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> Características del Suelo del Campo Experimental	<b>22</b>
<b>TABLA 2.</b> Datos Meteorológicos	<b>28</b>
<b>TABLA 3.</b> Análisis de Variancia para la Variable de Rendimiento de Grano	<b>37</b>
<b>TABLA 4.</b> Análisis de variancia de los efectos simples de la interacción densidad por variedad (DV) para rendimiento en grano (t x hectárea <sup>-1</sup> )	<b>37</b>
<b>TABLA 5.</b> Comparación de Medias de la interacción densidad de siembra (D) en la variedad EXP-05 (v <sub>2</sub> ) para rendimiento de grano (t x hectárea <sup>-1</sup> )	<b>38</b>
<b>TABLA 6.</b> Comparación de Medias de la interacción Variedad (V) en la densidad de 83 333 plantas/ha (d <sub>3</sub> ) para rendimiento de grano (t x hectárea <sup>-1</sup> )	<b>38</b>
<b>TABLA 7.</b> Comparación de medias para densidades (D) en promedio de variedades y abono foliar para rendimiento de grano (t x hectárea <sup>-1</sup> )	<b>39</b>
<b>TABLA 8.</b> Comparación de medias para variedades (V) en promedio de densidades y abono foliar para rendimiento de grano (t x hectárea <sup>-1</sup> )	<b>39</b>
<b>TABLA 9.</b> Comparación de medias para abono foliar en promedio de densidades de Siembra y variedades para rendimiento de grano (t x hectárea <sup>-1</sup> )	<b>39</b>
<b>TABLA 10.</b> Análisis de variancia para la variable Peso de 100 Granos	<b>41</b>
<b>TABLA 11.</b> Análisis de variancia de efectos simples para la interacción Variedad por abono foliar para Peso de 100 granos (g)	<b>42</b>
<b>TABLA 12.</b> Comparación de medias de la interacción variedad (V) con abono foliar (a <sub>1</sub> ) para Peso de 100 granos (g)..	<b>42</b>
<b>TABLA 13.</b> Comparación de medias de la interacción abono foliar (A) con la variedad EXP-05 (V <sub>2</sub> ) para Peso de 100 granos (g).	<b>42</b>

<b>TABLA 14.</b> Comparación de Medias para las Densidades y Pruebas de Duncan al 0.05 de probabilidad en el promedio de Variedades y Abonamiento Foliar para el Peso de 100 Granos	<b>43</b>
<b>TABLA 15.</b> Comparación de Medias para las Variedades (V) en promedio de Densidades de siembra y Abono foliar para Peso de 100 granos	<b>44</b>
<b>TABLA 16.</b> Comparación de Medias para el Abono foliar (A) en promedio de Densidades de siembra y Variedades para Peso de 100 granos	<b>44</b>
<b>TABLA 17.</b> Análisis de variancia para peso total de granos por mazorca (kg)	<b>46</b>
<b>TABLA 18.</b> Comparación de medias para densidades (D) en promedio de variedades y abono foliar para Peso total de granos por mazorca (kg)	<b>47</b>
<b>TABLA 19.</b> Comparación de medias para variedades en promedio de densidades de siembra y abono foliar para Peso total de granos por mazorca (kg)	<b>47</b>
<b>TABLA 20.</b> Comparación de medias para abono foliar (A) en promedio de densidades de siembra y variedades para Peso total de granos por mazorca (kg)	<b>47</b>
<b>TABLA 21.</b> Análisis de variancia para la variable Número de Hileras por Mazorca	<b>49</b>
<b>TABLA 22.</b> Comparación de Medias para las Densidades (D) en promedio de Variedades y abono foliar para Número de hileras por mazorca	<b>50</b>
<b>TABLA 23.</b> Comparación de Medias para Variedades (V) en promedio de Densidades de siembra y abono foliar para Número de hileras por mazorca	<b>50</b>
<b>TABLA 24.</b> Comparación de Medias para Abono foliar (A) en promedio de Densidades de siembra y Variedades para Número de hileras por mazorca	<b>50</b>
<b>TABLA 25.</b> Análisis de variancia para la variable Número de Granos / hilera por Mazorca	<b>52</b>

<b>TABLA 26.</b> Comparación de Medias para Densidades (D) en promedio de Variedades y Abono foliar para Número de granos por hilera	<b>53</b>
<b>TABLA 27.</b> Comparación de Medias para Variedades (V) en promedio de Densidades de siembra y abono foliar para Número de granos por hilera	<b>53</b>
<b>TABLA 28.</b> Comparación de Medias para el abono foliar en promedio de Densidades de siembra y Variedades para Número de granos por hilera	<b>54</b>
<b>TABLA 29.</b> Análisis de variancia para la variable días a la floración femenina (días)	<b>55</b>
<b>TABLA 30.</b> Comparación de medias para las Densidades (D) en promedio de variedades y abono foliar para días a la Floración femenina	<b>56</b>
<b>TABLA 31.</b> Comparación de medias para las Variedades (V) en promedio de Densidades de siembra y Abonamiento foliar para días a la Floración femenina.	<b>57</b>
<b>TABLA 32.</b> Comparación de medias para el Abono foliar (A) en promedio de Densidades de siembra y Variedades para días a la Floración femenina.	<b>57</b>
<b>TABLA 33.</b> Análisis de varianza para la variable Altura de planta (m)	<b>59</b>
<b>TABLA 34.</b> Comparación de medias para las Densidades (D) en promedio de variedades y abono foliar para altura de planta (m).	<b>60</b>
<b>TABLA 35.</b> Comparación de medias para Variedades (V) en promedio de Densidades de siembra y Abono foliar para altura de planta (m).	<b>60</b>
<b>TABLA 36.</b> Comparación de medias de Abono foliar (A) en promedio de Densidades de siembra y Variedades para la altura de planta (m).	<b>60</b>
<b>TABLA 37.</b> Análisis de varianza para la variable Altura de la inserción de Mazorca (m)	<b>62</b>
<b>TABLA 38.</b> Comparación de medias para las Densidades (D) en promedio de Variedades y Abono foliar para Altura de la inserción de Mazorca (m).	<b>63</b>
<b>TABLA 39.</b> Comparación de medias de las Variedades (V) en promedio de Densidades de siembra y Abono foliar para la Altura de la inserción de Mazorca (m).	<b>64</b>

<b>TABLA 40.</b> Comparación de medias del abono Foliar (A) en promedio de densidades de siembra y variedades para Altura de la inserción de Mazorca (m).	<b>64</b>
<b>TABLA 41.</b> Análisis de varianza para la variable Diámetro de tallo (cm)	<b>65</b>
<b>TABLA 42.</b> Comparación de medias para Densidades (D) en promedio de Variedades y Abono foliar para el diámetro de tallo (cm).	<b>66</b>
<b>TABLA 43.</b> Comparación de medias para Variedades (V) en promedio de Densidades de siembra y Abono foliar para el diámetro de tallo (cm).	<b>66</b>
<b>TABLA 44.</b> Comparación de medias para Abono foliar (A) en promedio de Densidades de siembra y Variedades para el diámetro del tallo (cm).	<b>67</b>
<b>TABLA 45.</b> Análisis de varianza para la variable Diámetro de tallo (cm)	<b>68</b>
<b>TABLA 46.</b> Comparación de medias para Densidades (D) en promedio de Variedades y Abono foliar para Peso de tusa (kg)	<b>69</b>
<b>TABLA 47.</b> Comparación de medias para Variedades (V) en promedio de Densidades de siembra y Abono foliar para Peso de tusa (kg)	<b>69</b>
<b>TABLA 48.</b> Comparación de medias para Abono foliar (A) en promedio de Densidades de siembra y Variedades para Peso de tusa por mazorca (Kg)	<b>69</b>
<b>TABLA 49.</b> Análisis de variancia para la variable Peso de mazorca (Kg)	<b>70</b>
<b>TABLA 50.</b> Comparación de medias para Densidades (D) en promedio de Variedades y Abono foliar para el Peso de mazorca (Kg)	<b>71</b>
<b>TABLA 51.</b> Comparación de medias para Variedades (V) en promedio de Densidades de siembra y Abono foliar para el Peso de mazorca (Kg)	<b>72</b>
<b>TABLA 52.</b> Comparación de medias para Abono foliar (A) en promedio de Densidades de siembra y Variedades para el Peso de mazorca (Kg)	<b>72</b>
<b>TABLA 53.</b> Análisis de variancia para la variable Peso de Mazorca (Kg)	<b>73</b>

<b>TABLA 54.</b> Comparación de Medias para las Densidades (D) en promedio de Variedades y Abono foliar para longitud de mazorca (cm))	<b>74</b>
<b>TABLA 55.</b> Comparación de Medias para Variedades (V) en el promedio de Densidades de siembra y Abono foliar para longitud de mazorca (cm)	<b>75</b>
<b>TABLA 56.</b> Comparación de Medias para Abono foliar (A) en el promedio de Densidades de siembra y Variedades para longitud de mazorca (cm)	<b>75</b>
<b>TABLA 57.</b> Análisis de variancia para la variable Diámetro de mazorca (cms)	<b>76</b>
<b>TABLA 58.</b> Comparación de Medias para las Densidades (D) en el promedio de Variedades y Abono foliar para Diámetro de mazorca (cm)	<b>77</b>
<b>TABLA 59.</b> Comparación de Medias para Variedades (V) en el promedio de Densidades de siembra y Abono foliar para Diámetro de mazorca (cm)	<b>77</b>
<b>TABLA 60.</b> Comparación de Medias para Abono foliar (A) en el promedio de Densidades de siembra y Variedades para Diámetro de mazorca (cm)	<b>78</b>

## INDICE DE GRÁFICOS

- GRÁFICO 1.** Promedio para rendimiento de grano (t x hectárea<sup>-1</sup>) de la interacción densidad de siembra por variedad por abono foliar (DVA) de maíz amarillo duro. **38**
- GRÁFICO 2.** Promedio para el Peso de 100 granos (gr) de la interacción Densidad de siembra por abono foliar por Variedades (DAV) de maíz amarillo duro **43**
- GRÁFICO 3.** Promedio para el peso total de granos por mazorca (kg) de la interacción densidad de siembra por abono foliar por variedades (DAV) de maíz amarillo duro. **46**
- GRÁFICO 4.** Promedio para el Número de Hileras por Mazorca de la interacción Densidad de Siembra por el abonamiento foliar Variedades de Maíz Amarillo Duro **49**
- GRÁFICO 5.** Promedio para el Número de Granos/Hilera de la interacción Densidad de siembra por abono foliar por Variedades (DAV) de maíz amarillo duro **53**
- GRÁFICO 6.** Promedio para días a la floración femenina de la interacción Densidad de Siembra por Abono foliar por variedades (DAV) de maíz amarillo duro. **56**
- GRÁFICO 7.** Promedio para la altura de planta (m) de la interacción Densidad de siembra por el abono foliar por variedades (DAV) de maíz amarillo duro. **59**
- GRÁFICO 8** Promedio para la Altura de la inserción de mazorca (m) de la interacción densidad de siembra por abono foliar por variedades (DAV) de maíz amarillo duro **63**
- GRÁFICO 9.** Promedio para el diámetro de tallo (cm) de la interacción Densidad de siembra por Abono foliar por Variedades de maíz amarillo duro. **66**
- GRÁFICO 10.** Promedio para el Peso de tusa (kg) de la interacción Densidad de siembra por Abono foliar por Variedades (DAV) de maíz amarillo duro. **68**
- GRÁFICO 11.** Promedio para el Peso de mazorca (kg) de la interacción Densidad de siembra por Abono foliar por Variedades (DAV) de maíz amarillo duro. **71**
- GRÁFICO 12.** Promedio para la longitud de mazorca (cm) de la interacción Densidad de siembra por el Abono foliar por Variedades (DAV) de maíz amarillo duro **74**
- GRÁFICO 13.** Promedio para el diámetro de mazorca (cm) de la interacción Densidad de siembra por Abono foliar por Variedades (DAV) de maíz amarillo duro **77**

## RESUMEN

En la búsqueda de nuevos híbridos y variedades de maíz amarillo duro debemos tener presente el desarrollo de nuevas tendencias tecnológicas para el manejo del cultivo. Con este pensamiento presentamos este trabajo donde evaluaremos la densidad de siembra y el abonamiento foliar en dos híbridos de maíz amarillo duro en base a los resultados obtenidos de las características de rendimiento y biométricas de la planta y de la mazorca. Estas evaluaciones se dieron dentro de los campos de la Universidad Nacional Agraria La Molina como parte de las investigaciones realizadas por el Programa de Investigación y Proyección Social (PIPS) en Maíz siendo efectuadas desde el mes de setiembre del 2011 hasta febrero del 2012. La siembra se realizó el 02 de setiembre del 2011 colocando 4 semillas de maíz por golpe según la densidad establecida. El desahije se hizo cuando la planta alcanzó los 0.20 m. de altura, dejando las más vigorosas por golpe. El Aporque se realizó a los dos días de la segunda dosis de abonamiento (27 de octubre). El riego fue efectuado por gravedad por 7 veces, desde setiembre hasta enero según las necesidades de cultivo. Para el control de malezas, se utilizó escardas de forma manual y productos químicos a base de Atrazina, mientras que para el control de plagas se realizaron aplicaciones químicas para prevenir plagas como gusano picador (*Elasmopalpus lignosellus*), cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*) gusano de tierra (*Agrotis* sp) y grillos (*Gryllus assimilis*), utilizando productos químicos 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). La primera aplicación se realizó el 13 de setiembre (V2: 2 hojas extendidas) con TIFON, variando cada producto hasta la última aplicación que fue el 10 de octubre del 2011 (V5: 5 hojas extendidas). La Abonamiento se realizó el 30 de setiembre del 2011 (V4: 4 hojas extendidas) con el 50% de la dosis de nitrógeno y la dosis completa de Fósforo y Potasio, mientras que el 50% restante de nitrógeno fue realizada el 25 de octubre del 2011 (V7: 7 hojas extendidas). Se usaron fuentes como Urea, Fosfato Diamónico y Cloruro de Potasio, utilizando como dosis de abonamiento de 160-80-80 kilos de N-P-K por hectárea.

La Cosecha se realizó en los dos surcos centrales en cada parcela, donde previamente se habían tomado las muestras. La cosecha se realizó el 27 de febrero del 2012. Los factores de estudio fueron dos distintas variedades de maíz amarillo duro como son los híbridos PM-213 ( $V_1$ ) y EXP-05 ( $V_2$ ), densidades de siembra que presenta tres distintos niveles que fueron: densidad baja ( $D_1$ ) con 62 500 plantas x hectárea<sup>-1</sup> logrado con un distanciamiento entre golpes de 0.4 metros, densidad media ( $D_2$ ) con 69444 plantas x hectárea<sup>-1</sup> con 0.36 metros en golpes de siembra y la densidad alta ( $D_3$ ) con 83333 plantas x hectárea<sup>-1</sup> con 0.30 metros entre golpes y el abonamiento foliar a dos niveles: cuando se realizó ( $A_1$ ) y cuando no se realizó ( $A_2$ ). Las variables de estudio fueron: Rendimiento en grano ( $t \times ha^{-1}$ ), días a la floración femenina, altura de planta (m), Altura de la inserción de Mazorca (m), diámetro de tallo (cm), peso total de granos por mazorca (kg), peso de tusa (kg), peso de mazorca (kg), longitud de mazorca (cm), diámetro de mazorca (cm), número de hileras por mazorca, número de hileras, número de granos por hilera y peso de 100 granos (g). La Variedad EXP-05 fue la que obtuvo los mayores promedios respecto a las características de altura de planta, altura de mazorca, diámetro de tallo, peso de 100 granos, peso de tusa, peso de mazorca y número de hileras por mazorca, obteniéndose como promedio 2.98 m, 1.98 m, 2.52 cms, 0.18 kg, 0.04 kg, 0.22 kg y 13.45 hileras x mazorca<sup>-1</sup> respectivamente, además es el que obtiene el mayor promedio en el peso de 100 granos cuando se le realizó abono foliar dando como promedio 42.25 gr. La variedad PM-213 alcanzó los mejores promedios respecto al número de granos/hilera con 37.41 cuando se siembra a densidad  $D_1$ : 62500 plantas x hectárea<sup>-1</sup>. Para las características Longitud de Mazorca y Diámetro de Mazorca no existe significación estadística para demostrar que los factores de estudio intervienen en su comportamiento.

## I. INTRODUCCION

El maíz es uno de los cereales utilizados por el hombre desde épocas remotas y una de las especies vegetales más productivas. Durante el periodo 2016-2017 el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) registró una producción mundial de maíz de 1073 millones de toneladas en 179.8 millones de hectáreas cultivadas con este grano. Los países que más producen maíz, valores en toneladas métricas, son Estados Unidos con una producción de 385 300 000, seguido por China 215 000 000, Brasil 83 500 480, la Unión Europea, 60 205 000 y Argentina 36 500 000, obteniendo como rendimiento en promedio más de 5.6 t/ha. El maíz es el commodity agrícola que más se produce en el mundo, debido a sus cualidades alimenticias para la producción de proteína animal, el consumo humano y el uso industrial, se ha convertido en uno de los productos más influyentes en los mercados internacionales. Su importancia económica y social es relevante pues su producción se realiza en un número de países superior al de cualquier otro cultivo, además de ser fuente de empleo. (FAO, 2018).

El MINAGRI (2018) informa que para el año 2017, nuestro país tuvo una producción de 1 230 000 toneladas, lo que lo constituye como uno de los principales insumos en la Cadena Agroalimentaria del país, la cual se inicia con su cultivo y termina en las cadenas industriales de carne de aves y cerdos. Estas cadenas son importantes debido a su alta participación en el sector agropecuario, específicamente en la canasta familiar de las familias peruanas. Además, informó que la superficie con producción de maíz amarillo duro en la campaña 2016 - 2017 totalizó 257 200 hectáreas.

Según los datos obtenidos, el maíz amarillo duro está destinado mayormente a la alimentación animal pero como en el país no se satisface la demanda de la industria avícola y porcina es necesaria la importación de este producto, por tal motivo el Perú tiene como principal país de origen de importación de maíz amarillo duro a Estados Unidos con 3 220

498 toneladas, seguido de Argentina con 95 776 toneladas, Brasil con 6 149 toneladas y proveniente de otros países alrededor de 501 toneladas. (MINAGRI, 2018)

Se observó que la problemática en el país sobre el maíz amarillo duro es su baja oferta existente en la producción nacional, debido a que el rendimiento de este cultivo no puede satisfacer el alto volumen demandado y todo esto a pesar de que el maíz amarillo duro es cultivado en gran sector de la costa y selva, conllevando la necesidad de importar maíz, para satisfacer tal demanda nacional es necesario elevar los rendimientos promedios de maíz amarillo duro además de su calidad con el fin de incrementar la oferta del mismo y reducir la contaminación medioambiental con el uso adecuado de dosis de fertilizantes y plaguicidas.

El incremento del rendimiento de los cultivos, depende del conocimiento de los factores que posibiliten una alta producción como son la elección de una semilla mejorada, densidad adecuada de plantas en el sistema de siembra, la aplicación de fertilizantes (orgánicos, sintéticos edáficos y sintéticos foliares que vienen tomando gran importancia), aplicación de riego adecuado, manejo de plaguicidas en el momento oportuno, aplicación de fungicidas y manejo de malezas.

El propósito de esta investigación es determinar la densidad adecuada de dos variedades de maíz híbrido amarillo duro, además, determinar la aplicación del fertilizante foliar que nos permita obtener rendimientos más elevados en el cultivo de maíz amarillo duro, y dar a conocer a los productores los resultados de esta investigación, con el fin de lograr una rápida adopción de la metodología aplicada.

## **1.1 ANTECEDENTES**

Durante la campaña 2016 - 2017 la producción de maíz amarillo duro fue de 1 230 000 toneladas. La producción se concentró en las tres regiones naturales, liderando la producción el departamento de Lima de la costa con 240 000 toneladas, seguido de La Libertad con 200 400 toneladas. (MINAGRI, 2018).

## **1.2 OBJETIVOS**

### **Objetivo General. -**

Evaluar las características de dos híbridos de maíz amarillo duro: PM – 213 y EXP – 05 bajo tres densidades de siembra y la aplicación de fertilizante foliar.

### **Objetivos Especificos. -**

Evaluar el efecto de tres densidades de siembra sobre las características agronómicas y de rendimiento en dos híbridos de maíz amarillo duro: PM-213 y EXP-05.

Evaluar el efecto de el abonamiento foliar sobre las características agronómicas y de rendimiento en dos híbridos de maíz amarillo duro: PM-213 y EXP-05.

Determinar el efecto de interacción de tres densidades de siembra y abonamiento foliar sobre las características agronómicas y de rendimiento en dos híbridos de maíz amarillo duro: PM-213 y EXP-05.

## **II. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1. LA PLANTA DE MAÍZ**

Ninguna planta cultivada ha sido tan estudiada desde el punto de vista etnobotánico como el maíz, en muchos aspectos ha llamado la atención de los botánicos, genetistas, fitotecnistas, antropólogos y economistas de todos los tiempos. No se ha investigado la citogenética de planta alguna con la minuciosidad dedicada al maíz (Rodríguez, 2005).

#### **2.1.1 Taxonomía de la Planta de maíz**

Según IICA (1989), la clasificación taxonómica del maíz es la siguiente:

División	:	Magnoliophyta
Reino	:	Plantae
Clase	:	Monocotiledonea
Subclase II	:	Commelinales
Orden	:	Poales
Familia 2	:	Poaceae
Sub familia	:	Panicoideae
Tribu II	:	Andropogoneae
Género	:	Zea
Especie	:	Mays

#### **2.1.2. Descripción morfológica del maíz**

De acuerdo con Paliwal et al. (2001), la planta de maíz es alta, con abundantes hojas y un sistema radical fibroso, normalmente con un solo tallo que tiene hasta 30 hojas. Algunas veces se desarrollan una o dos yemas laterales en la axila de las hojas en la mitad superior

de la planta; estas terminan en una inflorescencia femenina la cual se desarrolla en una mazorca cubierta por hojas que la envuelven; esta es la parte de la planta que almacena reservas. La parte superior de la planta termina en una inflorescencia masculina o panoja; esta tiene una espiga central prominente y varias ramificaciones laterales con flores masculinas, todas las que producen abundantes granos de polen.

El sistema radicular de la planta de maíz es de tipo fibroso, expandiéndose en todas direcciones a una distancia de mas o menos 1 metro a los lados y a una profundidad de mas de 2 metros. La raíz primaria que desarrolla directamente del embrión, da lugar a muchas raíces secundarias las que a su vez dan lugar a otras ramificaciones. (IICA, 1989).

El maíz es una planta monoica: las flores masculinas están en una inflorescencia llamada panoja, y las féminas se desarrollan en una estructura especial denominada mazorca. Las flores del maíz, tanto masculinas como femeninas, se encuentran unidas en espigillas; el par de espiguillas es la unidad floral. (Chavez et. al, 2006)

### **2.1.3 Etapas de Crecimiento del Maíz**

Al realizar una evaluación de campo, es importante establecer con exactitud las etapas de crecimiento del maíz. A continuación, se detalla el sistema usado para distinguir las etapas (Lafitte, 1994).

Etapas de crecimiento

- VE El coleótilo emerge de la superficie del suelo.
- V1 Es visible el cuello de la primera hoja (esta siempre tiene el ápice redondeado).
- V2 Es visible el cuello de la segunda hoja.
- Vn Es visible el cuello de la hoja número “n”. (“n” es igual al número definitivo de hojas que tiene la planta, “n” generalmente fluctúa entre 16 y 22, pero para la floración se habrá perdido las 4 a 5 hojas de más abajo).
- VT Es completamente visible la última rama de la panícula. Cabe señalar que esto no es lo mismo que la floración masculina, que es la liberación del polen (antesis).
- R1 Son visibles los estigmas en el 50% de las plantas.

- R2 Etapa de ampolla. Los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión.
- R3 Etapa lechosa. Los granos se llenan con un líquido lechoso blanco.
- R4 Etapa masosa. Los granos se llenan con una pasta blanca. El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano.
- R5 Etapa dentada. La parte superior de los granos adquieren la forma dentada. En los tipos tanto cristalinos como dentados es visible una “línea de leche” cuando se observa el grano desde el costado.
- R6 Madurez fisiológica. Una capa negra es visible en la base del grano. La humedad del grano es generalmente de alrededor del 35%.

No todas las plantas de un campo llegan simultáneamente a una misma etapa, por eso es mejor decir que el cultivo alcanza una determinada etapa solo cuando por lo menos el 50% de las plantas han llegado a esa etapa.

## **2.2 FACTORES EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ AMARILLO DURO**

### **2.2.1 Densidad de siembra**

La elección de una densidad de siembra adecuada es una decisión importante para optimizar la productividad de un cultivo ya que, junto con la adecuación del espaciamiento entre hileras, permiten al productor la obtención de coberturas vegetales adecuadas previo a los momentos críticos para la determinación del rendimiento (Vega y Andrade, 2000).

El rendimiento en maíz es particularmente sensible a las variaciones en la población de plantas. Cirilo (2001) encontró que, bajo condiciones de riego y abonamiento adecuada, reducciones de 75% en la densidad correcta puede producir decaimiento del rendimiento cercano al 50%, mientras que la duplicación de la densidad inicial disminuyó 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.

Según Vega y Andrade (2000), la densidad de siembra óptima de cualquier cultivo es aquella que: I. Maximiza la intercepción de radiación fotosintéticamente activa durante el período crítico para la definición del rendimiento, es decir la competencia vegetal por la luz no altera su acumulación de energía fotosintética y II. Permite alcanzar el índice de cosecha máximo, cuando satisface su requerimiento energético para alcanzar su potencial productivo.

Asimismo, Noriega (2001) afirma que la densidad de siembra es el número de planta 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. El número de plantas que llega a la cosecha es uno de los factores claves del manejo de maíz. La planta de maíz produce una mazorca en promedio, asegurando el número necesario de plantas en el campo se garantiza el mismo número de mazorcas en la cosecha, una cantidad mayor o menor del óptimo de plantas por hectárea tiene influencia sobre la producción.

La cantidad de plantas depende de las características de los híbridos o variedad, generalmente los híbridos más tardíos son los de mayor estatura y se siembra a menor densidad.

Bartolini (1990) afirma que la densidad de plantas esta correlacionado con el pool genético de cada variedad y por lo tanto varía de híbrido a híbrido. Así se puede comprobar que determinados híbridos precoces cultivados a altas densidades producen muy poco, del mismo modo que híbridos tardíos con bajas densidades producen menos de lo que permite su potencial genético.

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 mas 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 mas alta que la optima aun en condiciones ambientales optimas ocasiona plantas vanas.

### 2.2.1.1 Manejo de Densidad de Siembra

Chaviguri (1984) estudiando el maíz híbrido PM – 701 en la Molina, encontró que la densidad de siembra es un factor determinante para la obtención de altos rendimientos. El rendimiento promedio de maíz se incremento a medida que se elevaba el número de plantas por hectárea, siendo así que los rendimientos de 4780, 5690, 6300 y 6650 kg de maíz grano por hectárea se obtuvieron para las densidades de siembra a 40 000, 55 000, 70 000 y 85 000 plantas x hectárea<sup>-1</sup> respectivamente. El autor menciona que el rendimiento de maíz grano, la altura de planta y la altura de mazorca fueron afectadas positivamente con la densidad de siembra; asimismo el diámetro del tallo, largo y ancho de mazorcas, también sufren marcada influencia con las densidades de siembra ensayadas, disminuyendo el valor de estas características por efecto del incremento de la densidad.

El Programa Cooperativo de maíz, citado por Olivares (1967) con sus experimentos en los híbridos PM-201, PM-211 y PM-204 entre los años 1959 a 1962 en Virú, Huarmey y Piura, encontró que los mejores resultados obtenidos son con densidad de 55 555 plantas hectárea<sup>-1</sup>, con distancia de 0.90 m. entre surcos y 0.60 m. entre golpes con 3 plantas por golpe.

Díaz (2004) evaluó el comportamiento de 10 híbridos: Pioneer 3027, Pioneer 3041, Pioneer 3063, DK – 821, Funk´s G5423, AG-612, C-701, PM-104, PM-212 y PM-702; en 4 localidades diferentes: Cañete, Ferreñafe, Huacho e Ica con 3 densidades de siembra: 49 383, 63 492 y 74 074 plantas x hectárea<sup>-1</sup>. Díaz observó que todos los híbridos aumentaron su rendimiento al aumentar la densidad de siembra siendo la densidad con 74 074 plantas hectárea<sup>-1</sup> la que obtuvo mayor rendimiento. Así en Cañete el híbrido Pioneer 3041 a la densidad de 63 492 plantas x hectárea<sup>-1</sup> tuvo el mayor rendimiento con 11 786 kg x hectárea<sup>-1</sup> y además la diferencia con la mayor densidad no fue significativa. En Ica los híbridos AG-612 (14680 kg x hectárea<sup>-1</sup>); DK-821 (13751 Kg x hectárea<sup>-1</sup>) y Pioneer-3041 (13530 kg x hectárea<sup>-1</sup>) destacaron con el aumento de su rendimiento al aumentar la densidad de siembra a 74 074 y 63 492 plantas hectárea<sup>-1</sup> respecto a los rendimientos obtenidos con la densidad con 49 383 plantas x hectárea<sup>-1</sup>. En todas las localidades, las características del rendimiento: Floración femenina, altura de planta y altura de mazorca de los híbridos se incrementaron con la densidad mas alta (74 074 plantas x hectárea<sup>-1</sup>) con

respecto a la densidad del mas bajo (49 383 plantas x hectárea<sup>-1</sup>); sin embargo, el diámetro del tallo y el número de mazorcas por planta tuvieron un comportamiento inverso. En Ferreñafe y Huacho el largo de mazorca fue menor con la densidad mas alta (74 074 plantas x hectárea<sup>-1</sup>) con respecto a la densidad mas baja (49 383 plantas x hectárea<sup>-1</sup>); en Cañete e Ica no variaron significativamente el peso de 250 granos al aumentar la densidad de siembra, mientras que en la localidad de de Cañete no se produjeron variaciones significativas. Además, Olivares (1967) también encontró que se ha obtenido mejores rendimientos con una densidad de 55 555 plantas/ha de PM-204, con una ley de abonamiento de 80-80-30, siendo estadísticamente superior a densidades de 44 444 y 74 074 plantas x hectárea<sup>-1</sup>. Los rendimientos obtenidos para las densidades de 55 555, 44 444 y 74 074 plantas x hectárea<sup>-1</sup> fueron de 9355, 9049 y 8292 kg x hectárea<sup>-1</sup> respectivamente. En sus discusiones explica que la alta densidad ocasiona competencia y ocurre menor formación de materia seca y menor producción de granos.

Soplín (1989) evaluó tres híbridos de maíz; el PM – 701, PM – 702 y PM – 801 bajo tres densidades: 44 444, 55 555 y 74 074 plantas x hectárea<sup>-1</sup>, logrado con 1, 2 o 3 plantas por golpe, concluyó que los tres híbridos alcanzaron sus mayores rendimientos a la densidad de siembra mas alta (74 074 plantas x hectárea<sup>-1</sup>), alcanzada con una planta por golpe. Además, menciona que a mayores densidades se incrementó la altura de planta, la altura de mazorca y la longitud de mazorca fue mayor con la menor densidad (44 444 plantas x hectárea<sup>-1</sup>).

Pedersen y Lauer (2003) reportan un rendimiento de 12 toneladas x hectárea<sup>-1</sup>. de maíz, con la aplicación de 196 kg de N x hectárea<sup>-1</sup>. y 86 000 plantas/ha y surcos a 0.76 m además da a conocer que el rendimiento fue menor con surcos más estrechos.

Arca et. al. (1967) establecieron sus experimentos en la cual estudiaron el efecto de variar el distanciamiento entre surcos sobre el rendimiento del maíz, bajo diferentes niveles de abonamiento. Finalmente detallaron que se puede incrementar los rendimientos de maíz al aumentar la población de plantas por hectárea reduciendo el distanciamiento entre surcos. Obtuvieron los mayores rendimientos con la densidad de siembra mas alta (83 300 plantas x hectárea<sup>-1</sup>) lo que estableció que a pesar de la alta competencia por luz, humedad y nutrientes resultante de acortar la distancia entre surcos dicha competencia no es suficiente

para hacer disminuir la producción unitaria por hectárea. También observaron una disminución en el grosor de los tallos al aumentar la densidad de siembra.

Guinoza (1997) determinó que para los híbridos PM – 302 y PM – 702 la altura de planta incremento conforme aumentó la densidad de siembra ya que las plantas estuvieron en competencia principalmente por la luz y nutrientes, consecuentemente establece que la altura es influenciada por las mayores densidades además encontró diferencia estadística para densidades de siembra en cuanto al peso de 100 granos observando que con una densidad baja se tuvo un peso mayor que con la densidad alta. Además, indico que al trabajar con dos densidades diferentes encontró que con una densidad baja el índice de mazorca es mejor que con una densidad alta. Sin embargo, Maya y Ramírez (2002) determinaron que la interacción variedad x densidades de población fue significativa en el caso del rendimiento de grano y la prolificidad. En dos variedades de maíz híbridos, B-840 y P-3288, el rendimiento de grano se redujo en 633 y 230 kg x hectárea<sup>-1</sup> respectivamente, por cada 25 mil plantas de aumento de la densidad de población, el cual estaría relacionado con el porcentaje de prolificidad. En cambio, en la variedad HV-313 el rendimiento de grano no se afectó, logrando un importante incremento, en relación de 58 kg x hectárea<sup>-1</sup> por cada 25 000 plantas/ha.

Guinoza (1999) estudió el comportamiento de 10 cultivares de maíz amarillo duro: PM-102, PM-104, PM-702, PMV-865 (blanco molinero 2000), Cargill 606, Cargill 701, Funks G5423, Agrocerec, (101x100) (P3xP4) y (105x104)(P3xP4) bajo tres densidades: 67 340, 74 074 y 88 889 plantas x hectárea<sup>-1</sup>, encontrando que la densidad de 67 340 plantas x hectárea<sup>-1</sup> fue favorable para obtener menor altura de mazorca, mayor área foliar, mayor diámetro del tallo, mayor longitud de mazorca y mayor número de granos por hilera; mientras que en las densidades de 67 340, 74 074 plantas x hectárea<sup>-1</sup> se alcanzó la menor altura de planta y el mayor peso de 100 granos, además menciona que los días a la floración masculina y femenina fueron afectados por la interacción cultivar - densidad además el mayor número de granos por hileras correspondió a la densidad de 67 340 plantas x hectárea<sup>-1</sup> y el menor para la densidad de 88 889 plantas x hectárea<sup>-1</sup>. También mayor ancho de mazorca correspondió a la densidad de 67 340 plantas x hectárea<sup>-1</sup> y el menor ancho de mazorca para la densidad de 88 889 plantas x hectárea<sup>-1</sup>.

Bolaños (1998) determinó el rendimiento y sus componentes en los híbridos de maíz amarillo duro PM – 104, PM – 702 y HS – 182x104 bajo las densidades de 62 500 y 83 333 plantas x hectárea<sup>-1</sup>. Determino que el rendimiento de grano solo fue afectado por la densidad de siembra, siendo favorecido por la menor densidad. La altura de planta y la altura de mazorca dependieron del efecto conjunto del híbrido y densidad. Además, el diámetro del tallo, la floración femenina, floración masculina, longitud de mazorca, número de granos por hilera, diámetro de mazorca y número de hileras no fueron influenciados por la densidad de siembra.

Córdova (1996) estudio el comportamiento de los híbridos PM – 702, PM – 103, PM – 213, C – 408, C – 421 y C-606 en Cañete y Chancay con 4 densidades de siembra; en Cañete con 125'000, 93750, 75000 y 62500 plantas/hectárea y en Chancay con 111 111, 83 333, 66 666 y 55 555 plantas x hectárea<sup>-1</sup>. En el referido estudio se evaluó el rendimiento, obteniendo resultados variables debido a la diferencia entre híbridos, densidad y localidad, determino además que tanto los híbridos de porte alto, porte medio y porte bajo incrementaron su altura de planta y altura de mazorca lo que alcanzo mayores incrementos. Finalmente concluyó que la humedad de grano a la cosecha, floración femenina, floración masculina, área foliar, ancho de mazorca, largo de mazorca, número de hileras por mazorca y número de granos por hilera no variaron significativamente al aumentar la densidad, pero se hallo diferencia debido al genotipo.

La densidad de siembra afectará también el número de mazorcas obtenidas por superficie, tal como le dice Otahola y Rodriguez (2001), quienes en su ensayo encontraron que en el tratamiento con una densidad de 0.70 m entre hileras y 0.20 m entre plantas (71 429 plantas x hectárea<sup>-1</sup>) se encontró mayor número de mazorcas x hectárea<sup>-1</sup>. mientras que el menor número de mazorcas x hectárea<sup>-1</sup> lo presentó el tratamiento donde se utilizó la combinación de 0.90 m entre hileras y 0.25 m entre plantas (44 444 plantas x hectárea<sup>-1</sup>).

López (1996) realizó sus ensayos en el IRD Sierra bajo dos densidades de siembra: 93 750 y 62 500 plantas x hectárea<sup>-1</sup> y con distancia entres golpes de 0.4 y 0.6 cm con 3 plantas/golpe, el autor menciona que el diámetro del tallo es afectado por las densidades, teniéndose un mayor diámetro cuando la distancia entre golpes es mayor, asimismo no se

encontró diferencias significativas para las densidades en largo y ancho de mazorca pero si disminuyen con las máximas densidades lo mismo ocurrió con el porcentaje de desgrane.

Elizondo y Boschini (2001), 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 ( $\text{kg} \times \text{hectárea}^{-1}$ ) fue superior a altas densidades de siembra que a bajas.

Evans (1983) encontró en experimentos con densidades de siembra diferentes que las plantas de maíz son mas altas a medida que se incrementa la densidad, aunque al respecto existe alta variación de las variedades.

Guinoza (1997) determinó diferencias estadísticas entre las densidades de siembra a favor de la densidad baja para el factor diámetro de tallo. Sus resultados mostraron que en todos los casos se aprecia una disminución del diámetro del tallo conforme se aumenta la densidad. Además, observó que la longitud de mazorcas disminuye con un menor distanciamiento entre surcos y también disminuyó conforme se aumenta la densidad de plantas. También evaluó el ancho de mazorca, encontrando que fue favorecido con una densidad alta, discrepando con López (1996) quienes encontraron mayor ancho de mazorca con densidades bajas.

En estudios llevados a cabo sobre híbridos de maíz grano el aumento positivo del rendimiento respecto de la densidad, sólo se observó hasta las 9 pl  $\times \text{m}^{-2}$  ya que densidades mayores producían un mayor estrés competitivo entre las plantas. (Campo, 1999),

## **2.2.2 Variedades de Maíz**

### **2.2.2.1 Híbridos de Maíz**

Los primeros híbridos se hicieron en el siglo XVII y ya en el siglo siguiente se aplicó la hibridación en el mejoramiento de varios cultivos. Pero fue con el descubrimiento de las Leyes Mendelianas, la disponibilidad de germoplasma muy diverso y el desarrollo de técnicas experimentales lo que dio a comienzos del siglo pasado el gran impulso para el mejoramiento continuo e intensivo de muchos cultivos, especialmente en las regiones templadas. (León, 1987).

Según Sánchez y Gandara (2011) un organismo híbrido es el resultado de la cruce entre dos linajes diferentes, y que necesariamente es un individuo heterocigoto en uno o varios loci, pudiendo resultar fértil o infértil.

Dentro de un contexto productivo, podemos decir una variedad híbrida es la producida por el cruzamiento entre dos o mas parentales elegidos de tal forma que se garanticen la máxima producción y la máxima homogeneidad fenotípica en la explotación comercial. Todo puede estar incluido en el rendimiento del híbrido comercial: semillas, frutos, órganos de reserva (bulbos, raíces, hojas, yemas), e incluso el aspecto ornamental. (Cubero, 2003).

El proceso por el cual se obtiene un híbrido se llama Hibridación, que consiste en la formación de dúplex estables entre dos cadenas de nucleótidos complementarias, según el apareamiento propuesto por Watson – Crick; la eficiencia de la hibridación es una prueba de la homología que existe entre secuencias. En genética clásica y en mejoramiento, hibridación es la formación de un nuevo organismo diploide, ya sea por un proceso sexual normal o por fusión de protoplastos. (Roca y Mroginski, 1991).

Suárez (1994) explica también que la hibridación puede definirse, en los términos más sencillos, como la selección de plantas con características deseables, después de que ha ocurrido un intercambio de genes mediante la fertilización cruzada entre dos progenitores. Cada uno de los progenitores es una variedad cultivada y el otro una silvestre, cercana taxonómicamente, se forma una variedad mejorada retrofertilizando el progenitor y cultivando y seleccionando la progenie en relación con una combinación deseada de características.

Según la FAO (2002), la clasificación de híbridos es la siguiente:

**Convencionales:** Son los híbridos cuyos progenitores son endocriados al nivel de líneas puras, son los más usados comercialmente en los países desarrollados. Expresan mayor vigor híbrido y por lo general son los de mayor rendimiento. Además, proporcionan una máxima uniformidad en características agronómicas, como altura de planta y antesis que facilitan la cosecha. La principal desventaja del híbrido simple ha sido la baja producción de semilla del progenitor endocriado femenino en comparación con los otros tipos de híbridos.

**No Convencionales:** Son los híbridos cuyos progenitores no son endocriados o, como mínimo, uno de los progenitores es endocriado o una combinación de endocriados y no endocriados.

#### **2.2.2.2 Ensayos Experimentales con Híbridos de Maíz Amarillo Duro**

Normalmente se piensa que la característica principal del híbrido es su alto rendimiento, pero, sin embargo, la alta homogeneidad en la parcela de cultivo es una muestra de la capacidad de desarrollo de un híbrido en un sistema de cultivo. (Cubero, 2003)

Al inicio del mejoramiento de una especie, la hibridación se utiliza por lo general para mejorar el rendimiento, por heterosis o vigor híbrido. En etapas más avanzadas se intenta por lo común mediante hibridación, retrocruzas y selección, incorporar factores más específicos como los que determinan a) resistencia a ciertas enfermedades, insectos, sequía; b) caracteres cualitativos superiores: mayor riqueza en proteínas, c) tipo de porte más conveniente en el cultivo y recolección: cultivares enanos y otros. (León, 1987).

Paliwal (2001) confiere como primera ventaja a los híbridos el hecho de que cuando dos líneas parentales endocriadas - o genéticamente homocigotas - son cruzadas, la descendencia por lo general será más grande y más vigorosa que cualquiera de los parentales. Este fenómeno conocido como heterosis ha sido explotado en muchos cultivos para mejorar los rendimientos y la calidad. El maíz es el ejemplo más típico, pero también se utiliza en girasol y muchas hortalizas como tomate, pimiento, zanahoria, repollo, brócoli,

melón y cebolla, los cuales en los países desarrollados son cultivados casi exclusivamente a partir de semillas F1 de híbridos. De acuerdo con las ventajas de rendimiento de los híbridos, estos pueden en algunos casos ser el 50% mayor que los parentales de algunos cultivos.

En el Perú, los agricultores utilizan, desde 1950, las semillas híbridas en la producción de maíz para grano. Los primeros híbridos fueron HLM -1, HLM - 2, HLM - 3 y Top - Cross Cañete 1 y 2 que alcanzaron amplia difusión en los valles de la costa central. Los híbridos dobles PM producidos por el programa cooperativo de investigación en maíz se comenzaron a utilizar en forma comercial desde 1958. El incremento experimentado en los últimos años del rendimiento de maíz en la costa se debe exclusivamente a la utilización de semillas híbridas y buenas prácticas de manejo. (Manrique, et al., 1993)

Zevallos (1996), indica que los híbridos tienden a comportarse de una manera distinta, según la localidad, condición climática del año en producción o por el factor heterogéneo del medio ambiente pudiendo verse afectados los resultados del híbrido de maíz amarillo duro.

Cabrera (2004) encontró que, al evaluar el potencial genético de un grupo de 94 híbridos dobles de maíz amarillo duro y 6 híbridos comerciales entre dobles y triples, que fueron el PM-104, PM-102, PM.702, PM-701, DK-834 y AG-612 bajo condiciones de costa central en la localidad de La Molina, los mayores rendimientos se alcanzaron con los híbridos dobles 642x644 y 644x640 con 9.873 y 9.810 t. x ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Mientras que Vega (2006), al culminar sus evaluaciones en 7 híbridos dobles experimentales y 5 híbridos comerciales en las localidades de Cañete, La Molina y Barranca, halló significación estadística para el uso de híbridos mas no así para la interacción híbrido x localidad. Concluyó que el híbrido que logró el mayor rendimiento promedio en las tres localidades fue el EXP-PM-2 con 8057 kg x ha<sup>-1</sup> resultando estadísticamente similar al obtenido por los híbridos EXP-PM-4, EXP-PM-5 AG-612, EXP-PM-3, DK-834 y EXP-PM-6 con 7689, 7646, 7494, 7276, 7103 y 6884 kg x hectárea<sup>1</sup> respectivamente, con Cañete siendo la localidad que ayudó a manifestar la mejor expresión fenotípica de los híbridos.

### **2.2.3 Abonamiento**

El maíz tiene gran capacidad de absorción de nutrientes y requiere de una alta fertilización, la demanda por nitrógeno es alta, además de otros como el fósforo para obtener buena producción.

El abonamiento constituye uno de los pilares fundamentales de la producción agrícola. Hoy no se concibe la explotación agrícola sin un adecuado abonamiento que permita obtener del suelo toda la capacidad productiva dentro de las limitaciones que imponen las condiciones climatológicas en cada caso. (Domínguez, 1997)

Harrison (2002) indica que uno de los medios principales que tienen los agricultores para aumentar los rendimientos es la aplicación de mas fertilizantes. Sin embargo, la eficiencia de la aplicación de fertilizantes en un campo de cultivo está relación con varios factores, como la relación entre las dosis de fertilizante aplicado, la disponibilidad de elementos esenciales en el suelo y el porcentaje con que estos son aprovechados por la planta, unidos al manejo mismo del cultivo y condiciones físicas del suelo, determinan la eficiencia de esta práctica agronómica. La eficiencia está referida a la cantidad de elementos esenciales que la planta absorbe y utiliza durante su ciclo vegetativo. (IICA, 2004).

Para el caso de la planta de maíz, la eficiencia de absorción de nutrientes disponibles en el fertilizante aplicado tiene como rangos mas comunes de aprovechamiento (%) por la planta de maíz son del 30 -60 para el nitrógeno, 10 – 30 para el fosforo y 30 – 60 para el potasio. (IICA, 2004).

Para la FAO (2002) a lo anterior también agrega que las diferentes variedades de un cultivo también diferirán en sus requerimientos de nutrientes y su respuesta a los fertilizantes. Una variedad local no responderá tan bien a los fertilizantes como una variedad mejorada; por ejemplo, el maíz híbrido dará a menudo una mejor respuesta a los fertilizantes y producirá rendimientos mucha mas altos que las variedades locales.

Valdez (1997) mencionó que la buena fertilidad es otro factor de importancia relacionado directamente con la densidad. Los híbridos que toleran altas densidades producen buenos

rendimientos cuando son fertilizados con dosis altas, por eso si la densidad es excesiva y el abonamiento no es suficiente se obtienen gran cantidad de plantas débiles que no alcanzan a formar mazorcas, esto concuerda con Gordon et. al. (1995) quien menciona que el número de mazorcas por planta se reduce con el aumento de la densidad solo cuando el cultivo está sometido a un estrés de nitrógeno, asimismo Barnett (1980) menciona que cuando adopta una densidad mas alta que la optima aun en condiciones ambientales favorables, ocasiona plantas vanas.

### **2.2.3.1 Abonamiento foliar**

El abonamiento foliar ha despertado un creciente interés en productores y asesores, debido a la aparición de casos en los que ha permitido corregir deficiencias nutrimentales de las plantas, promover un buen desarrollo de los cultivos, y mejorar el rendimiento y la calidad del producto cosechado (Trinidad y Aguilar, 1999).

La aplicación foliar es el método mas eficiente de suministro de micronutrientes (pero también de N o NPK en una situación critica para el cultivo) que son necesarios solamente en pequeñas cantidades y puede llegar a ser indisponibles si son aplicados en el suelo. (FAO, 2002).

Louis (1988) menciona que respecto a las aplicaciones foliares pueden ser interesantes ya que las deficiencias en microelementos no son necesariamente debido a faltas en el suelo, sino que frecuentemente se debe a reacciones en el suelo que los deja en escasa situaciones de asimilabilidad para las plantas. Esto es porque las aplicaciones al follaje pueden ser mas eficaces que los aportes al suelo.

Según Fuentes (1999) el abonamiento foliar es muy utilizada para la corrección de deficiencias de micronutrientes, pero también puede aplicarse por esta via nitrógeno, fosforo y potasio. Sin embargo, con la limitación que imponen los limites de concentración de la solución para no provocar efectos tóxicos, estas aplicaciones en este caso solo suponen una ayuda complementaria en un momento critico.

Aunque el abonamiento foliares una práctica común e importante para los productores, al corregir las deficiencias nutricionales de las plantas, esta no sustituye al abonamiento tradicional de los cultivos, pero si es una practica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales de un cultivo que no se pueden abastecer mediante abonamiento común al suelo. (Trinidad y Aguilar, 1999).

Bertsch (1995) indica que la absorción de nutrientes por vía foliar puede ser más efectiva que por la vía radicular porque es en las hojas, especialmente, donde se concentra la mayor actividad fisiológica.

El maíz en la costa central requiere de mayores dosis de nitrógeno, especialmente cuando se tiene alta densidad de plantas. (Arca; citado por Pampa, 2004)

Fritz, citado por Shimabukuru (1996), reporta que los efectos de estimulación del abonamiento foliar pueden ser particularmente fuertes, reflejándose en un incremento en la producción, si se realizan en proporciones adecuadas y a tiempo. No se puede asegurar grandes rendimientos cuando los factores de producción (agua, suelo, planta, clima, insumos y tecnología – manejo) no son óptimos para estimular los efectos del abonamiento foliar.

Ashimead, citado por Montes (2008), menciona las siguientes ventajas del abonamiento foliar:

- Las plantas reaccionan mas rápidamente a aplicaciones foliares. Los nutrientes son absorbidos más rápidamente que cuando el mineral es aplicado al suelo. Una deficiencia de nutrientes en particular es por lo general difícilmente corregido por un abonamiento al suelo. Sin embargo, debido a la reacción más rápido de la planta hacia ua abonamiento foliar, la deficiencia puede ser corregida rápidamente.
- Evitan reacciones inherentes del suelo. Los nutrientes aplicados al suelo pueden tornarse no disponibles para las plantas debido a condiciones no favorables del suelo tales como un elevado pH. Una aplicación de nutrientes al follaje,

especialmente cuando se trata de elementos traza, eliminará el peligro de fijación o pérdida en el suelo.

- Superan la incapacidad de las raíces de proveer suficientes nutrientes al rápido crecimiento de la planta. Las plantas con un crecimiento vigoroso, esencialmente requieren mas nutrientes que la raíz no puede proveer para apoyar un crecimiento óptimo. Una aplicación foliar de estos nutrientes hará mas estrecha la banda entre el requerimiento de nutrientes y la habilidad de las raíces de proveer esta necesidad.

#### **2.2.3.1.1 Ensayos experimentales con abonamiento foliar**

Trejo et al. (2003) encontró que el desarrollo del cultivo de chile jalapeño en un suelo ácido se favoreció con la aplicación del fertilizante foliar (contenía N, Ca, K, P, Mg y S) y fertilizante al suelo, en comparación con un cultivo donde no se aplico algún tipo de fertilizante (testigo) y con otro donde solo se aplico fertilizante al suelo. Además, indica que el contenido de N y clorofila en la planta, fue superior al testigo y también al cultivo en el cual se aplicó al suelo la dosis de abonamiento recomendada.

Montes (2008) encontró que la aplicación de fertilizantes foliares en, conjunto con un abonamiento edáfico, incrementa el rendimiento de manera variable de acuerdo a cada cultivar al obtener resultados estadísticamente significativos en cuanto a rendimiento con un fertilizante a base de nitratos, además concluyó que los altos rendimientos y la rentabilidad positiva obtenida por la inversión en fertilizantes foliares justifican su empleo.

Mossi (1971) determinó que el abonamiento foliar aplicado en maíz amarillo duro híbrido PM – 205 obtuvo respuesta positiva alabonamiento foliar, especialmente con la formulación 7 – 23 -7 cercana a la floración, explicando que al alto contenido de fósforo del compuesto subsanaba la deficiencia de absorción del fósforo por las raíces, porque presumiblemente el fósforo del suelo estaba fijado y poco disponible en el momento de mayor requerimiento.

Arca, et. al. (1967) manifestó que la respuesta el abonamiento es mucho más efectivo a densidades mayores de siembra, determinada mediante la disminución en la separación entre surcos. En sus experimentos observó un consistente incremento en los rendimientos al

aumentar la población de plantas por hectárea lo cual permite establecer el hecho que, a pesar de la mayor competencia de luz, humedad y nutrientes resultante de acortar la distancia entre surcos, dicha competencia no es suficiente como para hacer disminuir la producción unitaria por hectárea. Se observó también una disminución en el grosor de los tallos al aumentar la densidad de siembra, sin embargo, la incidencia de plantas tumbadas no alcanzó proporciones mayores.

Mientras que Yupanqui (1997) encontró que los tratamientos con abonamiento foliar complementaria incrementó el rendimiento en grano superando estadísticamente al testigo, donde los mejores rendimientos presentaron un incremento de 74.35%, 52.34% y 50.26% respecto al testigo.

Además, establece que respecto a las características biométricas de la planta de maíz: altura de planta, altura de mazorca, diámetro de tallo, área foliar y longitud de mazorca el efecto de los nutrientes aplicados vía foliar no obtuvo resultados notorios, pero si lo hubo cuando se demostró incremento en el rendimiento final y precocidad de floración femenina.

Machado (2005) en su evaluación de abonamiento con NPK y aplicación de un fertilizante foliar no encontró diferencias estadísticas en los rendimientos finales, comparando la aplicación de fertilizantes al suelo y vía foliar; tampoco encontró diferencia estadística respecto a las características biométricas como altura de planta, altura de mazorca, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, diámetro de tallo tampoco en floración masculina o femenina, área foliar, peso de granos pero si se obtuvo un incremento del 31% en rendimiento respecto del testigo en la interacción de los factores de aplicación de fertilizantes vía edáfico y foliar.

Sairitupa (1997) observó que el promedio del número de días del desarrollo vegetativo del maíz chala PM-213 disminuyó ligeramente al aplicar el abono foliar Stoller, además hubo un incremento del 13.51% del rendimiento en grano respecto al testigo.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 UBICACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL**

El experimento se llevó a cabo en el Campo “Santa Rosa”, ubicado dentro de la Universidad Nacional Agraria La Molina, que tiene como ubicación:

Latitud Sur: 12°05'06''

Longitud Oeste: 76°07'07''

Altitud: 251 msnm

#### **3.2. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO**

Los resultados del análisis de suelo del campo Sta. Rosa se presenta en la tabla 1 y muestra las siguientes características:

El suelo presenta textura Franca, que nos das una densidad 1.4 gr/cm<sup>3</sup>. Sobre el análisis químico el pH obtenido es de 7.59 caracterizándolo como ligeramente básico mientras que la CE muestra baja salinidad, indicadores de condiciones adecuadas para el desarrollo del cultivo y disponibilidad de nutrientes.

Respecto al contenido de materia orgánica, su presencia es baja, el contenido de CaCO<sub>3</sub> está a un nivel medio, lo que no representa peligro en el desarrollo del cultivo.

Los valores de Fosforo y Potasio son 55.8 kg y 804 kg respectivamente en su forma disponible.

El CIC se presenta bajo, por lo que es recomendable manejar un adecuado plan de fertilización, que sustituya los requerimientos del cultivo.

Analizando las relaciones catiónicas, se encontró que el contenido de magnesio es alto, mientras que el contenido de Calcio y Potasio son los adecuados para el desarrollo del cultivo.

**TABLA 01. Características del Suelo del Campo Experimental**

<b>Determinación</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>	<b>Método de análisis</b>
C.E	0.52	dS / m	Lectura de extracto de saturación
<b>Análisis mecánico</b>			
Arena	58	%	Hidrómetro de Boyucos
Limo	22	%	Hidrómetro de Boyucos
Arcilla	20	%	Hidrómetro de Boyucos
Clase textural	Franco		Triángulo Textural
pH	7.59		Potenciómetro 1:1 agua / suelo
CaCO <sub>3</sub> total	1.70	%	Gas volumétrico
Materia Orgánica	1.43	%	Walkley y Black
Fósforo disponible	18.6	ppm P	Olsen modificado
Potasio disponible	268	ppm K	Acetato de Amonio
CIC	11.68	meq/100g	Acetato de Amonio
<b>Cationes cambiables</b>			
Ca <sup>++</sup>	8.85	meq/100g	Espectrofotometría de absorción atómica
Mg <sup>++</sup>	2.07	meq/100g	Espectrofotometría de absorción atómica
K <sup>+</sup>	0.57	meq/100g	Espectrofotometría de absorción atómica
Na <sup>+</sup>	0.19	meq/100g	Espectrofotometría de absorción atómica
Al +H	0.00	meq/100g	Método de Yuan

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

### 3.3 FACTORES DE ESTUDIO

Se estudiaron tres factores, que son: Variedades (V) de maíz amarillo duro (V<sub>1</sub>= PM-213, V<sub>2</sub>=EXP-05), Densidades de siembra (D) (D<sub>1</sub>= 62500 plantas/ha, D<sub>2</sub>= 69444 plantas/ha, D<sub>3</sub>=83300 plantas/ha), Abono foliar (A) (A<sub>1</sub>=con abono foliar, A<sub>2</sub>=sin abono foliar).

### 3.4 MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS

- Se utilizaron lampas, cordel marcador, cal, wincha, regla graduada, libreta de campo, mapa de campo experimental, cinta métrica, balanza, engrapadoras, bolsas de papel, costales, etiquetas, desgranador manual, estacas con etiqueta distintiva para cada evaluación, clavos despandores y abono foliar (BOLCAR, compuesto de 4% de CaO, 1% de B y 4% de S).

**Híbrido PM – 213:** Es un híbrido doble, que tiene adaptación todo el año en la costa norte y el verano en la costa central. Presenta como características:

- Periodo vegetativo de 150 a 160 días, la altura de planta puede ser de 2.20 a 2.40 metros, la altura de mazorca desde 1.40 a 1.50 metros de altura, puede llegar a producir 1.5 mazorcas por plantas con el grano de color anaranjado y semiduro. El rendimiento potencial es de 12 t/ha.

**Híbrido Experimental – 5:** Es un híbrido doble obtenido por el Programa de Investigación y Proyección Social (PIPS) en maíz de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), que tiene como adaptación productiva los meses de invierno en la costa central. Tiene como características:

- Periodo vegetativo de 160 a 180 días, la altura de planta puede ser de 2.50 a 2.80 metros, la altura de mazorca desde 1.40 a 1.80 metros de altura, puede llegar a producir 1.5 mazorcas por plantas con el grano de color anaranjado y semiduro. El rendimiento potencial llega a ser de 12 t/ha.

### **3.5 CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO**

#### **Características de la parcela experimental**

- Distancia entre surco: 0.8 metros
- Distancia entre golpes: 0.30 m. / 0.36 m. / 0.40 m.
- Numero de surcos: 6 surcos
- Número de golpes por surco : 25 golpes/surco; 21 golpes/surco y 19 golpes/surco (de acuerdo a la densidad requerida)
- Número de semillas por golpe: 4
- Número de plantas por golpe: 2
- Longitud de surco: 7.2 metros
- Distancia entre surcos: 0.8 metros
- Área: 36.000, 36.288 y 36.480 metros<sup>2</sup> respectivamente para cada densidad

#### **Características del bloque experimental**

- Número de parcelas por bloque: 12
- Número de surcos por bloque: 72
- Longitud: 7.2 metros
- Ancho: 57.6
- Área: 414.72 metros<sup>2</sup>

#### **Características del experimento**

- Número de bloques: 4
- Ancho Total: 57.6 metros
- Longitud total: 28.8 metros
- Área experimental total: 1658.88 metros<sup>2</sup>

Respecto a la asignación de golpes para obtener cada densidad deseada, la distribución fue la siguiente:

- Densidad de 62500 plantas: 6 surcos por parcela con 19 golpes/surco, dando un total de 114 golpes a un distanciamiento de 0.4 m. entre plantas.
- Densidad de 69444 plantas: 6 surcos por parcela con 21 golpes/surco, dando un total de 126 golpes a un distanciamiento de 0.36 m. entre plantas.
- Densidad de 83333 plantas: 6 surcos por parcela con 25 golpes/surco; dando un total de 150 golpes a un distanciamiento de 0.30 m. entre plantas.

### **3.6 INSTALACION Y MANEJO DEL EXPERIMENTO**

#### **3.6.1 Preparación del terreno**

La preparación se efectuó después de realizado el riego de machaco. El proceso de preparación consistió primero en arar el suelo, mediante un arado de vertedera, a una profundidad de 0.20 m., con el fin de roturar el suelo y brindar las condiciones adecuadas para al adecuado desarrollo del cultivo. El segundo paso fue la preparación de surcos, donde cada surco estuvo a una separación de 0.80 m entre surcos, para luego dividir el campo de acuerdo al diseño experimental propuesto.

#### **3.6.2 Trazado y marcado del campo experimental**

Consistió en marcar el terreno de acuerdo al diseño experimental establecido, tanto en bloques, unidades experimentales y las calles de separación entre bloques.

Esto se realizo con la ayuda de estacas, cal, wincha y cinta métrica.

#### **3.6.3 conteo de semillas**

Se procedió a contar las semillas en el Programa de Maíz para cada variedad de acuerdo a la necesidad para cada densidad.

#### **3.6.4 Siembra**

La siembra se realizó el 02 de setiembre del 2011. Se sembró utilizando lampas para hacer un hoyo en donde se colocaron 4 semillas de maíz. La siembra en cada surco fue demarcada con la ayuda del cordel marcador que estaba previamente marcada con la

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

### 3.6.5 Desahije

Consiste en dejar dos plantas por cada golpe de siembra con las mejores características de tal forma que se tiene las densidades requeridas. Esta labor se realizó cuando la planta tenía en promedio 0.30 m de altura (de V3 a V4: de 3 a 4 hojas extendidas).

### 3.6.6 Aporque

Se realizó a los dos días de la segunda dosis de abonamiento (27 de octubre – V6: 6 hojas extendidas).

### 3.6.7 Riego

El riego fue efectuado por gravedad en las siguientes fechas:

N° de Riego	Fecha	Estado Fenológico del cultivo
1	22 de setiembre del 2011	V3: 3 hojas extendidas
2	06 de octubre del 2011	V4: 4 hojas extendidas
3	10 de noviembre del 201	V8: 8 hojas extendidas
4	24 de noviembre del 2011	V10:10 hojas extendidas
5	15 de diciembre del 2011	V13: 13 hojas extendidas
6	24 de diciembre del 2011	V16: 16 hojas extendidas
7	19 de enero del 2012	V18: 18 hojas extendidas

### 3.6.8 Labores agronómicas

#### a) Deshierbos.

Se hizo de forma manual, efectuada a los 30 días aproximadamente después de la siembra (V3: 3 hojas verdaderas), el 18 de noviembre (V9: 9 hojas extendidas) y el 14 de diciembre (V13: 13 hojas extendidas). Las malezas que mas destacaron fueron *Cynodon dactylon* (grama china, que se retiró de forma manual) y *Cyperus rotundos* (coquito).

También se realizaron aplicaciones de Atrazina (herbicida sistémico), el 10 de diciembre (V12: 12 hojas extendidas) aplicando una dosis de 50ml/mochila de 20 litros y Roundup (herbicida) en dosis de 150 ml/mochila.

#### **b) Control de plagas.**

Se realizaron aplicaciones químicas para prevenir plagas como gusano picador (*Elasmopalpus lignosellus*), cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*) gusano de tierra (*Agrotis sp*) y grillos (*Gryllus assimilis*).

Se utilizaron como productos químicos Tifón (25 ml/mochila de 20 litros), Delta Plus (25 ml/ mochila de 20 litros) y Karate (30 ml/ mochila de 20 litros) y Granulate (10 kg/ha). La primera aplicación se realizó el 13 de setiembre (V2: 2 hojas extendidas) con TIFON, variando cada producto hasta la última aplicación que fue el 10 de octubre del 2011 (V5: 5 hojas extendidas).

#### **c.) Abonamiento**

Se utilizó como dosis de abonamiento la fórmula 160-80-80 kilos de N-P-K por hectárea, utilizando como fuentes Urea, Fosfato Diamónico y Cloruro de Potasio. El abonamiento se realizó en 2 particiones, donde la primera aplicación se realizó a la emergencia con el 50% de nitrógeno y el total de fósforo y potasio, mientras que en la segunda aplicación se aplicó el 50% restante del nitrógeno.

La primera aplicación se realizó el 30 de septiembre del 2011 a los 30 días después de la siembra (V2: 2 hojas extendidas), mientras que la segunda aplicación se realizó el 25 de octubre del 2011 a los 53 días después de la siembra (V6: 6 hojas extendidas); en ambos casos el abonamiento se realizó de forma manual.

Como parte de los tratamientos, se utilizó el abono foliar BOLCAR (abono compuesto con 4% de CaO, 1% de B y 4% S), aplicado el 30 de octubre (V7: 7 hojas extendidas).

### 3.6.9 Cosecha

Se cosecharon los dos surcos centrales en cada parcela, donde previamente se habían tomado las muestras. La cosecha se realizó el 27 de febrero del 2012.

### 3.7 CONDICIONES CLIMÁTICAS

En la tabla 2 se muestran los valores climáticos registrados durante todo el ciclo vegetativo del cultivo que fue desde setiembre del 2011 hasta enero del 2012. Se tomaron los valores de temperatura máxima promedio, temperatura mínima promedio, humedad relativa máxima promedio, humedad relativa mínima promedio y la precipitación promedio durante estos meses.

**Tabla 02. Datos Meteorológicos desde los meses de setiembre del 2011 a enero del 2012**

<b>MESES</b>	<b>TEMP. MAXIMA (C°)</b>	<b>TEMP. MINIMA (C°)</b>	<b>HUMEDAD RELATIVA MAXIMA (%)</b>	<b>HUMEDAD RELATIVA MINIMA (%)</b>	<b>PRECIPITACION (mm)</b>
<b>SETIEMBRE</b>	19.6	13.0	95	76	3.5
<b>OCTUBRE</b>	21.2	13.6	93	77	0.4
<b>NOVIEMBRE</b>	23.0	15.3	93	72	1.6
<b>DICIEMBRE</b>	25.0	17.3	93	70	0
<b>ENERO</b>	28.1	18.3	93	61	0

Los datos fueron obtenidos del Observatorio Meteorológico “Alexander Von Humboldt”, que tiene como referencia: Longitud 76° 57′ Oeste; Latitud 12° 05′ Sur.

### **3.8 CARACTERÍSTICAS Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN**

Para las evaluaciones se tomaron 10 plantas competitivas de los dos surcos centrales, en las cuales se tomaron las mediciones correspondientes.

#### **3.8.1 Antes de la Cosecha**

- a) Días a la floración femenina: Se tomó los datos cuando más del 50% de las plantas hayan emitido sus pistilos.
- b) Altura de planta (m): Se evaluó luego de la floración en el total de las parcelas. Se tomó 10 plantas competitivas por cada parcela donde se midió la altura de la planta desde el cuello.
- c) Altura de inserción de mazorca (m): Se efectuó la evaluación en 10 plantas competitivas. La altura se midió desde el suelo hasta el nivel donde llegó la mazorca más alta de la planta.
- d) Diámetro del tallo (cm): Se midió en las 10 plantas elegidas en la anterior característica, midiéndose el perímetro en la mitad del segundo entrenudo emergente del suelo. El valor obtenido se dividirá entre 3.1416 obteniendo el diámetro del tallo.
- e) Número de plantas a la cosecha: Se contó el número de plantas en la parcela de evaluación.
- f) Peso de campo: Se procedió al pesaje de las mazorcas en una balanza de aproximación de 100 g.
- g) Número de mazorcas: Se contabilizó el número de mazorcas en todos los tratamientos.
- h) Porcentaje de humedad de grano a la cosecha: Se desgranó tres hileras de 10 mazorcas elegidas al azar, para alcanzar una muestra aproximada de 300 g. que fue llevada posteriormente al determinador de humedad Borrows Model 700 Digital Moisture. Toda la evaluación se llevó a cabo en el PIPS en Maíz

### 3.8.2 Después de la cosecha

- a) Diámetro de la mazorca (cm): Se tomó 10 mazorcas de las plantas de cada parcela. Se medirá el diámetro y se obtendrá el promedio.
- b) Longitud de la mazorca (cm): Se cogió 10 mazorcas, y con el uso de una cinta métrica se tomó la longitud y se sacó el promedio.
- c) Peso de mazorca (kg): Se tomaron las 10 mazorcas y fueron pesadas con ayuda de la balanza.
- d) Peso total de granos / mazorca (kg): Se procedió a desgranar las mazorcas obtenidas para luego pesar los granos y obtener el resultado.
- e) Peso de tusa (kg): Luego de desgranar las 10 mazorcas, se separan la tusa y son pesadas en la balanza para luego sacarles un promedio simple.
- f) Número de hileras por mazorca: Se procedió a contar el número de hileras en 10 mazorcas tomadas de forma aleatoria de los 2 surcos intermedios.
- g) Número de grano por hilera de 10 mazorcas: Se realizó el conteo de los granos de 2 hileras de cada mazorca muestreada, con el fin de obtener un promedio.
- a) Porcentaje de desgrane (%): Se dividió el peso de los granos de 10 mazorcas entre el peso de grano más tusa y se multiplica por 100.
- b) Peso seco de 100 granos (gr): De las mazorcas desgranadas para obtener el peso de granos/parcela, se tomó 100 semillas para obtener su peso.
- c) Rendimiento en grano: El rendimiento, en kilos por parcela, se determino con la siguiente fórmula:

$$R = (10\ 000/ A) \times 0.971 \times D \times Pc$$

- 10 000: Factor de conversión de  $\text{kg/m}^2$  a  $\text{kg/ha}$ .

- R: Rendimiento en  $\text{kg} \times \text{hectárea}^{-1}$

- A: Área de la parcela en metros cuadrados
- 0.971: Coeficiente de contorno
- D: Porcentaje de desgrane ((Peso grano / Peso mazorca) x 100)
- Pc: Rendimiento en Kg/parcela, corregido por fallas y humedad al 14%
- \* Factor de corrección por fallas:

$$\text{Factor de corrección por fallas: } \frac{(M - 0.3 \times F)}{(M - F)}$$

M: Numero de golpes por parcela

F: Número de fallas

- \* Corrección por humedad al 14%:

$$\text{Corrección por humedad: } \frac{100 - H}{86}$$

H: % de humedad del grano

### 3.9 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental empleado fue el de bloques completo al azar (DBCA), con arreglo factorial 2Vx2Ax3D que dan doce tratamientos, con cuatro repeticiones o bloques.

#### 3.9.1 Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijkl} = \mu + V_i + D_j + A_k + (VD)_{ij} + (VA)_{ik} + (DA)_{jk} + (VDA)_{ijk} + \beta_l + E_{ijkl}$$

Donde:

$i=1,2$  (v) variedades

$j= 1,2,3$  (d) densidades

$k = 1,2$  (a) abono foliar

$l = 1,2,3, 4$  (b) bloques

$\mu$  = Media poblacional.

$V_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima variedad.

$D_j$  = Efecto de la  $j$ -ésima densidad.

$A_k$  = Efecto del  $k$ -ésimo Abono foliar

$(VD)_{ij}$  = Efecto de la interacción de la  $i$ -ésima variedad con la  $j$ -ésima densidad

$(VA)_{ik}$  = Efecto de la interacción de la  $i$ -ésima variedad con el  $k$ -ésimo abono foliar

$(DA)_{jk}$  = Efecto de la interacción de la  $j$ -ésima densidad con el  $k$ -ésimo abono foliar

$(VDA)_{ijk}$  = Efecto de la interacción de la  $i$ -ésima variedad con la  $j$ -ésima densidad y con el  $k$ -ésimo abono foliar.

$B_l$  = Efecto del  $l$ -ésimo bloque

$E_{ijkl}$  = Error experimental.

### 3.9.2 Análisis de Varianza

A continuación, se presenta el cuadro del Análisis de Varianza (ANVA)

Fuente de variación	GL	E(CM)
Bloques	b-1=3	$\hat{\sigma}_e^2 + vda\sigma_B^2$
Variedad (V)	v-1=1	
Densidad (D)	d-3=2	$\hat{\sigma}_e^2 + bda \sum V_i^2 / (v-1)_A$
Abono foliar (A)	a-1=1	
VD	(v-1)(d-1) = 2	$\hat{\sigma}_e^2 + vab \sum D_j^2 / (d-1)$
VA	(v-1)(a-1) = 1	$\hat{\sigma}_e^2 + vdb \sum A_k^2 / (a-1)$
DA	(d-1)(a-1) = 2	
VDA	(v-1)(d-1)(a-1) = 2	$\hat{\sigma}_e^2 + ab \sum (VD)_{ij}^2 / (v-1)(d-1)$
Error	(vda-1)(b-1)=33	$\hat{\sigma}_e^2 + db \sum (VA)_{ik}^2 / (v-1)(a-1)$
Total	Vdab-1=47	$\hat{\sigma}_e^2 + vb \sum (DA)_{jk}^2 / (d-1)(a-1)$
		$\hat{\sigma}_e^2 + b \sum (ABC)_{ijk}^2 / (v-1)(d-1)(a-1)$
		$\hat{\sigma}_e^2$

### 3.9.3 Análisis Estadístico

En cada variable en estudio se realizó el correspondiente análisis de variancia (ANVA) para las variables: índice de mazorca, altura de planta, altura de la inserción de la mazorca, diámetro del tallo, días a la floración femenina, diámetro de la mazorca, longitud de la mazorca, peso de mazorca, peso de tusa, número de grano por hilera, rendimiento, peso de 100 granos e índice de mazorca.

Una vez realizada el ANVA, se procedió a la comparación de medias utilizando las Pruebas de Duncan. Cuando ocurría alguna significación estadística para la interacción de primer orden o de segundo orden se procedió a realizar el ANVA de los efectos simples para las interacciones de primer orden y efectos simples simples para la interacción de segundo orden y su posterior análisis con las Pruebas de Duncan.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados y discusiones se van a presentar por cada variable estudiada

### 4.1 VARIABLE: RENDIMIENTO EN GRANO

En el análisis de varianza (tabla 3) no se encontró significación estadística para el factor densidad de siembra (D), variedades (V), abono foliar (A), y las interacciones de primer orden densidad por abono foliar, variedad por abono foliar y la interacción de segundo orden densidad por variedad por abonamiento foliar; solo la interacción de primer orden densidad por variedad fue significativo estadísticamente, indicándonos que la densidad depende de la variedad para su expresión de igual manera la variedad depende de la densidad por lo cual se debe de realizar el análisis de variancia de efectos simples. En el análisis de variancia de efectos simples (tabla 4) en su fuente de variación densidad en variedad EXP-5 y variedad en densidad de siembra  $d_3$  (83 333 plantas x hectárea<sup>-1</sup>), fueron altamente significativos estadísticamente. al realizar la comparación de medias (tabla 5 y tabla 6) podemos observar que la densidad de 83 333 plantas x hectárea<sup>-1</sup> con la variedad EXP-05 obtiene el primer lugar con 10.122 t x hectárea<sup>-1</sup> siendo esto diferente estadísticamente de las otras combinaciones.

En las tablas 7, 8 y 9 las densidades en promedio de variedades y abonamiento foliar son similares, las variedades en promedio de densidades y abonamiento foliar son similares estadísticamente y abono foliar en promedio de densidades y variedades son similares estadísticamente, la aplicación del abono foliar ha disminuido el rendimiento en vez de aumentar el rendimiento. Tal como muestra Barnett (1980), quien mencionó que el rendimiento óptimo para una variedad surge en función de la densidad y de las características de la variedad y como menciona Bartolini (1990), quien afirma que la densidad de plantas esta correlacionado con las características genéticas de cada variedad y por lo tanto varía de híbrido a híbrido; manifestando además que algunos híbridos precoces producen muy poco cuando son sembrados a alta densidad. De manera similar, Córdova

(1996) halló diferencias en el rendimiento debido al genotipo de cada variedad estudiada (PM – 702, PM – 103, PM – 213, C – 408, C – 421 y C-606), mencionando que al aumentar la densidad de siembra de cada una el rendimiento aumentaba de forma proporcional. Él explica que las variedades al ser sembradas con distintas densidades, ocasionan una mejor expresión en sus características de desarrollo. Sin embargo, Olivares (1967) encontró que se ha obtenido mejores rendimientos con una densidad de 55 555 plantas x hectárea<sup>-1</sup> siendo estadísticamente superior a densidades de 44 444 y 74 074 plantas x hectárea<sup>-1</sup> (al trabajar con el híbrido PM-204). Los rendimientos fueron de 9355, 9049 y 8292 kg x hectárea<sup>-1</sup> respectivamente. En sus discusiones explica que la alta densidad ocasiona competencia y ocurre menor formación de materia seca y menor producción de granos.

Para ambas variedades se encontró que el comportamiento no es similar, la relación del aumento de rendimiento con el aumento de densidad, al igual que los resultados mostrados por Maya y Ramírez (2002) que determinaron que la interacción variedad x densidad de población fue significativa en el caso del rendimiento de grano y la prolificidad. En dos variedades de maíz híbridos, B-840 y P-3288, el rendimiento de grano se redujo en 633 y 230 kg x hectárea<sup>-1</sup> respectivamente, por cada 25 mil plantas de aumento de la densidad de población, el cual estaría relacionado con el porcentaje de prolificidad. En cambio, en la variedad HV-313 el rendimiento de grano no se afectó, logrando un importante incremento, en relación de 58 kg x hectárea<sup>-1</sup> por cada 25 000 plantas/ha. Las pruebas de Duncan (tabla 9) han demostrado que no existe diferencias estadísticas para el abono foliar en promedio de densidades y variedades. Estos resultados difieren de lo demostrado por Sairitupac (1997) quien observó que para la variedad PM-213 al aplicar el abono foliar Stoller hubo un incremento del 13.51% del rendimiento en grano, quizás esto se debe el efecto conjunto de la densidad por variedad. Mientras Yupanqui (1997) afirma que los tratamientos con abonamiento foliar complementaria incrementan el rendimiento en grano superando estadísticamente al testigo, donde los mejores rendimientos presentaron un incremento de 74.35%, 52.34% y 50.26% respecto al testigo, pero vale mencionar que sus ensayos estuvieron bajo una misma densidad.

La fuente empleada como abono foliar (BOLCAR) no contiene los elementos necesarios para producir una variación significativa en el rendimiento de grano, además el contenido nutricional en el suelo ha sido suficiente para asegurar una óptima producción del cultivo.

En el gráfico 1 podemos observar los promedios obtenidos para todas las combinaciones que son los tratamientos, observamos que los valores varían desde 8.2760 t x hectárea<sup>-1</sup> alcanzado con la densidad de 83 333 plantas x hectárea<sup>-1</sup> con la variedad PM-213 y abonamiento foliar hasta 10.2805 t x hectárea<sup>-1</sup> obtenida con la variedad EXP-05 con la densidad de d3 (83 333 plantas x hectárea<sup>-1</sup>) y sin abonamiento foliar, el mayor rendimiento obtenido se debe a que esta variedad puede soportar altas densidades de siembra lo que no ocurre con la variedad PM-213 que baja sus rendimiento a alta densidad, el abonamiento foliar no tuvo influencia en su expresión; el abonamiento foliar influyó en la densidad de d2 (69 444 plantas por hectárea) con la variedad EXP-05 con 9 546 t/ha. Al observar las combinaciones, observamos que la variedad EXP-05 ha obtenido los mejores resultados puesto que su composición genética ha podido expresarse mejor en las condiciones productivas dadas, además, con la alta densidad alcanza mayor tamaño pudiendo formar así mayor contenido de biomasa al capturar mejor la luz, lo que se traduce en mejor llenado de grano además de mejor cobertura del suelo, que ayuda a mantener la humedad de suelo implicando menos pérdida de nutrientes en el suelo.

**Tabla 3. Análisis de variancia para rendimiento de grano (t x hectárea<sup>-1</sup>)**

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>
Bloques	3	0.328	0.109
D	2	2.407	1.204
V	1	1.218	1.219
A	1	0.219	0.219
DV	2	7.549	3.775 (*)
DA	2	1.683	0.842
VA	1	3.114	3.115
DVA	2	3.051	1.526
Error	33	24.469	0.741
TotaL	47	44.042	
C.V. = 9.41 %			

(\*) significación al 0.05 de probabilidad

(\*\*) significación al 0.01 de probabilidad

**Tabla 4. Análisis de variancia de los efectos simples de la interacción densidad por variedad (DV) para rendimiento en grano (t x hectárea<sup>-1</sup>)**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>
Densidad en v <sub>1</sub> (PM-213)	2	1.908	0.954
Densidad en v <sub>2</sub> (EXP-05)	2	8.048	4.024 (**)
Variedad en d <sub>1</sub> (62 500 plantas/ha)	1	0.100	0.100
Variedad en d <sub>2</sub> (69 444 plantas/ha)	1	1.266	1.266
Variedad en d <sub>3</sub> (83 333 plantas/ha)	1	7.401	7.401 (**)
Error	33	24.469	0.742
TOTAL	40	43.193	14.488

(\*) significación al 0.05 de probabilidad

(\*\*) significación al 0.01 de probabilidad

**Tabla 5. Comparación de Medias de la interacción densidad de siembra (D) en la variedad EXP-05 (v<sub>2</sub>) para rendimiento de grano (t x hectárea<sup>-1</sup>)**

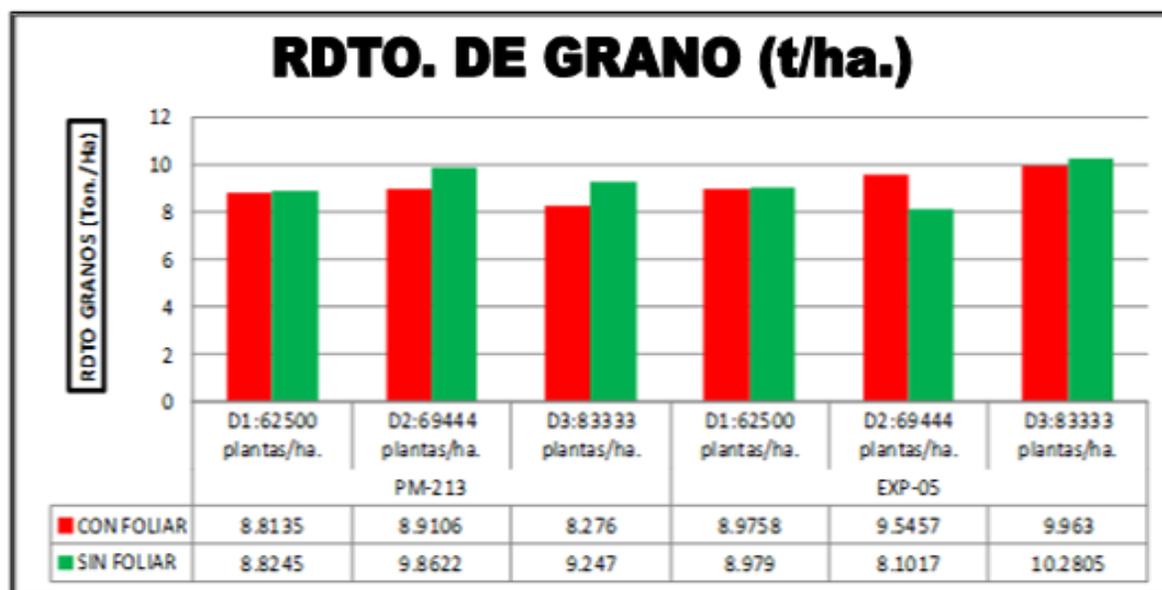
Densidad (D) en EXP – 05 (v <sub>2</sub> )	Promedio	Incrementos (%)
d <sub>3</sub> v <sub>2</sub> (83 333 plantas/ha. con EXP-05)	10.122 A	114.71
d <sub>1</sub> v <sub>2</sub> (62 500 plantas/ha. con EXP-05)	8,977 B	101.73
d <sub>2</sub> v <sub>2</sub> (69 444 plantas/ha. con EXP-05)	8.824 B	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 6. Comparación de Medias de la interacción Variedad (V) en la densidad de 83 333 plantas/ha (d<sub>3</sub>) para rendimiento de grano (t x hectárea<sup>-1</sup>)**

Variedad (V) en densidad 83 333 (d <sub>3</sub> )	Promedio	Incrementos (%)
v <sub>2</sub> d <sub>3</sub> (EXP-05 con 83 333 plantas/ha.)	10.122 A	115.52
v <sub>1</sub> d <sub>3</sub> (PM-213 con 83 333 plantas/ha.)	8.762 B	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad



**Gráfico 1. Promedio para rendimiento de grano (t x hectárea<sup>-1</sup>) de la interacción densidad de siembra por variedad por abono foliar (DVA) de maíz amarillo duro.**

**Tabla 7. Comparación de medias para densidades (D) en promedio de variedades y abono foliar para rendimiento de grano (t x hectárea<sup>-1</sup>)**

Densidad de siembra (plantas/ha.)	Promedio	Incrementos (%)
d <sub>3</sub> : 83 333	9.442 A	106.11
d <sub>2</sub> : 69 444	9.105 A	102.33
d <sub>1</sub> : 62 500	8.898 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 8. Comparación de medias para variedades (V) en promedio de densidades y abono foliar para rendimiento de grano (t x hectárea<sup>-1</sup>)**

Variedades	Promedio	Incrementos (%)
v <sub>2</sub> : EXP-05	9.3076 A	103.54
v <sub>1</sub> : PM-213	8.9890 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 9. Comparación de medias para abono foliar en promedio de densidades de Siembra y variedades para rendimiento de grano (t x hectárea<sup>-1</sup>)**

Abono foliar	Promedio	Incremento (%)
a <sub>2</sub> : Sin abono foliar	9.216 A	101.49
a <sub>1</sub> : Con abono foliar	9.081 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

#### **4.2 VARIABLE: PESO DE 100 GRANOS DE MAÍZ AMARILLO DURO**

En el análisis de variancia (tabla 10), se observa que no presenta significación estadística en su fuente de variación para densidad (D), abono foliar (A), densidad por variedad (DV), densidad por abono foliar (DA) y densidad por variedad y abono foliar (DVA); pero si alta significación estadística para variedad (V), y significación estadística para la interacción de primer orden variedad por abono foliar, siendo necesario estudiar sus efectos simples.

En el análisis de variancia de efectos simples (tabla 11) en su fuente de variación variedad por abono foliar, se observa alta significación estadística para variedad en  $a_1$  (con abonamiento foliar) y significación estadística para abono foliar en  $V_2$  (EXP-05). Al realizar la comparación de medias (tablas 12 y 13), se observó que el mayor promedio se obtiene con la combinación de  $V_2A_1$  (EXP-05 con abono foliar) con 42.5 gramos, siendo esto estadísticamente distinta de las otras combinaciones.

Al realizar la comparación de medias para densidades en promedio de variedades y abono foliar, no encontramos diferencias estadísticas, pero podemos observar que al aumentar la densidad de siembra ocurre un incremento en el peso de 100 semillas (tabla 14). Similar resultado encontró Díaz (2004) al evaluar el comportamiento de 10 híbridos: en 4 localidades diferentes con 3 densidades de siembra no ocurrió una variación significativa del peso de 250 granos al aumentar la densidad de siembra, mientras que, de forma contraria, Guinoza (1999) encontró resultados positivos para el uso de 67340 y 74074 plantas/hectárea al lograr los mayores promedios para el peso de 100 granos. Estos resultados distintos podrían ser por el resultado de las condiciones edáficas que ha tenido el campo de ensayo para cada caso; debido a que no encontramos diferencias estadísticas en el abono foliar (tabla 16), podemos inferir que las condiciones nutritivas del medio fueron suficientes para satisfacer las necesidades del cultivo.

El mayor peso de 100 granos se obtiene con la variedad EXP-05, de forma indistinta con la densidad de siembra, pero si con apoyo de una correcta dosis de abono foliar. Entonces podemos explicar que la densidad no tiene influencia sobre esta variedad en vista de que el abonamiento fue la adecuada para lograr que las semillas desarrollen su potencial en peso. Por lo tanto, el peso de 100 granos depende únicamente del factor genotipo o varietal puesto que cada variedad híbrida tiene una característica distintiva que permite tener granos más grandes y más pesados, relacionado además a contenido celular en la zona de reserva de asimilados nutricionales en los granos que presenta esta variedad y la facilidad del cultivo para acumular nutrientes esenciales. Similar conclusión tuvo Córdova (1996), al determinar que el peso de los granos no varió significativamente al aumentar la densidad, pero que este si puede ser influenciado por diferencias en el genotipo. El mayor promedio fue hallado en la variedad EXP-05 a una alta densidad con aplicaciones foliares, siendo este

de 44 mientras que el menor valor se halló en la variedad PM-213 con 69 444 plantas/ha con aplicaciones foliares (gráfico 2).

**Tabla 10. Análisis de variancia para la variable Peso de 100 granos (g)**

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>
Bloques	3	29.562	9.854
D	2	8.7917	4.396
V	1	111.020	111.021 (**)
A	1	3.5208	3.521
DV	2	20.041	10.021
DA	2	23.041	11.521
VA	1	31.687	31.687 (*)
DVA	2	0.125	0.063
Error	33	170.687	5.172
Total	47	398.479	
C.V. = 5.70%			

(\*) significación al 0.05 de probabilidad

(\*\*) significación al 0.01 de probabilidad

**Tabla 11. Análisis de variancia de efectos simples para la interacción Variedad por abono foliar para Peso de 100 granos (g)**

Fuente de variación	GL	SC	CM
Variedad en a <sub>1</sub> (con abono foliar)	1	130.667	130.667 (**)
Variedad en a <sub>2</sub> (sin abono foliar)	1	12.042	12.042
Abono foliar en v <sub>1</sub> (PM-213)	1	7.042	7.042
Abono foliar en v <sub>2</sub> (EXP-05)	1	28.167	28.167 (*)
Error	33	170.688	5.172
Total	37	348.604	

(\*) significación al 0.05 de probabilidad

(\*\*) significación al 0.01 de probabilidad

**Tabla 12. Comparación de medias de la interacción variedad (V) con abono foliar (a<sub>1</sub>) para Peso de 100 granos (g).**

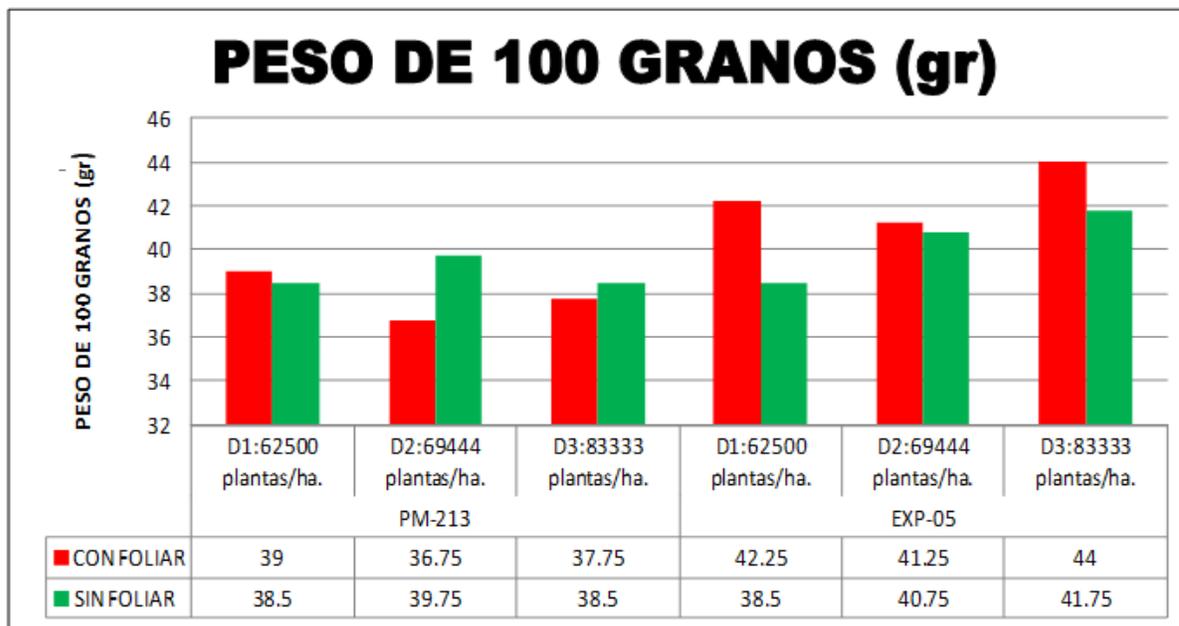
Variedad (V) en a <sub>1</sub>	Promedio	Incrementos (%)
V <sub>2</sub> A <sub>1</sub> (EXP-05 con abono foliar)	42.50 A	112.34
V <sub>1</sub> A <sub>1</sub> (PM-213 con abono foliar)	37.83 B	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 13. Comparación de medias de la interacción abono foliar (A) con la variedad EXP-05 (V<sub>2</sub>) para Peso de 100 granos (g).**

Efectos simples	Promedio	Incrementos (%)
A <sub>1</sub> V <sub>2</sub> (Con abono foliar con EXP-05)	42.50 A	105.38
A <sub>2</sub> V <sub>2</sub> (Sin abono foliar con EXP-05)	40.33 B	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad



**Gráfico 2. Promedio para el Peso de 100 granos (gr) de la interacción Densidad de siembra por abono foliar por Variedades (DAV) de maíz amarillo duro**

**Tabla 14. Comparación de Medias para las Densidades (D) en promedio de Variedades y Abono foliar para Peso de 100 granos**

Densidad de siembra (plantas x hectárea <sup>-1</sup> )	Promedio	Incremento (%)
D <sub>3</sub> : 83 333	40.500 A	102.37
D <sub>2</sub> : 69 444	39.625 A	100.16
D <sub>1</sub> : 62 500	39.563 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 15. Comparación de Medias para las Variedades (V) en promedio de Densidades de siembra y Abono foliar para Peso de 100 granos**

<b>Variedad</b>	<b>Promedio</b>	<b>Incremento (%)</b>
V <sub>1</sub> : EXP-05	41.417 A	107.93
V <sub>2</sub> : PM-213	38.375 B	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 16. Comparación de Medias para el Abono foliar (A) en promedio de Densidades de siembra y Variedades para Peso de 100 granos**

<b>Abono foliar</b>	<b>Promedio</b>	<b>Incremento (%)</b>
A <sub>1</sub> : con abono foliar	40.167 A	101.37
A <sub>2</sub> : sin abono foliar	39.625 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

#### **4.3 VARIABLE: PESO TOTAL DE GRANOS POR MAZORCA**

En el análisis de varianza (tabla 17) en su fuente de variación existe significación estadística para variedad (V) pero no se encontró significación estadística para densidad (D), abono foliar (F) y las interacciones de primer orden densidad por variedad (DV), densidad por abono foliar (DA), variedad por abono foliar (VA) y la interacción de segundo orden densidad por variedad por abono foliar (DVA).

Al realizar la comparación de medias (tabla 18), no existe significación estadística para las tres densidades de siembra en promedio de variedades y abono foliar en peso total de granos por mazorca.

El peso de los granos está determinado por un componente potencial (influencia genética) y otro ambiental (condiciones de llenado), puesto que ambos factores intervienen en la duración del periodo de llenado y la capacidad de la planta para acumular materia seca, que determinarán el potencial de llenado y el tamaño de grano; y es en la etapa de crecimiento

de la planta donde se determina la disponibilidad de asimilados para los granos en formación durante el periodo de floración.

Para el caso de los cambios en el número de granos por efectos genéticos, estos son modulados por la relación entre la demanda diaria de las espigas para llenar dichos granos y la oferta de carbohidratos que sostengan dicha demanda, por lo tanto, un tipo de planta que tiene como característica positiva el adecuado balance entre parte vegetativa y generativa va a facilitar la acumulación de reservas y su posterior traslado a los granos. Respecto a lo mencionado, estas características son logradas con la variedad PM-213; tal como podemos observar en el peso del grano (tabla 19), donde existen diferencias estadísticas para variedades, con la variedad EXP-05 obtenemos un incremento de 4.54 % sobre la variedad PM-213 que tuvo una media de 0.1733 kg.

No se encontró diferencias significativas para abono foliar en promedio de densidad de siembra y variedad (tabla 20).

El peso en granos no sufrió variación por la densidad debido a que la planta pudo desarrollarse normalmente en su aspecto morfológico (distribución adecuada de hojas para alcanzar interceptar la mayor intensidad lumínica), por lo que la distribución de asimilados nutritivos hacia los granos, que colaborarán en su llenado, no se vio afectado. Mientras que, con las variedades, EXP-05 ha mostrado mejor peso de granos porque tiene mejores características reproductivas, además esta relacionado con el alto desarrollo morfológico de la planta y su buen desarrollo vegetativo, mayor reserva capacidad de formación de asimilados nutricionales, durante la floración en comparación con la variedad PM-213 tabla 19.

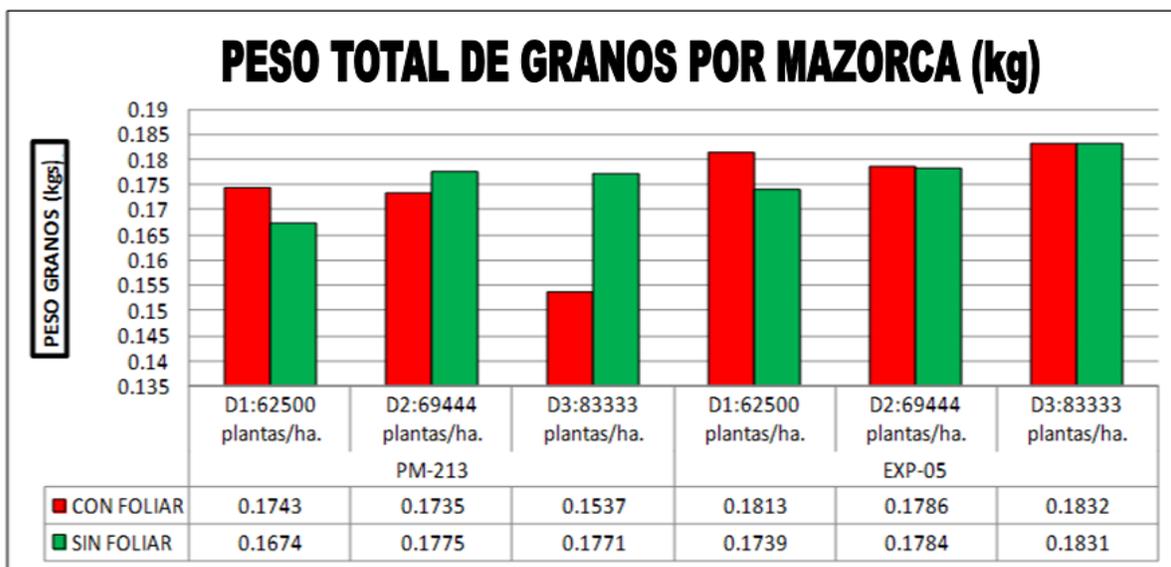
El menor promedio de peso de granos por mazorca se alcanza cuando con una densidad de 83 333 plantas/ha y con abono foliar y la variedad PM-213, el mayor valor es logrado con la variedad EXP-05 a una densidad alta de 83 333 plantas x hectárea<sup>-1</sup> con abono foliar. (Gráfico 3)

**Tabla 17. Análisis de variancia para peso total de granos por mazorca (kg)**

Fuente de variación	GL	SC	CM
Bloques	3	0.0005	0.0002
D	2	0.0002	0.0001
V	1	0.0007	0.0007 (*)
A	1	0.000017	0.000017
DV	2	0.0007	0.0003
DA	2	0.0006	0.0003
VA	1	0.0003	0.0003
DVA	2	0.00011	0.0001
Error	33	0.0044	
Total	47	0.0075	
C.V.=6.48%			

(\*) significación al 0.05 de probabilidad

(\*\*) significación al 0.01 de probabilidad



**Gráfico 3. Promedio para el peso total de granos por mazorca (kg) de la interacción densidad de siembra por abono foliar por variedades (DAV) de maíz amarillo duro.**

**Tabla 18. Comparación de medias para densidades (D) en promedio de variedades y abono foliar para Peso total de granos por mazorca (kg)**

Densidad de siembra (plantas x hectárea <sup>1</sup> )	Promedio	Incremento (%)
D <sub>2</sub> : 69 444	0.179 A	102.57
D <sub>1</sub> : 62 500	0.177 A	101.25
D <sub>3</sub> : 83 333	0.175 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 19. Comparación de medias para variedades en promedio de densidades de siembra y abono foliar para Peso total de granos por mazorca (kg)**

Variedades	Promedio	Incremento (%)
V <sub>2</sub> : EXP-05	0.181 A	104.54
V <sub>1</sub> : PM-213	0.173 B	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 20. Comparación de medias para abono foliar (A) en promedio de densidades de siembra y variedades para Peso total de granos por mazorca (kg)**

Abono foliar	Promedio	Incremento (%)
A <sub>2</sub> : Sin abono foliar	0.177 A	100.68
A <sub>1</sub> : Con abono foliar	0.176 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

#### **4.4 VARIABLE: NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA**

En base a los resultados del análisis de varianza (tabla 21) tenemos significación estadística para el efecto variedad (V) mas no para los otros efectos principales como son densidad de siembra (D) y abono foliar (A). no se mostró significación estadística para el efecto de la interacción de primer orden densidad por variedad, densidad por abono foliar y variedad

por abono foliar y tampoco para las de segundo orden densidad por variedad por fertilización.

Al realizar la comparación de medias (tabla 22) no observamos diferencias estadísticas entre las densidades de siembra ni el abono foliar (tabla 24), pero si observamos un incremento cuando ocurre un incremento de la densidad de siembra. Al respecto, Bolaños (1998) determinó que el número de hileras no fue influenciado por la densidad de siembra.

En la (tabla 23) se encontró diferencias estadísticas para variedades en promedio de densidades y abono foliar, demostrando un incremento de 0.548 hileras en la media de la variedad EXP-05 sobre la media obtenida con PM-213.

El valor promedio más alto fue de 13.90 encontrado en la variedad EXP-05 a una densidad de 62 500 plantas x hectárea<sup>-1</sup> mientras que el menor valor fue hallado en la variedad PM-213 con 83 333 plantas x hectárea<sup>-1</sup> siendo de 12.70 (gráfico 4).

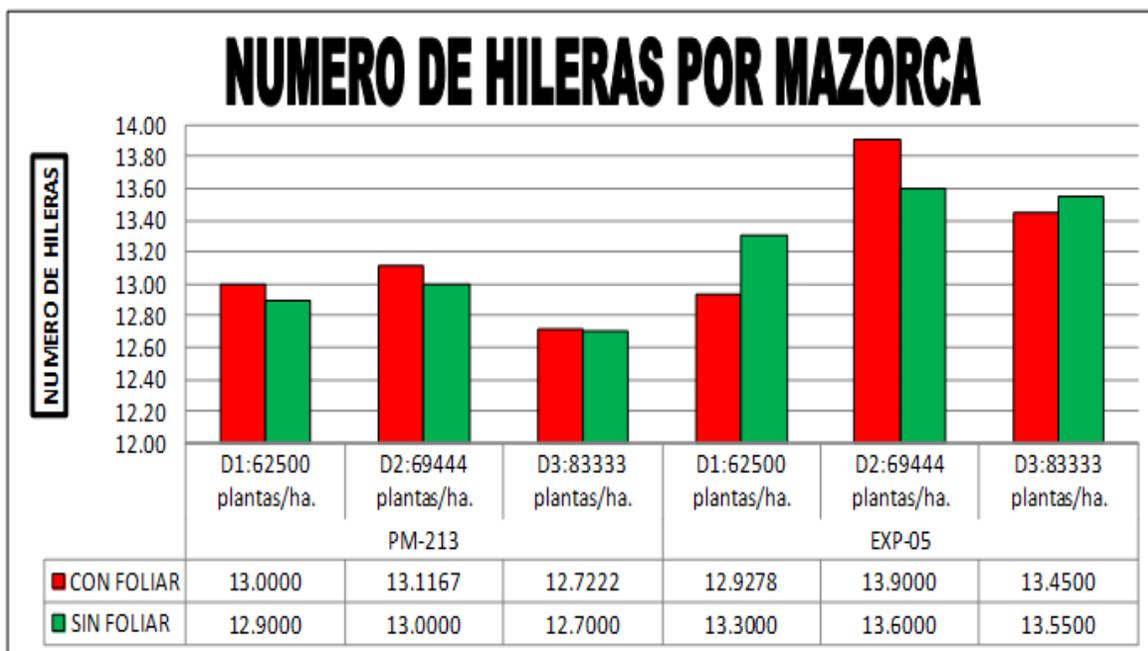
El número máximo de hileras por mazorca es determinado entre los estadios V5 y V8 y queda determinado por la capacidad de los domos meristemáticos que a su vez producen óvulos, estos óvulos eventualmente se dividen y forman pares de líneas con granos.

**Tabla 21. Análisis de variancia para la variable Número de hileras por mazorca**

Fuente de variación	GL	SC	CM
Bloques	3	0.462	0.154
D	2	1.243	0.621
V	1	3.605	3.605 (**)
A	1	0.001	0.001
DV	2	0.904	0.452
DA	2	0.252	0.127
VA	1	0.056	0.056
DVA	2	0.215	0.107
Error	33	8.909	0.269
Total	47	15.650	
C.V. = 3.94%			

(\*) significación al 0.05 de probabilidad

(\*\*) significación al 0.01 de probabilidad



**GRÁFICO 4. Promedio para el Número de hileras por mazorca de la interacción Densidad de siembra por abono foliar por Variedades (DAV) de maíz amarillo duro**

**Tabla 22. Comparación de Medias para las Densidades (D) en promedio de Variedades y abono foliar para Número de hileras por mazorca**

Densidad de siembra (plantas x hectárea <sup>-1</sup> )	Promedio	Incremento (%)
D <sub>2</sub> : 69 444	13.409 A	102.90
D <sub>3</sub> : 83 333	13.105 A	100.57
D <sub>1</sub> : 62 500	13.031 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 23. Comparación de Medias para Variedades (V) en promedio de Densidades de siembra y abono foliar para Número de hileras por mazorca**

Variedades	Promedio	Incremento (%)
V <sub>2</sub> : EXP-05	13.454 A	104.25
V <sub>1</sub> : PM-213	12.906 B	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 24. Comparación de Medias para Abono foliar (A) en promedio de Densidades de siembra y Variedades para Número de hileras por mazorca**

Abono foliar	Promedio	Incremento (%)
A <sub>1</sub> : con abono foliar	13.186 A	100.08
A <sub>2</sub> : Sin abono foliar	13.175 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

#### **4.5 VARIABLE: NÚMERO DE GRANOS POR HILERA**

Con el Análisis de Varianza (tabla 25) podemos observar que para la variable número de granos por hilera se muestra significación estadística para los efectos principales de las densidades de siembra (D) y el efecto de las variedades (V) pero no se muestra significación estadística para el efecto de la abono foliar (A), además no hubo significación estadística para ninguna de las interacciones de primer orden densidad por variedad,

densidad por abono foliar y variedad por abono foliar, así como tampoco se muestra para las interacciones de segundo orden densidad por variedad por abono foliar.

Al realizar la comparación de medias, encontramos diferencias estadísticas para densidad de siembra en promedio de las variedades y abono foliar, el mayor número de granos por hilera se alcanza con la menor densidad  $d_1$  de 62 500 plantas x hectárea<sup>-1</sup> (tabla 26). Bolaños (1998) encontró que el número de granos por hilera y otros factores no fueron influenciados por la densidad de siembra. En cambio, Guinoza (1999) encontró que el mayor número de granos por hilera correspondió a la densidad de 67 340 plantas x hectárea<sup>-1</sup> sobre la densidad de 83 333 ( $D_2$ ) plantas x hectárea<sup>-1</sup>. Al realizar la prueba de Duncan para variedades, en promedio de las densidades por abono foliar (tabla 27) encontró diferencias estadísticas, así tenemos que la variedad PM-213 tiene un incremento de 7.89 % sobre la media de la EXP-05.

En la variedad PM-213 los valores mínimos se logran con la  $d_2$  y sin abono foliar logrando un promedio de 35.59 granos por hilera y el mayor se alcanza con la  $d_1$  sin abono foliar siendo de 37.41 el promedio. Con la variedad EXP-05 los menores valores se dan con la  $d_3$  y con abono foliar alcanzando un promedio de 33.55 granos y el mayor valor es de 35.74 granos por hilera que se logra con la  $d_1$  y con abono foliar.

En el ensayo no se encontró diferencias estadísticas para abono foliar (tabla 28), datos que difieren de lo mostrado por Córdova (1996), quien indica que el número de granos por hilera muestra diferencias debido al genotipo.

La producción de óvulos (granos potenciales) tiene un costo energético relativamente bajo para la planta, lo que sugiere que el aborto de granos en posiciones apicales de la espiga estaría relacionado con una situación de competencia desfavorable para el aprovechamiento de reservas nutricionales en comparación con los granos del resto de la espiga. Esto ocurre cuando hay escasa reserva de nutrientes durante la etapa vegetativa o algún estrés ocurrido durante la floración; por lo tanto, con una menor densidad, se tiene mejor aprovechamiento de los recursos nutritivos y agua del medio para que esta pueda desarrollarse adecuadamente y lograr incremento en el número de granos por hilera.

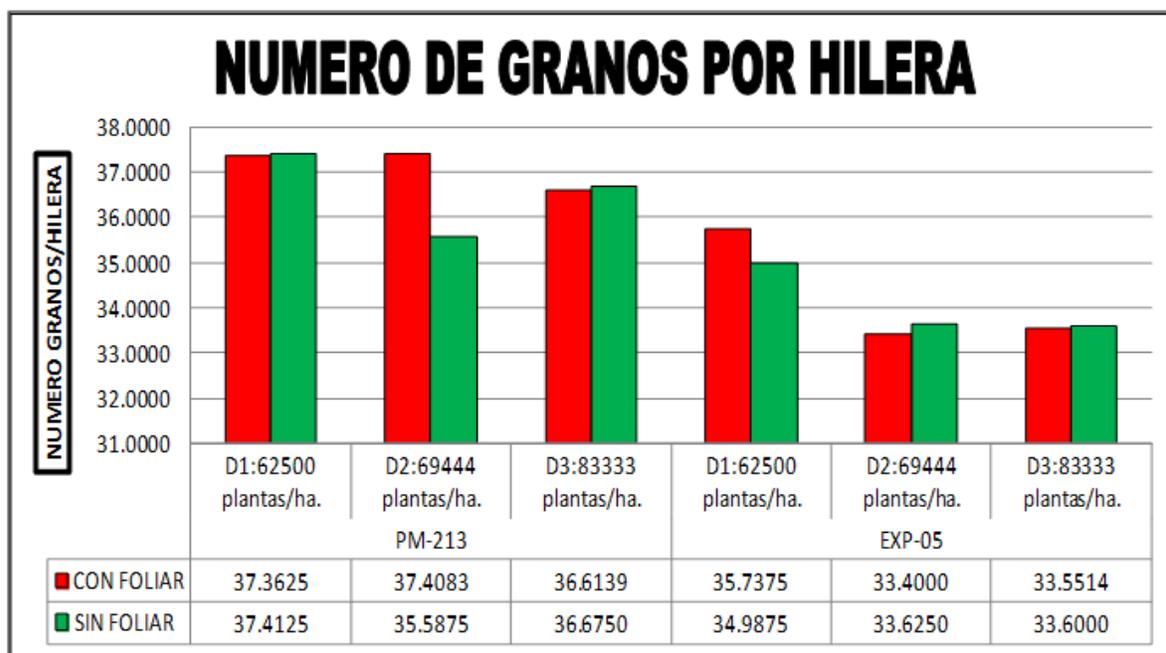
Al utilizar la densidad de 62 500 plantas x hectárea<sup>-1</sup>, el número de granos por hilera fluctúa desde 34.9875 alcanzado por la variedad EXP-05 sin abono hasta lograr 37.41 granos por hilera sin abonar la variedad PM-213 (gráfico 5).

**Tabla 25. Análisis de variancia para la variable Número de granos/hilera**

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>
Bloques	3	2.83	0.944
D	2	18.599	9.299 (*)
V	1	87.029	87.029 (**)
A	1	1.593	1.593
DV	2	2.691	1.345
DA	2	1.455	0.727
VA	1	0.506	0.506
DVA	2	4.318	2.159
Error	33	67.196	2.036
Total	47	186.224	
C.V. = 4.02%			

(\*) significación al 0.05 de probabilidad

(\*\*) significación al 0.01 de probabilidad



**Gráfico 5. Promedio para el Número de Granos/Hilera de la interacción Densidad de siembra por abono foliar por Variedades (DAV) de maíz amarillo duro**

**Tabla 26. Comparación de Medias para Densidades (D) en promedio de Variedades y Abono foliar para Número de granos por hilera**

Densidad de siembra (plantas x hectárea <sup>-1</sup> )	Promedio	Incremento (%)
D <sub>1</sub> : 62 500	36.375 A	103.91
D <sub>3</sub> : 83 333	35.110 B	100.30
D <sub>2</sub> : 69 444	35.005 B	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 27. Comparación de Medias para Variedades (V) en promedio de Densidades de siembra y abono foliar para Número de granos por hilera**

Variedades	Promedio	Incremento (%)
V <sub>1</sub> : PM-213	36.843 A	107.89
V <sub>2</sub> : EXP-05	34.150 B	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 28. Comparación de Medias para el abono foliar en promedio de Densidades de siembra y Variedades para Número de granos por hilera**

<b>Abono foliar</b>	<b>Promedio</b>	<b>Incremento (%)</b>
A <sub>1</sub> : Con abono foliar	35.679 A	101.03
A <sub>2</sub> : Sin abono foliar	35.315 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

#### **4.6 VARIABLE: DÍAS A LA FLORACIÓN FEMENINA**

En el análisis de varianza (tabla 29) se observa que no hay significación estadística para los efectos principales densidades, variedades, abono foliar, las interacciones de primer orden y la interacción de segundo orden, al no ser significativo las interacciones de primer y segundo orden nos indican que tienen un comportamiento independiente cada factor en estudio.

Al comparar las medias del factor densidades en promedio de variedades y abonamiento foliar (tabla 30) establece que con la densidad de 83 333 plantas x hectárea<sup>-1</sup> se alcanzó una media de 9.44 días y con la d<sub>2</sub>: 69 444 plantas x hectárea<sup>-1</sup> ha se logró una media de 9.105 siendo ambas mayores que la media mostrada con la d<sub>1</sub>: 62 500 plantas/ha con 8.898 días.

No se encontró diferencias entre las distintas densidades, resultados compartido con Bolaños (1998), quien determinó que la floración femenina y floración masculina no fueron influenciadas por la densidad de siembra.

Para la variedad PM-213 se alcanza menor promedio días a la floración femenina cuando se utiliza una alta densidad de siembra y se realizar el abono foliar, en cambio para la EXP-05 se alcanza menos días cuando se utiliza una baja densidad de siembra y se abona.

Con la Prueba de Duncan (tabla 31), no encontramos diferencias estadísticas del efecto Variedad en promedio sobre el efecto densidades y abonamiento foliar.

Córdova (1996) en su estudio de híbridos con diferentes densidades de siembra encontró que los días a la floración femenina y la floración masculina no variaron significativamente al aumentar la densidad, pero si halló diferencia debido al genotipo.

Para el efecto de abono foliar (tabla 32), con la Prueba de Duncan no establecemos diferenciación estadística en promedio de las densidades y las variedades.

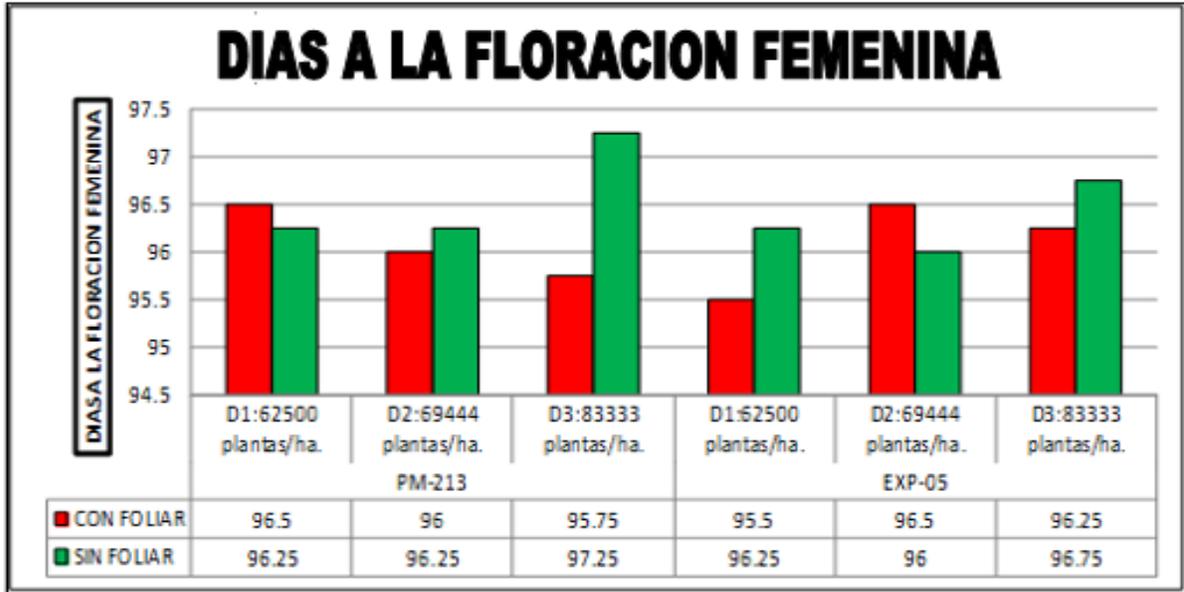
Al respecto, no se encontró diferenciación para días a la floración femenina porque las condiciones ambientales (fotoperiodo) ha sido similar para todos los tratamientos y no hubo ningún factor distintivo. La característica fenotípica de ambas variedades para el tema de precocidad es similar, además las condiciones bióticas y abióticas proporcionadas no variaron su precoz o tardía floración.

**Tabla 29. Análisis de variancia para la variable días a la floración femenina (días)**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>
Rep	3	3.562	1.187
D	2	1.291	0.645
V	1	0.187	0.187
A	1	1.687	0.168
DV	2	0.875	0.437
DA	2	2.625	1.312
VA	1	0.187	0.187
DVA	2	2.375	1.187
ERROR	33	32.687	45.479
TOTAL	47	45.479	
C.V.=1.03%			

(\*) significación al 0.05 de probabilidad

(\*\*) significación al 0.01 de probabilidad



**Gráfico 6. Promedio para días a la floración femenina de la interacción Densidad de Siembra por Abono foliar por variedades (DAV) de maíz amarillo duro.**

**Tabla 30: Comparación de medias para las Densidades (D) en promedio de variedades y abono foliar para días a la Floración femenina**

Densidad de siembra (plantas x hectárea <sup>-1</sup> .)	Promedio	Incremento (%)
D <sub>3</sub> : 83 333	96.500 A	100.32
D <sub>2</sub> : 69 444	96.187 A	100.07
D <sub>1</sub> : 62 500	96.125 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 31. Comparación de medias para las Variedades (V) en promedio de Densidades de siembra y Abonamiento foliar para días a la Floración femenina.**

<b>Variedades</b>	<b>Promedio</b>	<b>Incremento (%)</b>
V <sub>1</sub> : PM-213	96.333 A	100.13
V <sub>2</sub> : EXP-05	96.208 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 32. Comparación de medias para el Abono foliar (A) en promedio de Densidades de siembra y Variedades para días a la Floración femenina.**

<b>Abono foliar</b>	<b>Promedio</b>	<b>Incremento (%)</b>
A <sub>2</sub> : Sin abono foliar	96.458 A	100.39
A <sub>1</sub> : Con abono foliar	96.083 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

#### **4.7 VARIABLE: ALTURA DE PLANTA**

Según el análisis de varianza (ANVA) no se encontró significación estadística (tabla 37) para el efecto densidad de siembra (D) ni abono foliar (A) pero si se hizo para el efecto variedad (V). las interacciones de primer orden densidad por variedad, densidad por abono foliar, variedad por abono foliar y la interacción de segundo orden densidad por variedad por abono foliar no mostraron significación estadística.

Con las Pruebas de Duncan (tabla 33) encontramos que existe diferencia significativa para el efecto densidad de siembra, sobre el promedio de variedades y abono foliar, sobre la variable de estudio. Tal como lo menciona Chaviguri (1984) que, estudiando el maíz híbrido PM – 701 en la Molina, la altura de planta y la altura de mazorca fueron afectadas positivamente con la densidad de siembra, es decir incrementa conforme aumenta la densidad de siembra. Podemos observar que la variedad EXP-05 incrementa su altura conforme incrementa la densidad de siembra siendo mayor con la densidad D<sub>3</sub>:83 333

plantas x hectárea<sup>-1</sup> ya que las plantas estuvieron en competencia por la luz y nutrientes. Esto coincide con Guinoza (1997) quien menciona que con mayores densidades las variedades aumentan su altura de planta. Díaz (2004) también menciona que en todas las localidades donde efectuó su estudio, la característica altura de planta de los híbridos sufrió un incremento conforme se incrementaron las densidades de siembra.

Se encontró diferencias estadísticas al realizar la Prueba de Duncan (tabla 34), para variedades en promedio de densidad y abono foliar, siendo la media mayor la variedad EXP-05 con 2.985 m sobre 2.726 m de la variedad PM-213, con un incremento de 9.51% aproximadamente una sobre otra. Estos datos son explicados porque la expresión genética de la variedad EXP-05 para el tema de altura de planta es mayor que la expresión lograda por la variedad PM-213, siendo la primera la que logra mayor desarrollo vegetativo. De forma contraria, Ariza (1996) afirma que en 3 de sus cultivares ensayados, la densidad alta redujo la altura de las plantas, caso similar podemos observar cuando tenemos que la  $d_2$  alcanza mayor altura.

La altura de la planta es favorecida con altas densidades debido a la alta competencia que se genera entre ellas por la luz y nutrientes; mientras que para variedades esta diferencia se atribuye a que los híbridos tienen en su pool genético una característica especial que le permite desarrollar su estructura vegetativa de mejor forma que otros híbridos, por lo tanto, no hallamos resultados similares para ambos.

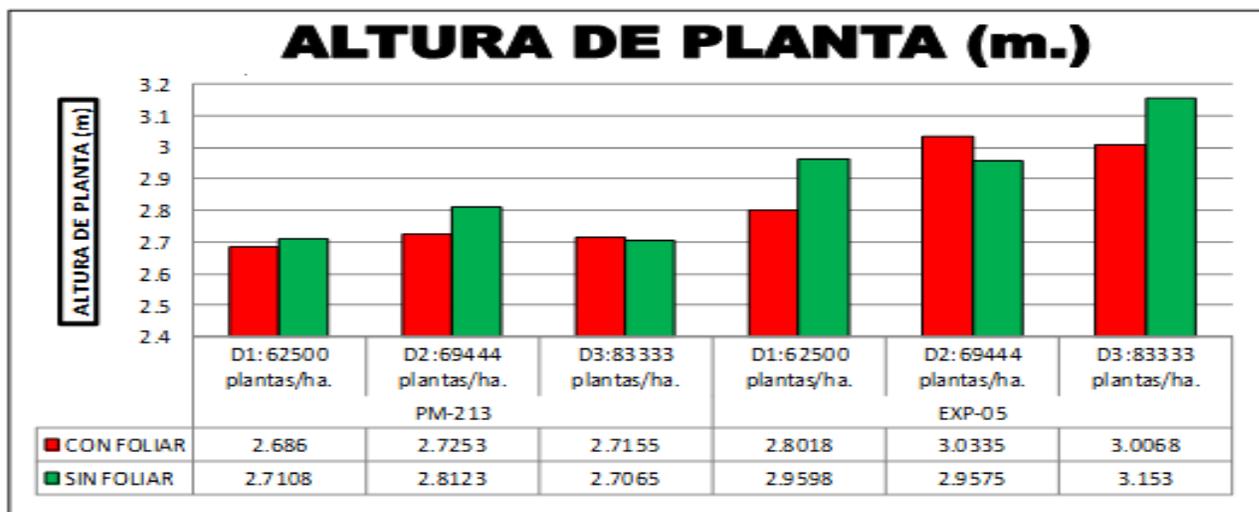
En nuestro ensayo, con la Prueba de Duncan (tabla 35), no hubo diferencias estadísticas para el efecto abono foliar en promedio de la densidad y variedad.

**Tabla 33. Análisis de varianza para la variable Altura de planta (m)**

Fuente de variación	GL	SC	CM
Rep	3	0.064	0.021
D	2	0.106	0.053
V	1	0.807	0.807 (**)
A	1	0.036	0.036
DV	2	0.075	0.037
DA	2	0.015	0.007
VA	1	0.005	0.005
DVA	2	0.063	0.031
ERROR	33	0.595	0.018
TOTAL	47	1.770	
C.V.=4.70 %			

(\*) significación al 0.05 de probabilidad

(\*\*) significación al 0.01 de probabilidad



**Gráfico 7. Promedio para la altura de planta (m) de la interacción Densidad de siembra por el abono foliar por variedades (DAV) de maíz amarillo duro.**

**Tabla 34. Comparación de medias para las Densidades (D) en promedio de variedades y abono foliar para altura de planta (m).**

<b>Densidad de siembra (plantas x hectárea<sup>-1</sup>)</b>	<b>Promedio</b>	<b>Incremento (%)</b>
D <sub>3</sub> : 83 333	2.895 A	103.80
D <sub>2</sub> : 69 444	2.882 A	103.32
D <sub>1</sub> : 62 500	2.789 B	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 35. Comparación de medias para Variedades (V) en promedio de Densidades de siembra y Abono foliar para altura de planta (m).**

<b>VARIETADES</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>INCREMENTO (%)</b>
V <sub>2</sub> : EXP-05	2.985 A	109.51
V <sub>1</sub> : PM-213	2.726 B	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 36. Comparación de medias de Abono foliar (A) en promedio de Densidades de siembra y Variedades para la altura de planta (m).**

<b>Abono foliar</b>	<b>Promedio</b>	<b>Incremento (%)</b>
a <sub>2</sub> : Sin abono foliar	2.883 A	101.95
a <sub>1</sub> : Con abono foliar	2.828 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

#### **4.8 VARIABLE: ALTURA DE INSERCIÓN DE LA MAZORCA**

Al observar la tabla 37 los resultados mostrados indican que se presenta significación estadística para variedades (V), pero no muestra para la densidad de siembra (D) ni para el abono foliar (A) así como tampoco lo hace para los efectos de la interacción de primer

orden densidad por variedad, densidad por abono foliar y variedad por abono foliar como tampoco lo hace para la interacción de tercer orden densidad por variedad por abono foliar.

Podemos ver la tendencia de la altura de inserción de mazorca respecto a la densidad de siembra como se muestra con la Prueba de Duncan (tabla 38), la cual establece que existe diferencias estadísticas para el efecto densidad sobre el promedio de las variedades y el de abono foliar, obteniéndose una mayor altura de inserción de mazorca cuando se utiliza la densidad más alta con  $d_3$ : 83 333 plantas x hectárea<sup>-1</sup> con 1.927 m seguido de la densidad  $d_2$ : 69 444 plantas x hectárea<sup>-1</sup> con 1.913 m y finalmente la menor altura de inserción de mazorca se obtuvo con la densidad  $d_1$ : 62 500 plantas x hectárea<sup>-1</sup>.

Díaz (2004) al evaluar el comportamiento de 10 híbridos en 4 localidades diferentes con 3 densidades de siembra: 49 383, 63 492 y 74 074 plantas/hectárea observó que todos los híbridos aumentaron su altura de mazorca con la densidad mas alta (74 074 plantas x hectárea<sup>-1</sup>) con respecto a la densidad mas bajo (49 383 plantas x hectárea<sup>-1</sup>).

La variedad en promedio de la densidad y abono foliar muestra diferenciación estadística, así obtenemos que con el uso de la variedad EXP-05 obtenemos una de altura de mazorca con un incremento de 11.21% sobre la variedad PM-213, que fue de 1.786 m. (Tabla 39).

La Prueba de Duncan (tabla 40) establece que no existe diferencias estadísticas para el abono foliar en promedio de densidad y variedad.

La variedad PM-213 que alcanza una mayor altura de mazorca con la densidad de 62 500 plantas x hectárea<sup>-1</sup> que con la mayor densidad de 83 333 plantas x hectárea<sup>-1</sup>, pero estadísticamente no hay diferencias lo que concuerda con Guinoza (1999) que al estudiar el comportamiento de 10 cultivares de maíz amarillo duro bajo tres densidades de 67 340, 74 074 y 88 889 plantas x hectárea<sup>-1</sup>, encontró que obtener menor altura de mazorca se logra con las densidades de 67 340 y 74 074 plantas x hectárea<sup>-1</sup> que con la densidad mayor. Bolaños (1998) observó similares resultados y concluyó que para algunos híbridos la altura de planta y la altura de mazorca dependieron del efecto conjunto del híbrido, densidad y número de plantas /golpe. Conforme incrementa la densidad, la planta desarrolla mayor altura por entrar en competencia por luz y nutrientes, por lo tanto, la altura de mazorca guarda relación directa con la altura de planta. La variedad EXP-05 presenta mayor altura

de mazorca en planta que la PM-213, porque sus características genéticas así lo expresan, lo que conlleva a poder encontrar diferencias de esta variedad (EXP-05) respecto a otras estudiadas anteriormente.

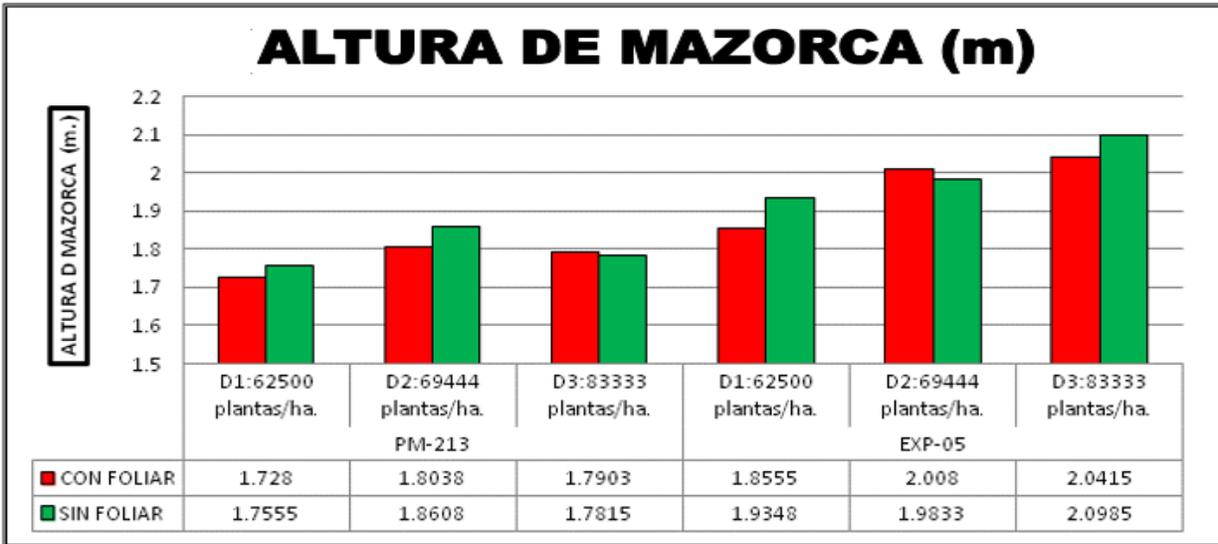
Los promedios de altura de inserción de mazorca variaron entre lo obtenido con la variedad PM-213, a una densidad de siembra de 62 500 plantas x hectárea<sup>-1</sup> y sin abono foliar con 1.728 m, hasta la obtenida por la variedad EXP-05 con abono foliar a una densidad de 83 333 plantas x hectárea<sup>-1</sup> con 2.0985 m. (Gráfico 8).

**Tabla 37. Análisis de varianza para la variable Altura de la inserción de Mazorca (m)**

Fuente de variación	GL	SC	CM
Rep	3	0.033	0.011
D	2	0.113	0.056
V	1	0.481	0.481 (**)
A	1	0.011	0.011
DV	2	0.042	0.021
DA	2	0.003	0.001
VA	1	0.000	0.0004
DVA	2	0.013	0.006
ERROR	33	0.356	0.010
TOTAL	47	1.055	
C.V.=5.50%			

(\*) significación al 0.05 de probabilidad

(\*\*) significación al 0.01 de probabilidad



**Gráfico 8. Promedio para la Altura de la inserción de mazorca (m) de la interacción densidad de siembra por abono foliar por variedades (DAV) de maíz amarillo duro.**

**Tabla 38. Comparación de medias para las Densidades (D) en promedio de Variedades y Abono foliar para Altura de la inserción de Mazorca (m).**

Densidad de siembra (plantas x hectárea <sup>-1</sup> )	Promedio	Incremento (%)
D <sub>3</sub> : 83 333	1.927 A	100.73
D <sub>2</sub> : 69 444	1.913 A	105.25
D <sub>1</sub> : 62 500	1.818 B	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 39. Comparación de medias de las Variedades (V) en promedio de Densidades de siembra y Abono foliar para la Altura de la inserción de Mazorca (m).**

Variedades	Promedio	Incremento (%)
V <sub>2</sub> : EXP-05	1.986 A	111.21
V <sub>1</sub> : PM-213	1.786 B	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 40. Comparación de medias del abono Foliar (A) en promedio de densidades de siembra y variedades para Altura de la inserción de Mazorca (m).**

Abono foliar	Promedio	Incremento (%)
A <sub>2</sub> : Sin abono foliar	1.902 A	101.67
A <sub>1</sub> : Con abono foliar	1.871 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

#### **4.9 VARIABLE: DIÁMETRO DE TALLO**

Respecto al análisis de variancia (tabla 41) para la variable Diámetro de Tallo, presenta alta significación estadística para variedades (V) mas no presenta significación estadística para la densidad (D) ni para el abono foliar (A), además no muestra significación estadística para el efecto de la interacción de primer orden de estos factores densidad por variedad, densidad por abono foliar y variedad por abono foliar ni para el efecto de la interacción de segundo orden densidad por variedad por abono foliar.

Al realizar la Prueba de Duncan, no existe diferencias estadísticas para afirmar que existe efecto de la densidad de siembra en promedio de la variedad y abono foliar en la variable de estudio (tabla 46). Arca, et. al. (1967) al establecer sus experimentos para evaluar el efecto de variar el distanciamiento entre surcos, observaron una disminución en el grosor de los tallos al aumentar la densidad de siembra, lo que concuerda con lo obtenido. De manera similar Guinoza (1999) encontró estos resultados al estudiar el comportamiento de 10 cultivares de maíz amarillo duro bajo tres densidades: 67 340, 74 074 y 88 889 plantas x hectárea<sup>-1</sup>, encontrando que la densidad de 67 340 plantas x hectárea<sup>-1</sup> fue favorable para encontrar el mayor diámetro del tallo. Bolaños (1998) al determinar el rendimiento y sus componentes en los híbridos de maíz amarillo duro PM – 104, PM – 702 y HS – 182x104, bajo las densidades de 62 500 y 83 333 plantas x hectárea<sup>-1</sup> y con 2 y 3 plantas x golpe<sup>-1</sup>; encontró que el diámetro del tallo fue influenciado por la densidad, siendo menor conforme aumentaba la densidad.

Las variedades son diferentes de acuerdo a la prueba de Duncan en promedio de la densidad de siembra y de abono foliar, ocurriendo un incremento de 3.14% el diámetro del tallo en la variedad EXP-05 sobre la variedad PM-213 (Tabla 43).

Se ha verificado que nuestro ensayo tiene una tendencia en los resultados similares a los encontrado por Arca, Guinoza y Bolaños respecto al tema de la influencia de la densidad, entonces podemos definir que la densidad que usamos no lo muestran, debido a que las condiciones de abonamiento del suelo han sido adecuadas para mantener la característica morfológica constante, mientras que la variedad EXP-05 muestra mayor grosor de tallo que la variedad PM-213 debido a sus características genéticas.

Para esta variable de estudio, los promedios variaron desde el obtenido con la variedad PM-213, a una densidad de siembra de 69 444 plantas x ha<sup>-1</sup> y sin abono foliar con 2.417 cm, hasta la obtenida por la variedad EXP-05 sin abono foliar a una densidad de 62 500 plantas x hectárea<sup>-1</sup> con 2.585 cm (Gráfico 9).

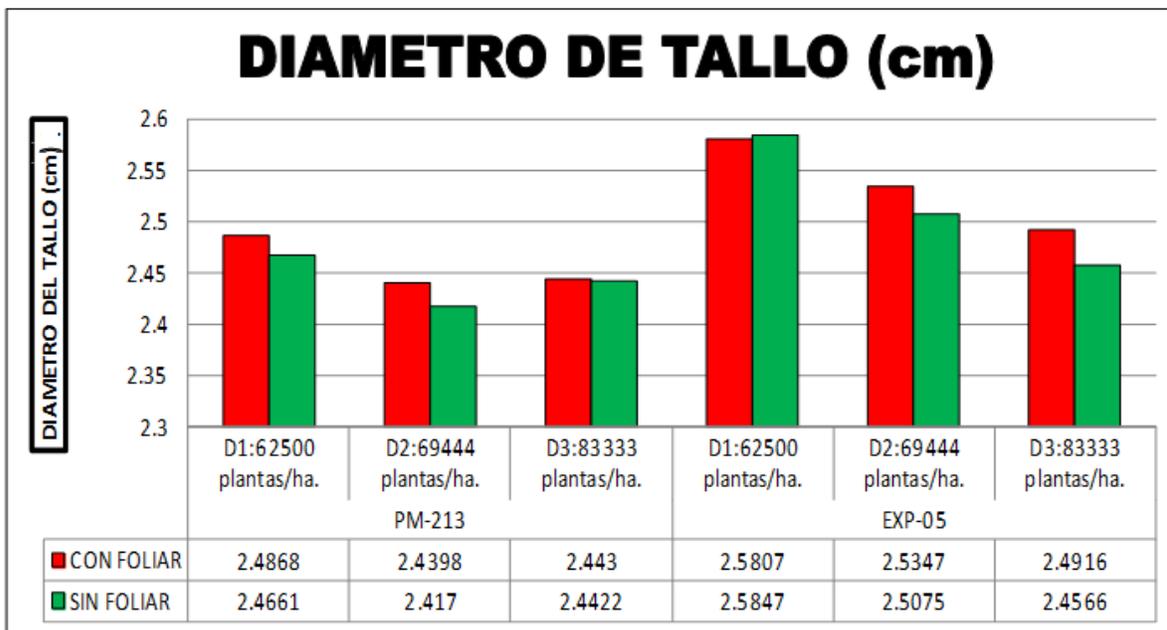
En la (tabla 44) no existe diferencias estadísticas para el abono foliar en promedio de densidad de siembra y variedad.

**Tabla 41. Análisis de varianza para la variable Diámetro de tallo (cm)**

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>
Rep	3	0.077	0.025
D	2	0.044	0.022
V	1	0.070	0.070 (**)
A	1	0.003	0.003
DV	2	0.012	0.006
DA	2	0.0005	0.0002
VA	1	0.0001	0.0001
DVA	2	0.001	0.0008
ERROR	33	0.412	0.012
TOTAL	47	0.62455165	
C.V.=4.50%			

(\*) Significación al 0.05 de probabilidad

(\*\*) Significación al 0.01 de probabilidad



**Gráfico 9. Promedio para el diámetro de tallo (cm) de la interacción Densidad de siembra por Abono foliar por Variedades de maíz amarillo duro.**

**Tabla 42. Comparación de medias para Densidades (D) en promedio de Variedades y Abono foliar para el diámetro de tallo (cm).**

Densidad de siembra (plantas x hectárea <sup>-1</sup> )	Promedio	Incremento (%)
D <sub>1</sub> : 62 500	2.529 A	102.22
D <sub>2</sub> : 69 444	2.474 A	100.67
D <sub>3</sub> : 83 333	2.458 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 43. Comparación de medias para Variedades (V) en promedio de Densidades de siembra y Abono foliar para el diámetro de tallo (cm).**

Variedades	Promedio	Incremento (%)
V <sub>2</sub> : EXP-05	2.526 A	103.14
V <sub>1</sub> : PM-213	2.449 B	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 44. Comparación de medias para Abono foliar (A) en promedio de Densidades de siembra y Variedades para el diámetro del tallo (cm).**

<b>Abono foliar</b>	<b>Promedio</b>	<b>Incremento (%)</b>
A <sub>1</sub> : Con abono foliar	2.496 A	100.69
A <sub>2</sub> : Con abono foliar	2.479 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

#### **4.10 VARIABLE: PESO DE LA TUSA**

Con el Análisis de varianza (tabla 45) observamos que existe alta significación estadística para el efecto principal variedades (V) pero no muestra lo mismo para el efecto de la densidad (D) ni para abono foliar (A), así como tampoco para la interacción de primer orden densidad por variedad, densidad por abono foliar, para variedad por abono foliar ni para el efecto de la interacción de segundo orden de densidad por variedad por abono foliar.

En la (tabla 46) se observa que no muestra diferencias estadísticas para el efecto densidad de siembra en promedio de variedades y abono foliar. Al comparar las variedades en promedio de densidades y abono foliar (tabla 47) se encontró diferencias estadísticas para el peso de tusa ocurriendo un incremento de aproximadamente 30 % del peso promedio de la variedad EXP-05 sobre la media de 0.031 kg obtenida con la variedad PM-213, demostrando que el peso de tusa depende originalmente del genotipo varietal y la capacidad de esta para favorecer el desarrollo de la mazorca mediante el flujo de asimilados hacia el órgano de reserva. Para abono foliar, no se encontró diferencias estadísticas (Tabla 48).

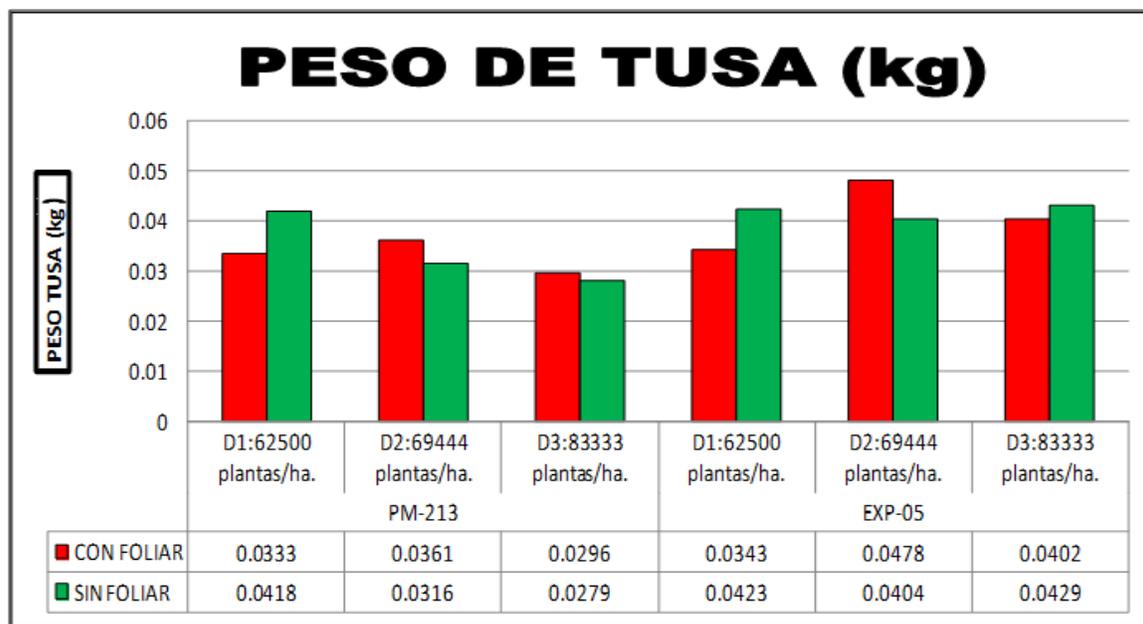
Los valores del promedio de la variable en estudio van desde 0.0279 kg que es logrado con la variedad PM-213 sin abonamiento foliar a una densidad de 83 333 plantas x hectárea<sup>-1</sup> hasta 0.0478 kg que se adjudica la variedad EXP-05 con una densidad de 69 444 plantas x hectárea<sup>-1</sup> y con abono foliar. (Gráfico 10)

**Tabla 45. Análisis de variancia para la variable Peso de tusa (kg)**

Fuente de variación	GL	SC	CM
Rep.	3	0.00007	0.00002
D	2	0.00003150	0.00001575
V	1	0.00103602	0.00103602 (**)
A	1	0.00003852	0.00003852
DV	2	0.00014517	0.00007258
DA	2	0.00001267	0.00000633
VA	1	0.00000002	0.00000002
DVA	2	0.00006067	0.00003033
ERROR	33	0.00062869	
TOTAL	47	0.00202432	
C.V.=12.23%			

(\*) Significación al 0.05 de probabilidad

(\*\*) Significación al 0.01 de probabilidad



**Gráfico 10. Promedio para el Peso de tusa (kg) de la interacción Densidad de siembra por Abono foliar por Variedades (DAV) de maíz amarillo duro.**

**Tabla 46. Comparación de medias para Densidades (D) en promedio de Variedades y Abono foliar para Peso de tusa (kg)**

<b>Densidad de siembra (plantas x hectárea<sup>-1</sup>.)</b>	<b>Promedio</b>	<b>Incremento (%)</b>
D <sub>2</sub> : 69 444	0.037 A	105.37
D <sub>1</sub> : 62 500	0.035 A	101.07
D <sub>3</sub> : 83 333	0.035 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 47. Comparación de medias para Variedades (V) en promedio de Densidades de siembra y Abono foliar para Peso de tusa (kg)**

<b>Variedades</b>	<b>Promedio</b>	<b>Incremento (%)</b>
V <sub>1</sub> : EXP-05	0.040 A	129.93
V <sub>2</sub> : PM-213	0.031 B	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 48. Comparación de medias para Abono foliar (A) en promedio de Densidades de siembra y Variedades para Peso de tusa por mazorca (Kg)**

<b>Abono foliar</b>	<b>Promedio</b>	<b>Incremento (%)</b>
A <sub>2</sub> : Sin abono foliar	0.037 A	105.15
A <sub>1</sub> : Con abono foliar	0.035 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

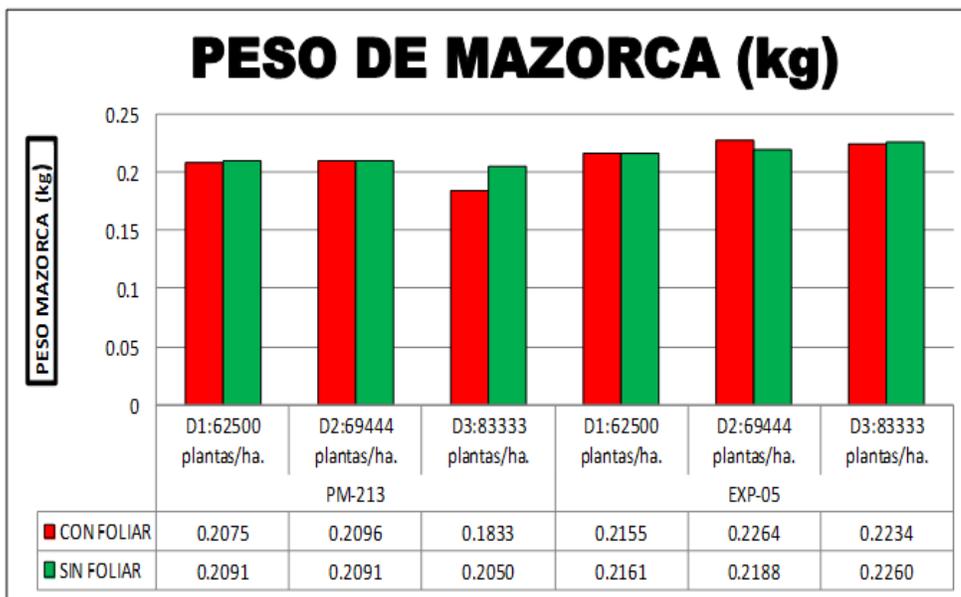
#### **4.11 VARIABLE: PESO DE LA MAZORCA**

Los resultados obtenidos para el análisis de varianza (ver tabla 49) indica que existe significación estadística para el efecto principal de la variedad (V) pero no muestra lo mismo para el efecto densidad (D) ni el efecto abono foliar (A) ni para las interacciones de primer orden densidad por variedad, densidad por abono foliar y variedad por abono foliar, así como tampoco para la interacción de segundo orden densidad por variedad por abono foliar.

Al realizar la Prueba de Duncan (tabla 50) encontramos que no existe diferencias estadísticas para el efecto densidad en promedios de las variedades y el abono foliar, pero si ocurre un incremento en la media promedio cuando se utiliza una densidad de 69 444 plantas x hectárea<sup>-1</sup> de 3.10 % y un incremento de 1.22 % cuando se utiliza la densidad menor de 62 500 plantas x hectárea<sup>-1</sup> respecto a la media obtenida con la densidad d<sub>3</sub> 83 333 plantas x hectárea<sup>-1</sup>. Caso contrario encontró sus resultados Chaviguri (1984), quien estudiando el maíz híbrido PM – 701, encontró que la densidad de siembra es un factor importante sobre el peso de mazorca disminuyendo el valor por efecto del incremento de la densidad. Guinoza (1999) también halló que el mayor peso de mazorca corresponde a la densidad de 67 340 plantas x hectárea<sup>-1</sup> y el menor para la densidad de 88 889 plantas x hectárea<sup>-1</sup>. Se encontró diferencias significativas entre las variedades (V) en promedio de la densidad de siembra (D) y abono foliar (A), indicando un incremento en la media de aproximadamente 8 % de la variedad EXP-05 sobre la media obtenida con la variedad PM-213 que fue de 0.205 kg de peso de mazorca (Tabla 51). Con lo mencionado anteriormente podemos decir que la densidad no influye necesariamente sobre el peso de mazorca, pero si el efecto del genotipo influye de manera determinante sobre la variable. Para el efecto de abono foliar podemos observar que no existe diferencias estadísticas entre los niveles de abono foliar en promedio de la densidad de siembra y las variedades. (tabla 52). El valor promedio más bajo se obtuvo con la variedad PM-213 a una alta densidad de siembra siendo este valor de 0.1833, mientras que el valor máximo fue de 0.2264 obtenido con la densidad de 69 444 plantas x hectárea<sup>-1</sup> con la variedad EXP-05 (Gráfico 11).

**Tabla 49. Análisis de variancia para la variable Peso de mazorca (Kg)**

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>
Rep	3	0.0007	0.0002
D	2	0.0003	0.0002
V	1	0.0035	0.0035 (**)
A	1	0.0001	0.0001
DV	2	0.0011	0.0006
DA	2	0.0006	0.0003
VA	1	0.0003	0.0003



DVA	2	0.0002	0.0001
ERROR	33	0.0070	0.0002
TOTAL	47	0.0137	
C.V.= 6.82%			

(\*) significación al 0.05 de probabilidad

(\*\* significación al 0.01 de probabilidad

**Gráfico 11. Promedio para el Peso de mazorca (kg) de la interacción Densidad de siembra por Abono foliar por Variedades (DAV) de maíz amarillo duro.**

**Tabla 50. Comparación de medias para Densidades (D) en promedio de Variedades y Abono foliar para el Peso de mazorca (Kg)**

Densidad de siembra (plantas x hectárea <sup>-1</sup> )	Promedio	Incremento (%)
D <sub>2</sub> : 69 444	0.216 A	103.10
D <sub>1</sub> : 62 500	0.212 A	101.22
D <sub>3</sub> : 83 333	0.210 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 51. Comparación de medias para Variedades (V) en promedio de Densidades de siembra y Abono foliar para el Peso de mazorca (Kg)**

<b>Variedades</b>	<b>Promedio</b>	<b>Incremento (%)</b>
V <sub>2</sub> : EXP-05	0.221 A	108.39
V <sub>1</sub> : PM-213	0.204 B	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 52. Comparación de medias para Abono foliar (A) en promedio de Densidades de siembra y Variedades para el Peso de mazorca (Kg)**

<b>Abono foliar</b>	<b>Promedio</b>	<b>Incremento (%)</b>
A <sub>2</sub> : Sin Abono foliar	0.214 A	101.00
A <sub>1</sub> : Con Abono foliar	0.212 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

#### **4.12 VARIABLE DE ESTUDIO: LONGITUD DE MAZORCA**

En el análisis de variancia (tabla 53) no se ha determinado significación estadística en su fuente de variación para densidades de siembra (D), variedades (V), abono foliar (A) y las interacciones de primer orden densidad por variedad, densidad por abono foliar y variedad por abono foliar y la interacción de segundo orden densidad de siembra por variedad por abono foliar.

La prueba de Duncan demuestra diferencias significativas para el efecto densidad en promedio de las variedades y el abono foliar, ocurriendo un incremento de 5.86 % y un 1.97% con el uso de las densidades D<sub>1</sub> y D<sub>2</sub> respectivamente sobre la mayor densidad D<sub>3</sub>. (tabla 54). Estos resultados son similares a los mostrados por López (1996), quien, al realizar sus ensayos en dos densidades de siembra, 93 750 y 62 500 plantas x hectárea<sup>-1</sup>, con diferentes distancias entre golpes, no encontró diferencias significativas para las densidades en la longitud de mazorca, pero si coincide con que se disminuye con las altas densidades. Guinoza (1997), al evaluar la longitud de mazorca, determinó también que con

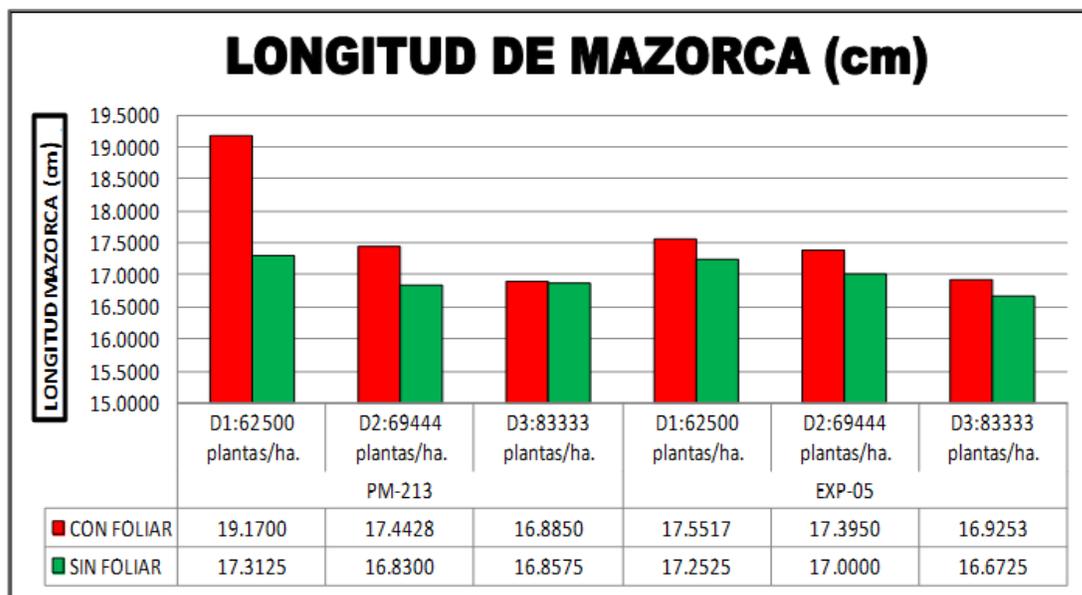
una densidad alta disminuye. Al realizar la prueba de Duncan no se encontró significación estadística para el efecto de la variedad (tabla 55), pero si ocurre un incremento de 1.65 % en la media de la PM-213 respecto a la media de EXP-05, esto sucede porque la planta, genera mayor área vegetativa a favor de sus características genéticas, ocasionando que la longitud de mazorca incremente, pero no el rendimiento de grano. Tampoco se encontró diferencias estadísticas entre los efectos de abono foliar en promedio de densidades y variedades, pero si ocurre una media mayor cuando no se realiza el abono foliar al cultivo (tabla 56). La variedad PM-213 obtuvo el mayor promedio de longitud de mazorca con 19.17 cm usando una densidad de 62 500 y con abono foliar (Gráfico 12).

**Tabla 53. Análisis de variancia para la variable Longitud de mazorca (cms)**

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>
Rep.	3	5.762	1.921
D	2	8.065	4.033
V	1	0.964	0.964
A	1	3.955	3.955
DV	2	1.888	0.944
DA	2	1.790	0.895
VA	1	0.802	0.802
DVA	2	1.725	0.862
ERROR	33	40.570	1.229
TOTAL	47	65.521	
C.V.= 6.42%			

(\*) significación al 0.05 de probabilidad

(\*\*) significación al 0.01 de probabilidad



**Gráfico 12. Promedio para la longitud de mazorca (cm) de la interacción Densidad de siembra por el Abono foliar por Variedades (DAV) de maíz amarillo duro**

**Tabla 54. Comparación de Medias para las Densidades (D) en promedio de Variedades y Abono foliar para longitud de mazorca (cm)**

Densidad de siembra (plantas x hectárea <sup>-1</sup> )	Promedio	Incremento (%)
D <sub>1</sub> : 62 500	17.822 A	105.86
D <sub>2</sub> : 69 444	17.167 A	101.97
D <sub>3</sub> : 83 333	16.835 B	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 55. Comparación de Medias para Variedades (V) en el promedio de Densidades de siembra y Abono foliar para longitud de mazorca (cm)**

Variedades	Promedio	Incremento (%)
V <sub>1</sub> : PM-213	17.416 A	101.65
V <sub>2</sub> : EXP-05	17.133 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 56. Comparación de Medias para Abono foliar (A) en el promedio de Densidades de siembra y Variedades para longitud de mazorca (cm)**

Abono foliar	Promedio	Incremento (%)
A <sub>1</sub> : Con abono foliar	17.562 A	103.38
A <sub>2</sub> : Sin abono foliar	16.988 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

#### 4.13 VARIABLE: DIÁMETRO DE MAZORCA

Para esta variable no se muestra significación estadística (tabla 57) para el efecto de la densidad de siembra (D), variedad (V) y para el efecto del abono foliar (A) así como tampoco para las interacciones de primer orden densidad por variedad, densidad por abono foliar y variedad por abono foliar y tampoco para la interacción de segundo orden densidad por variedad por abono foliar.

Con la Prueba de Duncan (tabla 58) no encontramos significación estadística entre el efecto densidad de siembra, pero si que la media mayor se obtiene al utilizar una alta densidad de 83 333 plantas x hectárea<sup>-1</sup>. Bolaños (1998) encontró también que el ancho de mazorca no fue influenciado por la densidad de siembra. Sin embargo, Guinoza (1999) determinó que el mayor ancho de mazorca correspondió a los tratamientos con la densidad de 67,340 plantas x hectárea<sup>-1</sup> y el menor ancho de mazorca para la densidad de 88 889 plantas x hectárea<sup>-1</sup> lo que difiere con nuestros datos. No se encontró diferencias estadísticas para el efecto de las Variedades (V), en promedio de densidades de siembra (D) y abono foliar (A),

pero si ocurre un incremento de 2.99 % en la media con la variedad EXP-05 sobre la media de 4.85 cm obtenida con la variedad PM-213 (tabla 59). Córdova (1996) al estudiar el comportamiento de los híbridos PM – 702, PM – 103, PM – 213, C – 408, C – 421 y C-606 en Cañete y Chancay con 4 densidades de siembra; en Cañete con 125 000, 93 750, 75 000 y 62 500 plantas x hectárea<sup>-1</sup> y en Chancay con 111 111, 83 333, 66 666 y 55 555 plantas x hectárea<sup>-1</sup>, encontró que el ancho de mazorca no vario significativamente al aumentar la densidad, pero si halló diferencia debido al genotipo. En nuestro ensayo, a diferencia de los resultados obtenidos por Guinoza y Córdova, no se halló diferencias significativas, quizás porque las condiciones de producción, con una adecuada abonamiento y adecuado riego en un medio ambiente óptimo, fueron las adecuadas.

No hubo diferencias estadísticas entre los efectos del abono foliar (tabla 60).

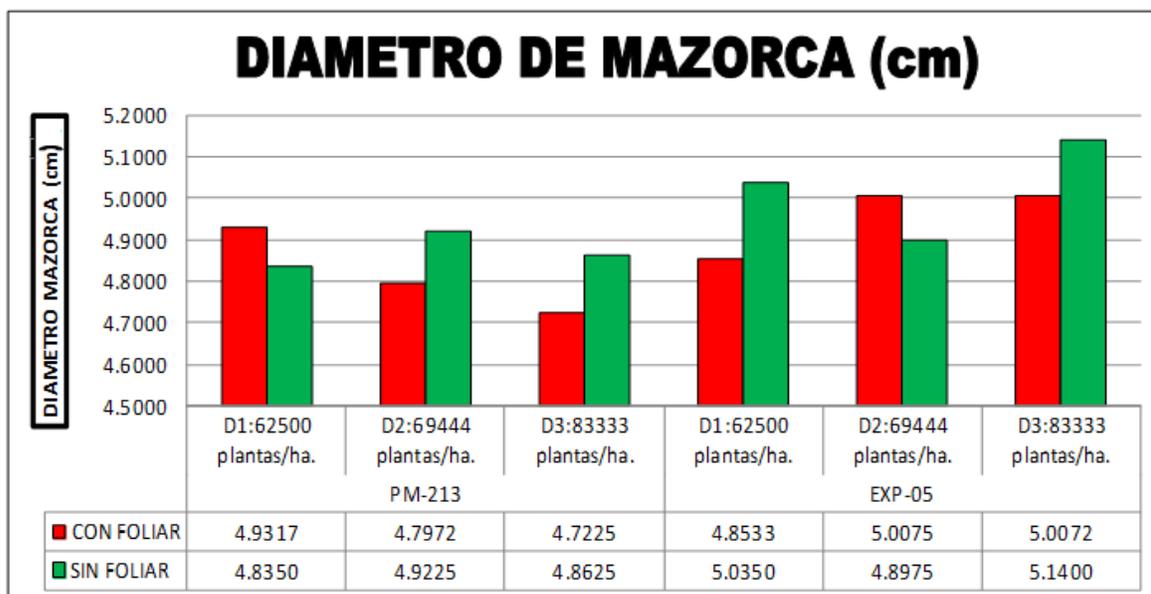
El valor promedio mayor lo encontramos en la variedad EXP-05 con densidad de 69 444 plantas x hectárea<sup>-1</sup> con valor de 5.007 mientras el menor valor lo hallamos con la variedad PM-213 a densidad de 62 500 plantas x hectárea<sup>-1</sup> con el valor de 4.835 (Gráfico 13)

**Tabla 57. Análisis de variancia para la variable Diámetro de mazorca (cms)**

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>
Rep.	3	0.496	0.166
D	2	0.006	0.003
V	1	0.252	0.252
A	1	0.046	0.046
DV	2	0.114	0.057
DA	2	0.035	0.018
VA	1	0.0004	0.0004
DVA	2	0.133	0.066
ERROR	33	2.362	0.071
TOTAL	47	3.445	
C.V. = 5.44%			

(\*) significación al 0.05 de probabilidad

(\*\*) significación al 0.01 de probabilidad



**Gráfico 13. Promedio para el diámetro de mazorca (cm) de la interacción Densidad de siembra por Abono foliar por Variedades (DAV) de maíz amarillo duro**

**Tabla 58. Comparación de Medias para las Densidades (D) en el promedio de Variedades y Abono foliar para Diámetro de mazorca (cm)**

Densidad de siembra (plantas x hectárea <sup>-1</sup> )	Promedio	Incremento (%)
D <sub>3</sub> : 83 333	4.933 A	100.55
D <sub>1</sub> : 62 500	4.914 A	100.15
D <sub>2</sub> : 69 444	4.906 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 59. Comparación de Medias para Variedades (V) en el promedio de Densidades de siembra y Abono foliar para Diámetro de mazorca (cm)**

Variedades	Promedio	Incremento (%)
V <sub>2</sub> : EXP-05	4.990 A	102.99
V <sub>1</sub> : PM-213	4.845 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Tabla 60. Comparación de Medias para Abono foliar (A) en el promedio de Densidades de siembra y Variedades para Diámetro de mazorca (cm)**

Abono foliar	Promedio	Incremento (%)
A <sub>2</sub> : Sin abono foliar	4.949 A	101.27
A <sub>1</sub> : Con abono foliar	4.887 A	100.00

Duncan al 0.05 de probabilidad

## V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones experimentales que se llevó a cabo y con los resultados obtenidos, se llegaron a las siguientes conclusiones.

El mayor rendimiento en grano se obtuvo con la variedad EXP-05 ( $V_2$ ) cuando se siembra a la densidad de 83 333 plantas/ha ( $D_3$ ) y sin abono foliar ( $A_2$ ) con  $10.281 \text{ t x ha}^{-1}$

No se encontró interacciones de segundo orden para ninguna de las variables estudiadas. Se presentó la interacción variedad por densidad (VD) para rendimiento de grano y la interacción variedad por abonamiento foliar (VA) para peso de 100 granos.

La variedad Exp-05 ( $V_2$ ) con la densidad de 83333 plantas/ha ( $D_3$ ) obtuvo 10.122 t/ha en rendimiento de grano y la variedad Exp-05 ( $V_2$ ) sin abono foliar ( $A_2$ ) obtuvo 42.5 g en peso de 100 granos.

La Variedad EXP-05 presentó la mayor altura de planta, altura de mazorca, diámetro de tallo, peso de tusa, peso de mazorca y número de hileras por mazorca. La variedad PM-213 obtuvo mayores valores en número de granos/hilera.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Es recomendable continuar con distintas investigaciones sobre el cultivo de maíz amarillo duro, para poder obtener un mayor rendimiento y evaluar distintas opciones de tecnología de producción, para distintas localidades de siembra en diferentes etapas de producción para al final tener un paquete de recomendaciones sobre cada variedad, en cada zona y en cada etapa.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Arca, M., Valdez, A. y Davelouis, J. 1967. Estudio del efecto de variar el distanciamiento entre surcos sobre el rendimiento de maíz bajo diferentes niveles de abonamiento. VII Reunión Latinoamericana de Fitotecnia. 149 pp. Perú.
2. Ariza, M. 1996. Respuesta a la abonamiento y densidad de siembra en variedades de maíz (*Zea mays* L.) en la sierra alta. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. UNALM. Lima, Perú.
3. Bartolinni, R. 1980. El maíz: Edit. Mundi Prensa. Madrid, pág. 79.
4. Barnett, J. 1980. Como se desarrolla una planta de maíz. CIMMYT pág. 101 -105. Mexico. (mimeografiado). 118 pág.
5. Bertsch, F. 1995. La fertilidad de suelos y su manejo. Costa Rica. Asociación costarricense de la ciencia del suelo. 157 p.
6. Bolaños, J. P. 1998. Evaluación de 3 híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) bajo dos densidades y dos disposiciones de plantas por golpe. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. UNALM. Lima, Perú.
7. Cabrera, E. (2004). Comportamiento de híbridos dobles experimentales de Maíz Amarillo Duro (*Zea mays*) en la localidad de La Molina. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. UNALM. Lima, Perú.
8. Campo, L., 1999. Estudio de la competencia de plantas en el rendimiento, caracteres agronómicos y estimación de parámetros genéticos en el maíz (*Zea mays*. L). Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. España. 247 p.
9. Chavez - Servia, J.L., Sevilla-Panizo, R. 2006. Fundamentos genéticos y socioeconómicos para analizar la agrobiodiversidad en la Región de Ucayali. Perú. Bio diversity International. 94 p.

10. Chaviguri, Q. J. 1984. Efecto de 4 niveles de abonamiento nitrogenado y 4 densidades de siembra de maíz híbrido PM – 701 en la costa central. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú.
11. Cirilo, A. G. 2004. Manejo de la Densidad y Distancia entre Surcos en Maíz. Revista de Tecnología Agropecuaria. 5 (14): 128 – 133.
12. Cordova, R. N. 1996. Comportamiento de seis híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) a diferentes densidades de siembra en costa central. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. UNALM. Lima, Perú.
13. Cubero, I. 2003. Introducción a la mejora genética vegetal (2da edición). España. Editorial Mundi- Prensa. 569 p.
14. Dasso, B. F. 1959. Estudio sobre la densidad de siembra y abonamiento para tres variedades de maíz amarillo en la hacienda Boca Negra – Lima. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú.
15. Diaz Vasquez, H. A. 2004. Comportamiento de híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) bajo tres densidades de siembra en cuatro localidades de la costa. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. UNALM. Lima, Perú. Pp. 111.
16. Domínguez, A. 1997. Tratado de fertilización. 3ª. ed. España. Ed. Mundi-Prensa. 613 p.
17. Elizondo – Salazar, J., Boschini – Figueroa, C. 2001. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del forraje de maíz. *Agronomía Mesoamericana*. 12 (2): 181-187.
18. Evans, L. T. 1983. Fisiología de los cultivos (Gonzales, H. Trans.). Edit. Hemisferio Sur. 1 era. Edición. Argentina. 400 p
19. FAO. 2002. Los fertilizantes y su uso: una guía de bolsillo para los oficiales de extensión 4ta. Edición. Italia. FAO. 77 p.
20. FAO. 2018. Anuario estadístico de la producción. Consultado el 19 de febrero del 2018. Disponible en <http://www.fao.org/economic/ess/ess-trade/es/>
21. Fuentes, Y. J. 1999. El suelo y los fertilizantes. 5ta edición. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid, España.

22. Guinoza- Kobashikawa. J. 1997. Efecto del número de plantas por golpe y densidad de siembra en dos híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú.
23. Guinoza kobashikawa, M. R. 1999. Comportamiento de diez cultivares de maíz (*Zea mays* L.) bajo 3 densidades de siembra en la localidad de Chancay. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. UNALM. Lima, Perú. Pág. 71.
24. Gordon, R. 1994. Respuesta de dos cultivares de maíz a la densidad de plantas, bajo 2 niveles contra restantes de nitrógeno en Panamá. Síntesis de Resultados experimentales del PPM – CYMMYT. Vol. 5.
25. Harrison, P. 2002. Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030 - informe resumido. Italia. FAO. 97 p.
26. IICA. 1989. Compendio de agronomía tropical. Costa Rica. IICA. 698 p.
27. IICA. 2004. Manual Tecnológico Del Maíz Amarillo Duro Y de Buenas Practicas Agrícolas para el valle de Huaura. Perú. IICA. 142 p.
28. INEI. 2018. Perú: Panorama Económico. INEI. Perú. 30 p.
29. Lafitte, H. R. 1994. Identificación de problemas en la producción de maíz tropical: guía de campo. International Maize and Wheat Improvement Center – CIMMYT. 122 p.
30. León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales (2da edición). Costa Rica. IICA. 454 p.
31. Lopez, M. 1996. Caracterización de 6 variedades de maíz para sierra alta en diferentes niveles tecnológicos Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú.
32. Louis (1988). Los microelementos en agricultura. Ed. Mundi Prensa. Madrid-España.
33. Machado, C. A. 2005. Efecto del fraccionamiento de la abonamiento N-P-K y de la aplicación de un bioestimulante foliar en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) cv. PM-702. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. UNALM. Pág. 53.
34. Manrique, A., Fegan, W.; Sánchez, H.; Noriega, V., Borbor, M, Chura, J., Castillo y Sarmiento, J. 1993. Manual del maíz para la costa 1ra ed. Proyecto TTA. Lima. Perú.

35. Maya, J. B. y Ramírez, J. L. 2002. Respuesta de híbridos de maíz a la aplicación de potasio en diferentes densidades de población. *Revista de Fitotecnia Mexicana*. 25 (4): 333 – 338
36. MINAGRI. 2018. Situación actual del maíz amarillo duro. Oficina de estudios económicos y estadísticos. MINAG. Perú. 23 p.
37. Montes, I. M. 2008. Efecto de el abonamiento foliar sobre dos cultivares de alcachofa (*Cynara scolymus L.*). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú.
38. Mossi, C. 1971. Efecto de el abonamiento foliar complementaria N – P – K sobre los rendimientos en maíz híbrido. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú.
39. Nakasone Matsuda, A. 1996. Evaluación de híbridos dobles experimentales de maíz amarillo duro. Tesis para optar el título de Ingeniero Agronomo. UNALM. Lima, Perú.
40. Noriega, V. 2001. Siembra y abonamiento del maíz amarillo duro. INIA. Ministro de agricultura. Lima, Perú. 31 p.
41. Olivares, R.A. 1967. Densidades de abonamiento en el cultivo de maíz híbrido PM-204 en el valle de Huaura. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú.
42. Otahola – Gomez, V., Rodriguez, Zulay. 2001. Comportamiento agronómico de maíz (*Zea mays L.*) tipo dulce bajo diferentes densidades de siembra en condiciones de sabana. *Revista UDO Agricola* 1 (1): 18 – 24.
43. Paliwal, R., Granados, G., Lafitte, H. y Violic, A. 2001. El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. Italia. FAO. 378 p.
44. Pampa, A.B. 2004. Efecto de la aplicación nitrogenada y de la aplicación de hierro bajo dos modalidades: foliar y al suelo en el rendimiento de maíz (*Zea mays L.*) híbrido PM – 212 bajo riego y goteo. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú.
45. Pedersen, P. y Lauer, J. G. 2003. Corn and soybean response to rotation sequence, rows spacing, and tillage system. *Agronomy Journal*. 95 (3): 965-971.
46. Roca, W. Mroginski, L. 1991. Cultivo de tejidos en la agricultura: fundamentos y aplicaciones. Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT. 969 p.

47. Rodriguez, M. 2005. Martín Cárdenas, el eximio botánico y naturalista de América. Bolivia. Editorial Plural. 539 p.
48. Sairitupa, E.R.1997. Efecto del abonamiento foliar complementario en la producción de maíz chala del híbrido PM-213 en Chancay. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú.
49. Sanchez y Gandara, A. 2011. Conceptos Básicos de Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable. . México. Editorial S y G. 334 p.
50. Shimabukuru, M. 1996. Efecto de la aplicación de ácidos húmicos y fertilizantes foliares en el rendimiento y calidad de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Blue laker. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú.
51. Soplin, R. J. 1989. Estudio del efecto de distintas densidades y número de plantas por golpe sobre el rendimiento en grano y sus componentes en híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.). Tesis para optar el Titulo de Magister Scientiae UNALM. Lima, Perú.
52. Suárez de Castro, F. 1994. Agricultura, biotecnología y propiedad intelectual. Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – IICA. 138 p.
53. Trejo-Téllez, L., Rodríguez-Mendoza, I. y Alcántara – Gonzales, M. 2003. Abonamiento foliar específica para corregir deficiencias nutrimentales en tres tipos de suelo. México. Terra Latinoamericana. 21 (3): 365-372.
54. Trinidad, A., Aguilar, D. 1999. Abonamiento foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. Terra. 17 (3): 247 – 255.
55. Valdez, M.A. 1997. Densidad de siembra en maíz. Informativo del maíz. Programa Cooperativo de Investigación de Maíz. UNALM. Mayo – Junio. Vol. 17, 5 – 9 pp. Lima, Perú
56. Vega, C.R. y Andrade, F. H. 2000. Densidad de plantas y espaciamiento entre hileras. INTA. Argentina. 25 p.
57. Vega, E. (2006) Comportamiento de Híbridos Experimentales y Comerciales de Maíz (*Zea mays* L.) Amarillo Duro en condiciones de costa central. Tesis para optar el título de Magister. UNALM. Lima, Perú.

58. Yupanqui, J. 1997. Efecto 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.
59. Zevallos, R (1996). Comportamiento de híbridos dobles de maíz en tres medios ambientes diferentes. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. UNALM. Lima, Perú.