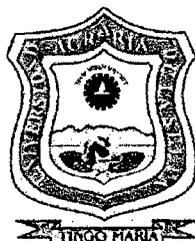


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**Departamento Académico de Ciencias Agrarias**



**"EFECTO DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL  
COMPORTAMIENTO DE CINCO CULTIVARES  
COMERCIALES DE MAÍZ (*Zea mays* L.), EN DOS  
LOCALIDADES"**

***T E S I S***

**Para optar el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Miguel Urquía Saavedra**

**PROMOCIÓN II – 2002**

**"Unasinos con visión de liderazgo y excelencia hacia el  
desarrollo sostenible"**

**TINGO MARÍA-PERÚ**

**2 0 0 4**

## **DEDICATORIA**

Mi eterno y modesto homenaje a **SANTO CRISTO DE BAGAZAN**, y a dos propulsores de mis ideales: **MIGUEL URQUÍA Y HERMELINDA SAAVEDRA**. Con amor y cariño de siempre, mi eterno agradecimiento, quienes con su comprensión, abnegación y sacrificio hicieron posible lograr mi profesión.

A la memoria de mis queridos abuelos: **MANUELA, SANTOS Y ERNESTO**, quienes partieron para nunca volver.

Con cariño, a mi abuelita **ROSENDA**, mi hermana **BETHY**, y mis sobrinas **OLGA Y MILKA**.

## AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva por haberme dado la oportunidad de lograr mi formación profesional.
- Al Ing. M.Sc. David Guarda Sotelo, asesor de la presente tesis, por su orientación profesional, y su valioso apoyo desinteresado en los análisis estadísticos y redacción.
- Al Ing. Jaime Chávez Matías, co - asesor del presente trabajo, por sus recomendaciones brindadas.
- Al Ing. Luis R. Meneses, por su valioso apoyo y recomendaciones durante el trabajo realizado.
- A los miembros integrantes del Jurado de Tesis: Ing. Carlos Carbajal Toribio, Ing. Luis García Carrión.
- A Milagros e Irma, que con sus valiosos consejos hicieron posible continuar mis estudios.
- A Carlos Mendoza Villanueva, por su apoyo desinteresado en la evaluación de campo del presente trabajo.
- A Hilda y Elías, amigos que brindaron su apoyo en la presente tesis.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	15
2.1 Generalidades.....	15
2.1.1 Origen.....	15
2.1.2 Clasificación botánica.....	15
2.1.3 Características del cultivo.....	16
2.1.4 Factores ambientales favorables para el cultivo.....	19
2.2 Factores fisiológicos y agronómicos que influyen sobre el rendimiento.....	21
2.3 Genotipo y medio ambiente.....	23
2.3.1 Estimación de la adaptabilidad.....	29
2.4 Ensayos experimentales.....	30
2.5 Características agronómicas de los cultivares comerciales de maíz.....	34
III. MATERIALES Y METODOS.....	38
3.1 Materiales.....	38
3.2 Metodología.....	39
3.2.1 Ubicación del experimento.....	39
3.2.2 Componentes en estudio.....	39
3.2.3 Tratamientos en estudio.....	40
3.2.4 Características del campo experimental.....	41
3.2.5 Diseño experimental.....	43

3.2.6	Esquema del análisis estadístico.....	44
3.2.7	Conducción del experimento.....	45
3.2.8	Análisis del suelo.....	46
3.2.9	Datos meteorológicos.....	49
3.2.10	Características en evaluación.....	51
IV.	RESULTADOS.....	54
4.1.	Del rendimiento en grano (t.ha <sup>-1</sup> ).....	54
4.2.	De los días a las floración masculina y femenina.....	64
4.3	De la altura de planta y de mazorca del maíz.....	70
4.4.	De la longitud y diámetro de mazorca.....	76
4.5.	Del número de hileras/mazorca y granos/hilera.....	82
4.6	Peso de 100 semillas.....	90
V.	DISCUSIÓN.....	96
VI.	CONCLUSIONES.....	107
VII.	RECOMENDACIONES.....	109
VIII.	RESUMEN.....	110
IX.	BIBLIOGRAFIA.....	112
X.	ANEXO.....	116

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Pág.</b>
1. Descripción de los tratamientos.....	40
2. Análisis de variancia.....	44
3. Resultados del análisis físico – químico del suelo del campo experimental, Afilador 2002.....	47
4. Resultados del análisis físico – químico del suelo del campo experimental, Tulumayo 2002.....	48
5. Condiciones climáticas durante el experimento. Agosto a diciembre del 2002, Afilador.....	49
6. Condiciones climáticas durante el experimento. Agosto a diciembre del 2002, Tulumayo.....	50
7. Resumen del análisis de variancia para el caracter rendimiento en grano de maíz, Afilador 2002.....	54
8. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para densidades de siembra (factor A), en el rendimiento en grano de maíz, Afilador 2002.....	55
9. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los cultivares comerciales de maíz (factor B), en el rendimiento en grano de maíz, Afilador 2002.....	57
10. Resumen del análisis de variancia para el caracter rendimiento en grano de maíz, Tulumayo 2002.....	59
11. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para densidades de siembra (factor A), en el rendimiento en grano de maíz, Tulumayo 2002.....	60

12. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los cultivares comerciales de maíz (factor B), en el rendimiento en grano de maíz, Tulumayo 2002.....	62
13. Resumen del análisis de variancia para días a la floración masculina (d.a.f.m) y femenina (d.a.f.f) de maíz, Afilador 2002.....	64
14. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los cultivares comerciales de maíz (factor B), en días a la floración masculina y femenina de maíz, Afilador 2002.....	65
15. Resumen del análisis de variancia para días a la floración masculina (d.a.f.m) y femenina (d.a.f.f) de maíz, Tulumayo 2002.....	67
16. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los cultivares comerciales de maíz (factor B), en días a la floración masculina y femenina de maíz, Tulumayo 2002.....	68
17. Resumen del análisis de variancia para altura de planta y de mazorca de maíz, Afilador 2002.....	70
18. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los cultivares comerciales de maíz (factor B), en altura de planta y de mazorca de maíz, Afilador 2002.....	71

19. Resumen del análisis de variancia para altura de planta y de mazorca de maíz, Tulumayo 2002.....	73
20. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los cultivares comerciales de maíz (factor B), en altura de planta y de mazorca de maíz, Tulumayo 2002.....	74
21. Resumen del análisis de variancia para longitud y diámetro de mazorca de maíz, Afilador 2002.....	76
22. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los cultivares comerciales de maíz (factor B), en longitud y diámetro de mazorca de maíz, Afilador 2002.....	77
23. Resumen del análisis de variancia para longitud y diámetro de mazorca de maíz, Tulumayo 2002.....	79
24. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los cultivares comerciales de maíz (factor B), en longitud y diámetro de mazorca de maíz, Tulumayo 2002.....	80
25. Resumen del análisis de variancia para el número de hileras por mazorca y número de granos por hilera, Afilador 2002.....	82
26. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los cultivares comerciales de maíz (factor B), en el número de hileras por mazorca y número de granos por hilera, Afilador 2002.....	83

27. Resumen del análisis de variancia para el número de hileras por mazorca y número de granos por hilera, Tulumayo 2002.....	86
28. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los cultivares comerciales de maíz (factor B), en el número de hileras por mazorca y número de granos por hilera, Tulumayo 2002.....	87
29. Resumen del análisis de variancia para el peso de 100 semillas de maíz, Afilador 2002.....	90
30. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los cultivares comerciales de maíz (factor B), en el peso de 100 semillas de maíz, Afilador 2002.....	91
31. Resumen del análisis de variancia para el peso de 100 semillas de maíz, Tulumayo 2002.....	93
32. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los cultivares comerciales de maíz (factor B), en el peso de 100 semillas de maíz, Tulumayo 2002.....	94
33. Análisis físico – químico de suelos de la localidad de Afilador.....	132
34. Análisis físico – químico de suelos de la localidad de Tulumayo.....	133

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Pág.</b>
1. Efecto de la densidad de siembra (factor A) en el rendimiento en grano de maíz, Afilador 2002.....	56
2. Rendimiento en grano de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Afilador 2002.....	58
3. Efecto de la densidad de siembra (factor A) en el rendimiento en grano de maíz, Tulumayo 2002.....	61
4. Rendimiento en grano de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Tulumayo 2002.....	63
5. Número de días a la floración masculina y femenina de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Afilador 2002.....	66
6. Número de días a la floración masculina y femenina de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Tulumayo 2002.....	69
7. Altura de planta y de mazorca de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Afilador 2002.....	72
8. Altura de planta y de mazorca de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Tulumayo 2002.....	75
9. Longitud de mazorca de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Afilador 2002.....	78
10. Longitud de mazorca de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Tulumayo 2002.....	81
11. Número de hileras por mazorca de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Afilador 2002.....	84

12. Número de granos por hilera para cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Afilador 2002.....	85
13. Número de hileras por mazorca de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Tulumayo 2002.....	88
14. Número de granos por hilera de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Tulumayo 2002.....	89
15. Peso de 100 semillas de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Afilador 2002.....	92
16. Peso de 100 semillas de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Tulumayo 2002.....	95
17. Croquis del campo experimental.....	117
18. Detalle de parcela $a_1$ .....	118
19. Detalle de parcela $a_2$ .....	119
20. Detalle de parcela $a_3$ .....	120
21. Rendimiento de cinco cultivares de maíz, en tres densidades de siembra, Afilador 2002.....	121
22. Rendimiento de cinco cultivares de maíz, en tres densidades de siembra, Tulumayo 2002.....	121
23. Días a la floración masculina de cinco cultivares de maíz, en tres densidades de siembra, Afilador 2002.....	122
24. Días a floración masculina de cinco cultivares de maíz, en tres densidades de siembra, Tulumayo 2002.....	122
25. Días a la floración femenina de cinco cultivares de maíz, en tres densidades de siembra, Afilador 2002.....	123

26. Días a la floración femenina de cinco cultivares de maíz, en tres densidades de siembra, Tulumayo 2002.....	123
27. Altura de planta de cinco cultivares de maíz, en tres densidades de siembra, Afilador 2002.....	124
28. Altura de planta de cinco cultivares de maíz, en tres densidades de siembra, Tulumayo 2002.....	124
29. Altura de mazorca de cinco cultivares de maíz, en tres densidades de siembra, Afilador 2002.....	125
30. Altura de mazorca de cinco cultivares de maíz, en tres densidades de siembra, Tulumayo 2002.....	125
31. Parcela experimental en la localidad de Afilador.....	126
32. Parcela de maíz en Afilador luego de realizar el aporque.....	126
33. Parcela experimental en la localidad de Tulumayo.....	127
34. Parcela de maíz en Tulumayo luego de realizar el aporque.....	127
35. Evaluación de altura de planta.....	128
36. Vista de parcela experimental en la localidad de Tulumayo.....	128
37. Diferencia entre mazorcas de los cultivares en estudio.....	129
38. Cosecha de subparcelas en la localidad de Afilador.....	130
39. Cosecha de subparcelas en la localidad de Tulumayo.....	130
40. Acarreo de cosecha en la localidad de Tulumayo.....	131

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.), es una de las plantas más adaptables a diversas condiciones ambientales relacionadas a clima y suelo, se cultiva en casi todo el mundo, requiriendo para su cultivo de temperaturas óptimas de 20 a 30°C, y de por lo menos 700 mm de precipitación bien distribuidos durante el ciclo del cultivo, altitudes que van de 0 hasta los 3 500 m.s.n.m.

El maíz en el Perú constituye uno de los tres cereales más importantes para la alimentación humana y de animales; como para obtener subproductos industriales de gran valor comercial. En el Perú, la producción es de 1 058 700 t, la cual no satisface la demanda interna que es aproximadamente 2 100 191 t, teniendo la necesidad de importar anualmente 1 041 491 t, de maíz amarillo de otros países como Argentina y Estados Unidos para poder cubrir nuestra demanda nacional. De la producción total del país el 76% corresponden al maíz amarillo duro producido principalmente en la Costa y Selva, mientras que el 24% corresponde al maíz amiláceo para consumo directo en la Sierra.

Las semillas mejoradas o híbridas son un insumo estratégico en la agricultura, pues ayudan a elevar la producción, el rendimiento y la eficiencia para cubrir las necesidades alimenticias de la población y competir en el ámbito internacional. Frente a las limitaciones que se presentan en el cultivo, una de las alternativas más viables para el incremento de la productividad y la producción del maíz es usando variedades mejoradas o híbridos que se

adapten a las condiciones de nuestra región, así como también realizar la combinación de éstos con las labores culturales, como son las densidades de siembra, e incluyendo también el manejo del suelo y del cultivo, todo esto basado en una tecnología media que permitan un mayor ingreso económico al productor maicero. En base a esto se planteó los siguientes objetivos:

1. Determinar el comportamiento de los cultivares comerciales de maíz para rendimiento en grano y otros caracteres biométricos de la planta.
2. Determinar el efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de cinco cultivares comerciales de maíz en cada localidad.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades

#### 2.1.1 Origen

La planta de maíz (*Zea mays* L.), es nativa de las Américas y la principal planta alimenticia de los indígenas cuando Colón descubrió América, todavía en la actualidad es la cosecha más importante en México, América Central y muchos países de América del sur (Perú, Ecuador, Bolivia). El maíz es una de las plantas cultivadas más antiguas de origen Americano. Considerándose dos lugares como los posibles centros de origen del maíz: a) Los valles altos del Perú, Ecuador y Bolivia; y b) La región del sur de México y la América Central (POEHLMAN, 1981).

#### 2.1.2 Clasificación botánica

REINO	:	Vegetal
CLASE	:	Monocotiledónea.
ORDEN	:	Columbifloras.
FAMILIA	:	Graminae.
SUB-FAMILIA	:	Panicoideae
GENERO	:	<i>Zea</i>
ESPECIE	:	<i>Zea mays</i> L. (JUNGENHEIMER, 1988).

### **2.1.3 Características del cultivo**

El maíz (*Zea mays* L.), es una gramínea monoica anual, que en un período muy corto, tres a siete meses, puede transformar diferentes elementos como: N, P, K, Ca, etc., en sustancias completas de reserva, azúcar, almidón, proteínas, aceites, vitaminas, etc. (MANRIQUE, 1987). El maíz es una planta con un gran desarrollo vegetativo que puede alcanzar hasta los 5 m de altura; lo normal son 2 a 2.5 m (LLANOS, 1984).

El tallo es leñoso y cilíndrico. El número de los nudos varía de 8 a 25, con un promedio de 16 nudos (PARSONS, 1988).

El tallo es nudoso y macizo, desde el entrenudo inferior pueden nacer tallos secundarios, que no suelen dar espigas, pero en caso de darlas abortan. La selección se ha dirigido hacia las variedades que entallan lo menos posible. El tallo esta formado por entrenudos separados por nudos más o menos distantes. Cerca del suelo los entrenudos son cortos y de los nudos nacen raíces aéreas. El grosor del tallo disminuye de abajo hacia arriba. Su sección es circular, pero desde la base hasta la inserción de la mazorca presenta una depresión que va haciéndose más profunda conforme se aleja del suelo. Desde el punto en que nace el pedúnculo que sostiene la mazorca, la sección del tallo es circular hasta la panícula o inflorescencia masculina, que corona la planta (LLANOS, 1984).

La hoja, la vaina de ésta forma un cilindro alrededor del entrenudo, pero con los extremos desunidos. Su color usual es verde pero se pueden encontrar hojas rayadas de blanco y verde o verde púrpura. El número de hojas por planta varía entre 8 y 25 (PARSONS, 1988). Lleva de 15 a 30 hojas alargadas y abrazadoras (4 a 10 cm de ancho por 35 a 50 cm de longitud), de borde áspero, finamente ciliado y algo ondulado. Posee un sistema radicular fasciculado bastante extenso formado por tres tipos de raíces: las raíces primarias; las raíces secundarias que constituyen casi la totalidad del sistema radicular; y las raíces aéreas o adventicias (LLANOS, 1984).

El sistema radicular se desarrolla rápidamente durante ésta etapa del crecimiento. Las raíces seminales pierden pronto su importancia y el sistema radical permanente comienza a formarse desde la corona, sosteniendo y nutriendo a la planta joven. Las raíces primarias continúan hundiéndose y ramificándose, mientras que se forman sucesivas raíces adicionales en los nudos del tallo por encima de la corona (ALDRICH, 1980).

El maíz es una planta monoica, es decir lleva en cada pie de planta flores masculinas y femeninas. Las flores masculinas se agrupan en una panícula (penachos) terminal, tienen de 6 – 8 mm, salen por parejas a lo largo de muchas ramas finas de aspecto plumoso, situadas en el extremo superior del tallo, cada flor tiene tres estambres largamente filamentados. Las flores femeninas se reúnen en varias espigas (panojas o mazorcas) que nacen de las axilas de las hojas del tercio medio de la planta, las espiguillas femeninas se

agrupan en una ramificación lateral gruesa, de forma cilíndrica, cubierta por brácteas foliadas. Sus estilos sobresalen de las brácteas y alcanzan una longitud de 12 a 20 cm, formando su conjunto una cabellera que se conoce con el nombre de sedas o barba.

El fruto es una cariósida, formado por una cubierta o pericarpio (6% del peso del grano), el endospermo (8%) y el embrión o germen (11%).

La maduración del grano, después de fecundadas las flores de la espiga, los estilos se oscurecen y marchitan. A los pocos días pueden ya verse sobre la espiga los pequeños granos con aspecto de gotita de agua. Estos crecen rápidamente y, al mismo tiempo, la espiga se alarga y ensancha hasta formar la mazorca con su tamaño definitivo.

Unos veinte días después de la polinización, los granos se llenan de una pasta lechosa y azucarada que evoluciona para transformarse en las sustancias almidonadas y las proteínas del endospermo. A los treinta o treinta y cinco días después de la fecundación, empieza a depositarse y almacenarse el almidón en el interior del grano a partir de la corona. Aproximadamente a los cuarenta días después de la fecundación, pueden distinguirse dos zonas en el grano: una superior rica en almidón y otra interior con sustancias lechosas sin transformar. A la octava o novena semana después de la fecundación el embrión ha terminado de formarse en el interior del fruto y el acumulo de sustancias nutritivas de reserva toca su fin. El grano alcanza entonces el máximo peso seco y se encuentra en estado de madurez fisiológica.

Para reconocer la madurez fisiológica se puede observar la base del grano, es decir, la parte por la que se une al zuro o eje cilíndrico de la mazorca, el grano tiene una zona callosa negruzca, conocida con el nombre de puntito negro. En este momento el contenido de humedad del grano alcanza 30 – 35%. Este se va secando de la corona hacia la base (LLANOS, 1984).

#### **2.1.4 Factores ambientales favorables para el cultivo**

##### **a) Temperatura**

El maíz esta adaptada al clima semiárido. La semilla germina a temperaturas superiores a los 10°C. Los brotes de maíz emergen de 5 a 6 días después de la siembra con temperatura óptima de 20°C. Considerándose temperaturas de 25 a 30°C como óptimos para el crecimiento y desarrollo. Temperaturas superiores a los 35°C reducen el rendimiento (FAO, 1984). La floración es afectada por la temperatura. Temperaturas superiores a 30°C tienden a provocar una inflorescencia masculina más temprana que la femenina. Bajo condiciones en temperaturas menores de 20°C, la inflorescencia femenina aparece más temprano que la masculina. Para una buena producción de maíz, la temperatura debe oscilar entre 20 y 30°C (PARSONS, 1988).

##### **b) Agua**

El maíz, más que otros cultivos, es sensible tanto a la escasez como al exceso de agua. La distribución de lluvia escasa o mala afecta adversamente al rendimiento. En la estación vegetativa el maíz produce

una enorme cantidad de materia orgánica y por ello tiene grandes necesidades de agua. El calor y las sequías durante el período de polinización a menudo causa la desecación del tejido foliar y la formación deficiente de semilla (LLANOS, 1984).

El maíz es cultivado en regiones áridas con una precipitación pluvial anual de 250 mm o hasta regiones con precipitaciones mayores de 500 mm de las zonas tropicales; siendo la cantidad de agua consumida por una planta de maíz durante su ciclo completo de 600 a 700 mm. El uso diario promedio de agua por el maíz, no exceda de  $0.25 \text{ cm}^3$  cuando este tiene una altura de planta de 20 a 30 cm. La demanda se incrementa a medida que la planta crece hasta llegar a  $0.63 - 0.76 \text{ cm}^3$ . Cuando se alcanza la etapa reproductiva de panoja y salida de estigmas, pudiendo llegar en ocasiones esta demanda a  $1 \text{ cm}^3$  por día (CELIS, 1998).

Las necesidades de agua del maíz son mayores y más críticas durante las etapas de "gilote" (inicio de aparición de la mazorca) y de la floración. El correcto grado de humedad en dichas etapas es tan importante para lograr un buen rendimiento que aún en áreas húmedas, los agricultores consideran lucrativo el riego del maíz. Francis y Turrele (1968), citado por ESCUDERO (2000).

### **c) Fotoperíodo**

El cambio de la fase vegetativa a la reproductiva se produce más temprano, cuando el período de cultivo coincide con días cortos.

Durante los días largos, el maíz florece tardíamente. Los mayores rendimientos se obtienen con 11 ó 14 horas de luz por día, o sea, cuando el maíz florece tardíamente (PARSONS, 1988).

#### **d) Suelo**

Los suelos más idóneos para el cultivo de maíz son los de textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención para el agua. Puede cultivarse en suelos con pH entre 5.5 y 8, aunque el óptimo corresponde a una ligera acidez con pH entre 6 y 7 (LLANOS, 1984).

## **2.2 Factores fisiológicos y agronómicos que influyen sobre el rendimiento**

El maíz es muy sensible al exceso de humedad en el estado de plántula cuando el punto de crecimiento está por debajo del nivel del suelo; en estos casos habrá una reducción de la población y se retardará el crecimiento con la consecuente pérdida de rendimiento. Cuando el exceso de humedad ocurre por un período de tres a seis días en el momento en que las plantas de maíz están a la altura de la rodilla, puede causar una reducción de los rendimientos entre 30 y 50%; sin embargo, si el exceso de humedad ocurre durante la floración, la pérdida de rendimiento será menor (PALIWAL, 2001).

El maíz es sensible al estrés en el momento de la floración: un nivel de estrés que tendría poco efecto sobre el rendimiento si ocurriera durante la etapa de vegetativa o durante el llenado de grano, puede ser catastrófico

durante esta etapa de crecimiento. La elongación de los estambres es muy sensible al contenido de agua de la planta y al abastecimiento de materia asimilada y el estrés antes de la floración puede aumentar el intervalo entre la antesis y la aparición de los estigmas (PALIWAL, 2001).

Es importante destacar la alta demanda de agua y nutrientes en la fase de floración y fecundación, debido a una intensa actividad fisiológica a que es sometida la planta, por lo que, la falta de agua y nutrientes, en los 10 a 14 días antes de la aparición de los estigmas (cabellos) y la liberación del polen, disminuye considerablemente la producción de grano. En esta etapa, dos días de estrés por agua en el período de floración disminuye el rendimiento en más del 20% y cuatro a ocho días lo disminuye en más del 50% (CELIS, 1998).

El rendimiento del maíz es seriamente afectado por la cantidad de radiación que el cultivo acumula por unidad de tiempo térmico. Por la misma razón, en el período que sigue inmediatamente a la floración, la mazorca continúa siendo un pobre competidor por las materias asimiladas. La cantidad de radiación interceptada por el cultivo en los 10 días siguientes a la antesis esta relacionada en forma lineal al número final de granos por planta, pero la curva de esta relación varía con los cultivares. Esto es debido probablemente a los efectos de la disponibilidad de radiación para la fotosíntesis. Esta puede ser una de las bases fisiológicas para la poca común respuesta del maíz a la densidad de planta. En muchos cereales el rendimiento aumenta, hasta un cierto punto, con la densidad (a causa de una mejor intercepción de la radiación) después de la cual se alcanza un nivel donde un aumento de la

densidad tiene escaso efecto sobre el rendimiento. El maíz y en lo que hace al rendimiento de grano, se encuentra un punto óptimo bastante estrecho. La caída del rendimiento por encima de una densidad óptimo está asociada, en el maíz, con la disminución del número de mazorcas por planta (menos de una), aún cuando en el ambiente haya un índice foliar óptimo para el rendimiento. Las diferencias en la tolerancia a la densidad se relacionan con la altura de planta, la madurez y también con la resistencia general al estrés (PALIWAL, 2001).

### **2.3 Genotipo y medio ambiente**

Se dice que se está ante una interacción genotipo-medio ambiente cuando las diferencias que se observan entre los genotipos en cuanto a la expresión de un carácter cuantitativo cualquiera, varían en función del ambiente (MARIOTTI, 1986).

El medio ambiente resulta ser un factor muy importante de influencia en el comportamiento en el cultivo de maíz, como el de cualquier otro, manera tal que es insuficiente el experimento en una localidad y solamente durante un año para proceder a recomendar en forma positiva la variedad probada; antes se necesita recurrir a ensayos sucesivos en diferentes campañas y en varias localidades a fin de evaluar de manera mas cercana a lo ideal, la variedad de mejor comportamiento (ARBIZU, 1974).

Aún cuando el ambiente aparentemente no cambiara por influencia exterior, en sí el mismo genotipo tiende a cambiarlo, pues al crecer y desarrollarse actúa sobre aquél, modificándolo; esta modificación actúa

entonces en otra forma sobre el genotipo y lo hace cambiar también, generándose así una interacción entre el genotipo y el ambiente en que se desarrolla (MARQUEZ, 1991).

Las interacciones genotipo-ambiente juegan un papel importante en casi todos los experimentos de mejoramiento. La magnitud de la interacción y la diversidad de los ambientes para los cuales se intenta una selección particular, son los factores de decisión en la influencia que la interacción tendrá en la ganancia de la selección (ASTETE, 1990).

Los avances genéticos que se alcancen con la selección dependerán de: el valor del efecto encubridor del medio ambiente y de los componentes de la interacción sobre la variabilidad genética. La intensidad de selección que se efectúa es un factor que influirá sobre el avance genético relativo que se lleva a cabo con la selección (ALLARD, 1975).

Desde el punto de vista del mejorador de plantas, se deben medir los valores genotípicos haciendo referencia a un conjunto particular de medios ambientes, generalmente los que ocurren a lo largo de un período de años en varias localidades dentro de una zona geográfica comparativamente homogénea. De esta manera se podrán estimar los parámetros genéticos con mayor precisión, separando de la variancia genética, la correspondiente a la interacción genotipo-ambiente (ALLARD, 1975).

Todo proceso de mejoramiento genético de plantas, sigue un ciclo repetitivo de tres etapas:

- a) La creación de un pool de germoplasma variable.
- b) La selección de individuos superiores de dicho pool y
- c) La utilización de individuos seleccionados para crear una variedad superior (CHAVEZ, 1995).

Las evaluaciones agronómicas; así como, el mantenimiento de la identidad genética de las variedades comerciales de maíz, son fundamentales en los programas de mejora genética y certificación de semillas (MARIOTTI, 1986).

En los programas de mejoramiento genético también es útil establecer correlaciones fenotípicas, genotípicas y ambientales entre el rendimiento y sus componentes y, entre ellos mismos. Esto con la finalidad de construir índices de selección o practicar selección indirecta para rendimiento a través de un componente fácilmente distinguible, que esté positiva y altamente correlacionado con éste y heredabilidad alta o media (GARCIA y CARBAJAL, 1992).

Estudios genéticos señalan que un carácter medido en dos ambientes diferentes, se considera como dos caracteres diferentes. Si la correlación genética es alta puede considerarse que los dos caracteres son los mismos y estarían determinados por el mismo grupo de genes. En este caso, si la heredabilidad y el índice de selección no son afectados, la selección puede efectuarse en cualquiera de los dos ambientes. Pero si la correlación genética es baja, entonces las características son diferentes y la selección debería

hacerse en el ambiente que se va a propagar la selección (FALCONER, 1952). Varios investigadores han sugerido que la altura de la planta y la altura de mazorca pueden ser usadas con propósitos de selección, dada la alta correlación que existe entre estos caracteres y éstos con el rendimiento (LLANOS, 1984 y MANRIQUE, 1987).

Shull en 1909, sugirió el uso de líneas endocriadas en la formación de híbridos debido a sus ventajas sobre variedades de libre polinización como progenitores y por producir híbridos del mismo genotipo año tras año. Así mismo, señala que los híbridos dobles sugeridos por Jones en 1918, hicieron posible la utilización económica de maíces híbridos, debido a la reducción del costo de la semilla, a la mejor calidad de las mismas y a la disponibilidad de una mayor cantidad de semillas (ALLARD, 1975).

Cuando se realizó un experimento con variedades foráneas de maíz amarillo duro tomadas del CIMMYT y con los híbridos PM-701 y PM-210 como testigos; evaluados en dos épocas de siembra: primavera y verano, se encontró que el promedio de rendimiento en grano era mayor en primavera y menor en verano con una diferencia de  $2 \text{ t.ha}^{-1}$  aproximadamente y que los mayores rendimientos en verano fueron logrados por PM-701 y PM-210. Indicando que tales rendimientos se deben a las diferencias reales de los componentes genéticos y a la variación de los factores climáticos (GUARDA, 1990).

Por tanto los efectos del clima en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de un cultivo, tiene que ser cuantificado para interpretar aproximadamente los experimentos agronómicos y fomentar el uso del clima e

información climática en el planeamiento de la agricultura y en el establecimiento de cultivos de rendimientos potenciales (COELHO y DALE, 1980).

El desarrollo de variedades superiores de maíz, así como de cualquier otro cultivo, requiere de muchas pruebas de evaluación de comportamiento y tanto en localidades como en años, para determinar la superioridad genotípica de ellos y hacerlas recomendables para áreas específicas o de mayor extensión (POEHLMAN, 1981).

Una interacción genotipo medio ambiente apreciable favorece la obtención de variedades adaptadas a tipos especiales de ambientes, una pequeña interacción favorece la obtención de variedades que se comportan bien en un amplio espectro de ambientes (FALCONER, 1972).

Por su parte, Sprague y Tatum, concluye que las variancias obtenidas eran significativas o altamente significativas, comprobando así que los diferentes híbridos, a pesar de tener un mismo material genético, responden de manera diferente al probarse en diferentes localidades y/o años (DUDLEY y MOLL, 1969).

Existe ventaja de dos líneas parentales híbridas sobre tres o cuatro parentales híbridos. Es más fácil manejar dos parentales híbridos tanto en el mantenimiento de los progenitores como en la producción de semillas. Las combinaciones híbridas de las líneas endocriadas, especialmente las cruas simples, tienen la ventaja de la uniformidad y de alcanzar la madurez al mismo

tiempo; sin embargo, estos dos hechos son menos importantes en los ambientes tropicales donde el tamaño de los predios es pequeño y donde la cosecha se hace prevalentemente a mano. Las líneas no endocriadas, los híbridos mezclados tienen un mayor espacio en los ambientes tropicales y deben ser críticamente analizados y explotados. Entre los híbridos no formados a partir de líneas endocriadas, los híbridos entre poblaciones y entre variedades ofrecen menores ventajas respecto a la heterosis y al incremento de los rendimientos. Sin embargo, en esos híbridos es más fácil producir los progenitores - dos parentales pueden ser mantenidos sin dificultad - y el precio de la semilla será bajo. La depresión en los rendimientos causada por el uso de la semilla  $F_2$  será menor que en otros tipos de híbridos. Las poblaciones y las cruas varietales desarrolladas por medio de un esquema de mejoramiento entre poblaciones pueden tener la ventaja de los altos rendimientos. Los híbridos entre sintéticos pueden ser más uniformes y tener más altos rendimientos que los híbridos entre poblaciones y entre variedades. Los híbridos entre familias tienen el mayor potencial entre las combinaciones híbridas no endocriadas. Las familias de hermanas o medias hermanas mostrando una alta habilidad combinatoria en un programa de mejoramiento entre o dentro de poblaciones podría producir híbridos altamente productivos. Se informó sobre el desarrollo y uso de híbridos de familias hermanas con un alto grado de heterosis parental de hasta 54% entre las familias. Algunos de esos híbridos de familias hermanas que fueron entregados al cultivo comercial,

tuvieron mayores rendimientos y estabilidad que muchos de los híbridos dobles comerciales y el mantenimiento de los progenitores y la producción de semillas fueron mucho más simples (PALIWAL, 2001).

El peso de 100 semillas es un carácter cuantitativo que tiene 2 componentes: el genético y el ambiental. La interrelación entre los efectos de estos componentes expresa fenotipos de granos con mayor o menor peso, dependiendo de su magnitud. Se ha comprobado que el peso de 100 semillas es una característica varietal muy estable, que tiene un fuerte componente que puede afectar en cierto modo el rendimiento, pero rara vez es un factor limitante bajo condiciones normales (PROGRAMA NACIONAL DE ARROZ, 1982).

### **2.3.1 Estimación de la adaptabilidad**

Se define adaptabilidad como la capacidad de un genotipo o una población de genotipos de adecuarse a un ambiente dado. También se considera el término adaptabilidad como "la capacidad para responder a la selección", lo cual implica variabilidad genética. En estas condiciones, una población genotípicamente heterogénea será adaptable a diferentes ambientes al estar sujeta a diferentes presiones de selección, manifestando su adaptación específica a un ambiente de acuerdo a la presión de selección en éste mediante su respuesta a la selección de manera que las respuestas cambiantes a los diferentes ambientes medirían la adaptabilidad. Por otra parte, una población con menor variación genética, mostraría una menor respuesta a la selección, sus respuestas serían de menor grado en los ambientes y, en este sentido, la población sería más estable, no cambiaría mucho a través de los ambientes (MARQUEZ, 1991).

En términos de plantas cultivadas, la adaptación de una variedad corresponde al rendimiento en un ambiente, y la adaptabilidad a la forma como rinde la variedad en los diferentes ambientes. La adaptación, en este caso, no es una respuesta a la selección propiamente dicha, si no es la respuesta fenotípica al cambio ambiental que depende del efecto de la interacción genético ambiental de la variedad (MARQUEZ, 1991).

## **2.4 Ensayos experimentales**

### **a) Densidades de siembra**

La densidad de plantas esta estrechamente relacionada con el rendimiento del maíz. Los híbridos más recientes están adaptados a mayores densidades de plantas y alta fertilización (JUNGENHEIMER, 1988). Una población óptima por hectárea permitirá no solo una mejor captación de energía solar, sino también un mayor aprovechamiento de la humedad del suelo y de los fertilizantes (MANRIQUE, 1987).

Con la aparición de los híbridos, se hicieron también más comunes las grandes poblaciones de hasta 40 000 plantas.ha<sup>-1</sup>, hoy día la mayor parte de los productores consideran que esta población es moderada y son comunes las poblaciones finales de hasta 50 000 plantas.ha<sup>-1</sup>. Se sabe también, por otra parte, que los híbridos reaccionan de manera distinta frente a mayores densidades de siembra (ALDRICH, 1980).

La densidad de siembra está directamente relacionada con la fertilidad natural del suelo, utilizándose altas densidades en suelos fértiles y bajas densidades en suelos de fertilidad baja. Las densidades más recomendables son:

**Suelos de alta fertilidad:** Cuando se siembra a golpe, colocar 5 semillas cada 45 cm de distancia para luego eliminar 2 plantas antes del aporqué, y dejando las 3 más vigorosas. Cuando se siembra a surco corrido, colocar 2 semillas cada 15 cm de distancia y para luego eliminar 1 planta con esta distribución de siembra se obtendrá una densidad final aproximadamente de 75 074 plantas.ha<sup>-1</sup>.

**Suelos de fertilidad media:** Cuando la siembra se realiza a golpe, colocar 5 semillas cada 60 cm de distancia, posteriormente eliminar 2 plantas antes del aporque y dejar las 3 más vigorosas. Cuando se siembra en surco corrido, colocar 2 semillas cada 20 cm y eliminar una planta.

**Suelo de baja fertilidad:** En esta clase de suelos se recomienda siembras con densidad de 45 000 plantas.ha<sup>-1</sup>. Esta densidad se consigue con siembra de 5 semillas por golpe. Cada 75 cm de distancia (MANRIQUE, 1987).

En un trabajo experimental sobre evaluación de híbridos dobles y triples de maíz, bajo condiciones de Tingo María, se encontraron rendimientos promedios para el híbrido doble PM-702 de 5.199 t.ha<sup>-1</sup>, a una densidad de siembra de 0.90 x 0.60 m (55 555 plantas.ha<sup>-1</sup>) (GUARDA, 2000).

## **b) El maíz híbrido**

La nueva era del mejoramiento del maíz comienza con el Dr. G. H. Shull quien sugirió un método para la producción de semilla híbrida de maíz, indicando que un campo ordinario de maíz debe estar compuesto por muchos híbridos complejos, cuyo vigor disminuye al autofecundarse y que el fitogenetista debería luchar por mantener las mejores combinaciones. Como

resultado de los estudios de autofecundación y cruzamiento realizados por él se definió en 1909 un plan consistente en: a) autofecundar, para obtener líneas puras y b) cruzar las líneas puras (autofecundadas) para producir líneas híbridas de producción uniforme. El maíz híbrido se define como la primera generación de una cruce entre líneas autofecundadas (POEHLMAN, 1981).

Los mayores éxitos con las variedades híbridas se han conseguido en maíz debido a su estructura morfológica de las inflorescencias estaminadas y pistiladas y el que éstas estén en la misma planta hacen que esté adecuada para controlar la autofecundación o los cruzamientos, y por lo tanto la producción de líneas puras (ALLARD, 1975).

El rendimiento es la consideración fundamental en la producción del maíz híbrido. La capacidad peculiar del maíz híbrido para producir rendimientos superiores es la principal razón de que haya sustituido en forma tan rápida a las variedades de libre polinización. Los ensayos de rendimiento en la zona donde se adaptan los híbridos son el único medio de medir con precisión los rendimientos relativos de los diversos híbridos. Se cosechan los lotes y se corrigen los pesos a una base constante de humedad (generalmente 15.5%) antes de calcular los rendimientos.

La adaptación al igual que el rendimiento, es un objetivo complejo en la creación de maíces híbridos debido a que depende de muchas características de la planta. Los factores que afecta la adaptación son: a) la maduración satisfactoria para el área de producción, b) la respuesta al grado de fertilidad del suelo, c) la resistencia al calor y la sequía y d) la resistencia al

frío. Habiendo otras muchas características de las plantas que directamente o indirectamente pueden determinar la adaptabilidad de un híbrido específico a un ambiente determinado (POEHLMAN, 1981).

### **c) Híbridos dobles**

Las cruzas dobles se forman a partir de cuatro líneas autofecundadas, es decir, son las progenies híbridas obtenidas de una craza entre dos cruzas simples.

Para formar las cruzas dobles son necesarios los siguientes pasos:

- Formación de líneas autofecundadas homocigóticas uniformes.
- Cruzamientos entre estas líneas en combinaciones que produzcan híbridos simples uniformes y productivos.
- Cruzamientos entre las cruzas simples en combinaciones que produzcan híbridos productivos de craza doble (CHAVEZ, 1995).

### **d) Híbridos triples**

Estos se forman con tres líneas autofecundadas, es decir, son los resultados de un cruzamiento entre una craza simple y una línea autofecundada. Para formarlos se polinizan las plantas de la craza simple con polen del progenitor masculino, el cual debe ser una línea muy productora de polen, ya que está en desventaja con la craza simple que es muy vigorosa (CHAVEZ, 1995).

## 2.5 Características agronómicas de los cultivares comerciales de maíz

### a) Híbrido XB – 8010

- Adaptación : Se siembra todo el año en la Costa.
- Período vegetativo : En invierno de 135 a 150 días.  
En verano de 120 a 125 días.
- Densidad sugerida : De 70 000 a 78 000 plantas.ha<sup>-1</sup>.
- Relación grano/coronta : 84/16.
- Potencial de rendimiento : Excelente.
- Número de mazorcas  
por planta : Superior a 1 en promedio.
- Número de hileras  
por mazorca : 12 a 14 hileras.
- Altura de planta : 2.20 metros.
- Tipo de grano : Duro anaranjado.
- Número de granos  
por hilera : 36.
- Tipo de híbrido : Doble (MINAG, 2000).

### b) Híbrido G – 5423

- Adaptación : Costa Norte en verano. Selva Alta.
- Período vegetativo : De 110 a 125 días.

- Densidad sugerida : De 74 000 a 83 000 plantas.ha<sup>-1</sup>, entre surcos de 0.80 a 0.90 y 0.15 m entre semillas (1 semilla por golpe).
- Relación grano/coronta : 82/18 (índice de desgrane 82%).
- Potencial de rendimiento : Muy bueno.
- Altura de planta : De 2.50 a 2.80 metros (excelente para ensilaje, para forraje).
- Tipo de grano : Duro, por su especial color Anaranjado rojizo se le llama "el colorado" (MINAG, 2000).

**c) Híbrido PM – 702**

- Adaptación : Se siembra todo el año en la Costa Norte; en verano y primavera en la Costa Central y todo el año en la Selva.
- Período vegetativo : 135 días (semi precoz).
- Densidad sugerida : De 55 000 a 70 000 plantas.ha<sup>-1</sup>
- Relación grano/coronta : 82/18 (índice de desgrane 82%).
- Potencial de Rendimiento : Muy Bueno.

- **Número de mazorcas**  
por planta : 2
- **Altura de planta** : 2.35 metros.
- **Tipo de grano** : Amarillo intenso (MINAG, 2000).

**d) Híbrido PM – 104**

- **Adaptación** : Se siembra en la Costa Central en verano. En la Libertad se siembra de abril a junio.
- **Período vegetativo** : En invierno de 110 a 120 días.  
En verano de 115 a 125 días.
- **Número de mazorcas**  
por planta : 1.6 (resistente a la tumbada).
- **Densidad o Población** : De 55 000 a 85 000 plantas.ha<sup>-1</sup> sugerida con distanciamientos entre surcos de 0.80 a 0.90 m y 0.45 a 0.55 m entre golpes (3 semillas por golpe).
- **Potencial de rendimiento** : Muy bueno.
- **Altura de planta** : De 2.20 a 2.40 metros.
- **Tipo de grano** : Anaranjado semi duro (MINAG, 2000).

**e) Variedad Marginal 28 - T**

- Adaptación : Se siembra en el Bajo Mayo y Huallaga Central en febrero, Alto Mayo y Alto Huallaga de agosto a setiembre, en la Costa Norte de mayo a diciembre.
- Periodo vegetativo : 110 a 120 días.
- Mazorcas : Colgantes a la maduración.
- Número de hileras por mazorca : 14 (12 - 18).
- Densidad sugerida : De 50 000 plantas.ha<sup>-1</sup>, con distanciamientos de 0.80 m entre surcos y 0.50 m entre golpes, con 2 plantas por golpe.
- Altura de planta : 2.00 a 2.20 m.
- Altura de mazorca : 1.00 a 1.10 m.
- Días a floración : 58 a 60 días.
- Rendimiento experimental: 8 000 kg/ha.
- Rendimiento comercial : 4 000 kg/ha.
- Color del grano : Amarillo rojizo (INIPA, 1984).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Materiales

##### **Semilla de maíz**

Se utilizó el siguiente material genético de maíz:

- XB – 8010 (Híbrido doble)
- G – 5423 (Híbrido triple)
- PM – 702 (Híbrido doble)
- PM – 104 (Híbrido doble)
- Marginal 28 – T (Variedad mejorada)

Los materiales y equipos utilizados para la evaluación fueron los siguientes:

- Cordel marcador y de siembra
- Sobres
- Etiquetas
- Bolsas de polietileno
- Regla
- Vernier
- Fertilizantes
- Despancadoras
- Desgranadora
- Balanza
- Costales
- Determinador de humedad
- Computadora

## **3.2 Metodología**

### **3.2.1 Ubicación del experimento**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en dos localidades, siendo la primera la localidad de Afilador, a la margen derecha del río Huallaga. Distrito de Rupa Rupa. Provincia de Leoncio Prado. Departamento de Huánuco. Cuya ubicación geográfica es la siguiente:

Latitud Sur : 09° 17´  
Longitud Oeste : 75° 59´  
Altitud : 676 m.s.n.m.

La segunda localidad fue Tulumayo, ubicado en el kilómetro 26 de la carretera Tingo María – Aucayacu, en el distrito de José Crespo y Castillo, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco. Cuya ubicación geográfica es la siguiente:

Latitud Sur : 09° 06´  
Longitud Oeste : 75° 54´  
Altitud : 640 m.s.n.m.

### **3.2.2 Componentes en estudio**

**Factor A: Densidades de siembra**

$a_1$  : 0.60 m x 0.90 m

$a_2$  : 0.40 m x 0.80 m

$a_3$  : 0.30 m x 0.90 m

**Factor B: Cultivares de maíz**

b<sub>1</sub> : XB – 8010

b<sub>2</sub> : FUNK G – 5423

b<sub>3</sub> : PM – 702

b<sub>4</sub> : PM – 104

b<sub>5</sub> : Marginal 28 – T

**3.2.3 Tratamientos en estudio**

**Cuadro 1.** Descripción de los tratamientos.

CLAVE	TRATAMIENTO	DESCRIPCION	PLANTAS.ha <sup>-1</sup>
T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	(0.60 x 0.90 m) + XB - 8010	55 555
T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	(0.60 x 0.90 m) + G - 5423	55 555
T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	(0.60 x 0.90 m) + PM - 702	55 555
T <sub>4</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	(0.60 x 0.90 m) + PM - 104	55 555
T <sub>5</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>5</sub>	(0.60 x 0.90 m) + Marginal 28 - T	55 555
T <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	(0.40 x 0.80 m) + XB - 8010	62 500
T <sub>7</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	(0.40 x 0.80 m) + G - 5423	62 500
T <sub>8</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	(0.40 x 0.80 m) + PM - 702	62 500
T <sub>9</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	(0.40 x 0.80 m) + PM - 104	62 500
T <sub>10</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>5</sub>	(0.40 x 0.80 m) + Marginal 28 - T	62 500
T <sub>11</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	(0.30 x 0.90 m) + XB - 8010	74 074
T <sub>12</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	(0.30 x 0.90 m) + G - 5423	74 074
T <sub>13</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	(0.30 x 0.90 m) + PM - 702	74 074
T <sub>14</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>4</sub>	(0.30 x 0.90 m) + PM - 104	74 074
T <sub>15</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>5</sub>	(0.30 x 0.90 m) + Marginal 28 - T	74 074

### 3.2.4 Características del campo experimental

#### **Bloques**

Número de bloques	4.0
Largo de bloque	52.0 m.
Ancho de bloque	6.0 m.
Área de bloque	312.0 m <sup>2</sup>

#### **Parcelas**

Parcelas por bloque	3.0
Total de Parcelas	12.0
Ancho	6.0 m
Largo (0.60x0.90)	18.0 m
Largo (0.40x0.80)	16.0 m
Largo (0.30x0.90)	18.0 m
Área de la parcela (0.60x0.90)	108.0 m <sup>2</sup>
Área de la parcela (0.40x0.80)	96.0 m <sup>2</sup>
Área de la parcela (0.30x0.90)	108.0 m <sup>2</sup>
Área total de parcelas por bloque	312.0 m <sup>2</sup>
Área total de parcelas en el experimento	1248.0 m <sup>2</sup>

#### **Subparcelas.**

Número de subparcelas por bloque	15.0
Número de subparcelas por parcelas	5.0
Número total de subparcelas	60.0
Largo de subparcela	6.0 m.
Ancho de subparcelas	3.6 – 3.2 – 3.6 m.

### **Hileras y golpes.**

Distanciamiento entre hileras (1)	0.90 m
Distanciamiento entre golpes (1)	0.60 m
Distanciamiento entre hileras (2)	0.80 m
Distanciamiento entre golpes (2)	0.40 m
Distanciamiento entre hileras (3)	0.90 m
Distanciamiento entre golpes (3)	0.30 m
Número de golpes por hilera (0.60 x 0.90)	11.0
Número de golpes por hilera (0.40 x 0.80)	16.0
Número de golpes por hilera (0.30 x 0.90)	21.0
Número de semillas por parcela (0.60 x 0.90)	220.0
Número de semillas por parcela (0.40 x 0.80)	320.0
Número de semillas por parcela (0.30 x 0.90)	420.0
Número de plantas por golpe (0.60 x 0.90)	3.0
Número de plantas por golpe (0.40 x 0.80)	2.0
Número de plantas por golpe (0.30 x 0.90)	2.0

### **Dimensiones del Campo Experimental**

Largo	52.0 m
Ancho	27.6 m
Distanciamiento entre bloques	1.0 m
Área total del experimento	1435.2 m <sup>2</sup>

### 3.2.5 Diseño experimental

Se utilizó el Diseño de Parcelas Divididas en Bloques Completamente al Azar con dos factores; densidades de siembra (A) (a nivel de parcelas) y cultivares de maíz (B) (a nivel de subparcelas) con 4 bloques. Para la comparación de promedios se uso la prueba de significación de DUNCAN ( $\alpha=0.05$ ).

#### A. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_k + \gamma_{ik} + \delta_j + (\alpha\delta)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Es la respuesta obtenida en el  $\kappa$ -ésimo bloque; sujeta a la aplicación del  $i$ -ésima densidad de siembra que va en parcelas con el  $j$ -ésimo cultivar de maíz que va en subparcela.

$\mu$  = Es el efecto de la media general.

$\alpha_i$  = Es el efecto de la  $i$ -ésima densidad de siembra que va en parcelas.

$\beta_k$  = Es el efecto del  $k$ -ésimo bloque.

$\gamma_{ik}$  = Es el efecto aleatorio del error a nivel de parcelas

$\delta_j$  = Es el efecto del  $j$ -ésimo cultivar de maíz que va en subparcela.

$(\alpha\delta)_{ij}$  = Es el efecto de la interacción entre la i-ésima densidad de siembra con el j-ésimo cultivar de maíz.

$E_{ijk}$  = Efecto aleatorio del error experimental a nivel de subparcela, asociado a la observación,  $Y_{ijk}$ .

Para:

i. = 1, 2, 3 densidades de siembra.

j. = 1, 2, 3, 4, 5 cultivares de maíz.

k. = 1, 2, 3, 4, bloques.

### 3.2.6 Esquema del análisis estadístico

**Cuadro 2.** Análisis de variancia.

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>
<u>Parcelas</u>	
Bloques	(r - 1)
Densidades de siembra (A)	(a - 1)
Error de parcelas	(a - 1) (r - 1)
Total de parcelas	(ar - 1)
<u>Subparcelas</u>	
Cultivares de maíz (B)	(b - 1)
A x B	(a - 1) (b - 1)
Error de subparcelas	a (b - 1) (r - 1)
<b>Total de subparcelas</b>	<b>(abr - 1)</b>

### 3.2.7 Conducción del experimento

Las localidades en que se condujeron los experimentos fueron: Afilador, cuya siembra se realizó el 10 de agosto del 2002, constituyendo la localidad 1. La localidad 2, fue en la Ex Estación de Tulumayo de la UNAS; cuya siembra se realizó el 12 de agosto del 2002 y la cosecha se realizó en diciembre del 2002.

La preparación del terreno consistió en la limpieza y posterior pase de rastra haciendo uso de un tractor de ruedas para ambas localidades. La siembra fue manual de acuerdo al croquis experimental (Figura 17), colocando 5 semillas por golpe.

Con respecto a las labores culturales se realizó lo siguiente:

- a. Desahije, labor que consistió en dejar dos y tres plantas por golpe antes del aporque según la densidad de siembra a estudiar a fin de regular la población de plantas.
- b. Control de malezas, se realizó en forma manual (deshierbo).
- c. Control de plagas y enfermedades, se observó un ataque ligero de "cogollero" (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith), para lo cual se realizó la aplicación de Metamidofos (Tamarón) a dosis de 2.5 %.
- d. Fertilización, para los experimentos se utilizó dos formulas de abonamiento en base a los análisis de suelos de Afilador y Tulumayo; (200 – 100 – 120) y de (180 – 100 – 100) de NPK.ha<sup>-1</sup> respectivamente; como fuente de nitrógeno (N) se utilizó la urea, como fuente de fósforo (P) al

superfosfato triple de calcio y como fuente de potasio (K) al cloruro de potasio. El nitrógeno fue aplicado en dos fracciones; el 50% de urea después de 10 días de la siembra junto con el fósforo y potasio, y el 50% restante a los 30 días después de la siembra. La forma de aplicación fue manual haciendo hoyos a una distancia aproximada de 10 cm de la base de la planta.

e. La cosecha, se realizó los días 26 y 30 de diciembre del 2002 (Afilador y Tulumayo), en forma manual cuando las plantas han completado su madurez fisiológica.

### **3.2.8 Análisis del suelo**

El análisis físico – químico del suelo fue realizado en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Los resultados de dichos análisis para los campos experimentales de Afilador y Tulumayo se presentan en los Cuadros 3 y 4 respectivamente.

El análisis muestra que el suelo en la localidad de Afilador es de textura media (franco) con alto porcentaje de arena y para Tulumayo textura ligeramente fina (franco arcillo limoso) debido a que presenta porcentajes altos de arcilla y limo, por lo que son suelos con buenas propiedades físicas; contenido medio en materia orgánica y de contenido medio de nitrógeno para ambas localidades. El fósforo y potasio se presenta bajo para los suelos de Afilador y medio para los de Tulumayo. El pH indica una reacción ácida. El porcentaje de saturación de Aluminio no es elevado para ambos suelos lo cual

permitirá su normal desarrollo del cultivo. La capacidad de intercambio catiónico efectiva (C.I.C.e) permite deducir una baja fertilidad potencial y actual especialmente en cationes Calcio y Magnesio, sin embargo la toxicidad de aluminio es bajo (menor del 20%) en ambos suelos.

**Cuadro 3.** Resultados de análisis físico - químico del suelo del campo experimental, Afilador 2002.

<b>Características</b>	<b>Resultados</b>	<b>Método</b>
<b>ANALISIS FISICO</b>		
Arena (%)	39.5	Hidrómetro
Limo (%)	35.6	Hidrómetro
Arcilla (%)	24.8	Hidrómetro
Clase textural	Franco	Triángulo textural
<b>ANALISIS QUIMICO</b>		
pH	5.3	Potenciómetro
M.O (%)	2.3	Walkley y Black
N total (%)	0.1	% M.O x 0.045
P (ppm)	6.6	Olsen Modificado
K <sub>2</sub> O (kg/ha)	280.0	Acido sulfúrico 6 N
C.I.C.e (meq/100g)	5.5	KCl
Ca + Mg (meq/100g)	3.5	E.D.T.A
Al + H (meq/100g)	2.0	E.D.T.A
Al <sup>+++</sup> (meq/100g)	1.0	E.D.T.A

FUENTE: Laboratorio de Análisis de Suelos de la UNAS.

**Cuadro 4.** Resultados de análisis físico - químico del suelo del campo experimental, Tulumayo 2002.

<b>Características</b>	<b>Resultados</b>	<b>Método</b>
<b>ANALISIS FISICO</b>		
Arena (%)	15.5	Hidrómetro
Limo (%)	49.6	Hidrómetro
Arcilla (%)	34.8	Hidrómetro
Clase textural	Fo.Ar.Lo.	Triángulo textural
<b>ANALISIS QUIMICO</b>		
pH	5.1	Potenciómetro
M.O (%)	2.6	Walkley y Black
N total (%)	0.1	% M.O x 0.045
P (ppm)	9.8	Olsen Modificado
K <sub>2</sub> O (kg/ha)	324.0	Acido sulfúrico 6 N
C.I.C.e (meq/100g)	5.4	KCl
Ca + Mg (meq/100g)	3.6	E.D.T.A
Al + H (meq/100g)	1.8	E.D.T.A
Al <sup>+++</sup> (meq/100g)	0.9	E.D.T.A

FUENTE: Laboratorio de Análisis de Suelos de la UNAS.

### 3.2.9 Datos meteorológicos

Las condiciones meteorológicas presentes durante el periodo vegetativo del cultivo, tanto en la localidad de Afilador y Tulumayo, se mencionan en los Cuadros 5 y 6 respectivamente. Los mismos que fueron registrados según las estaciones del SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA (SENAMHI – HUANUCO).

**Cuadro 5.** Condiciones climáticas durante el experimento, agosto a diciembre del 2002, Afilador.

<b>TEMPERATURA (°C)</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Promedio</b>
Máxima (media mensual)	30.10	30.10	30.40	29.40	29.30	29.86
Mínima (media mensual)	19.40	19.80	20.10	20.10	20.70	20.02
Promedio mensual	24.80	25.00	25.30	24.80	25.00	24.98
<b>PRECIPITACION (mm)</b>						
Total mensual	144.90	137.10	262.30	500.10	484.00	305.68

Fuente: Estación Tingo María – SENAMHI.

El régimen térmico alcanzó una media de 24.98°C, agosto y noviembre fueron los meses más fríos con 24.8°C, mientras que octubre fue el mes más caluroso con 25.3°C. Las temperaturas máximas promedio llegan a 29.86°C en tanto que las mínimas promedio desciende hasta 20.02°C

La precipitación promedio durante el ciclo vegetativo del cultivo fue de 305.68 mm, noviembre y diciembre fueron los meses más lluviosos con 500.1 y 484.0 mm respectivamente. Mientras que los meses de agosto y setiembre fueron los más secos con 144.9 y 137.1 mm respectivamente.

**Cuadro 6.** Condiciones climáticas durante el experimento, agosto a diciembre del 2002, Tulumayo.

<b>TEMPERATURA (°C)</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Promedio</b>
Máxima (media mensual)	31.20	31.20	31.10	30.00	30.30	30.76
Mínima (media mensual)	18.90	19.80	20.40	20.70	21.40	20.24
Promedio mensual	25.05	25.50	25.80	25.40	25.90	25.53
<b>PRECIPITACION (mm)</b>						
Total mensual	136.70	61.70	187.10	373.70	517.50	255.34

Fuente: Estación Tulumayo – SENAMHI

El régimen térmico alcanzó una media de 24.54°C, agosto y noviembre fueron los meses más fríos con 20.1 y 25.4°C respectivamente, mientras que diciembre fue el mes más caluroso con 25.9°C. Las temperaturas máximas promedio llegan a 30.76°C en tanto que las mínimas promedio desciende hasta 20.24°C.

La precipitación promedio durante el ciclo vegetativo del cultivo fue de 255.3 mm, noviembre y diciembre fueron los meses más lluviosos con 373.7 y 517.5 mm respectivamente. Mientras que los meses de agosto y setiembre fueron los más secos con 136.7 y 61.7 mm respectivamente.

Finalmente el régimen térmico así como las fluctuaciones de los promedios máximos y mínimos mensuales es similar para ambas localidades. En cuanto al promedio de precipitación la localidad de Afilador es mayor con 305.68 mm frente a Tulumayo con 255.34 mm. Así como también para ambas localidades los meses más húmedos fueron noviembre y diciembre, lo cual no afectó al cultivo ya que las altas precipitaciones se dieron en la etapa final del experimento.

### **3.2.10 Características en evaluación**

Durante la conducción del experimento se tomaron datos de las siguientes características:

**Días a floración:** masculina (♂) y femenina (♀)

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas estén emitiendo polen (floración masculina) y presentes visibles los estigmas de la mazorca (floración femenina).

#### **Altura de planta**

A la madurez, cuando las plantas completaron su desarrollo, se midió la altura de 10 plantas competitivas tomadas al azar de cada parcela, desde el cuello de la planta hasta el nudo donde se inserta la hoja de bandera con el tallo. De tales datos se obtuvo la altura de planta promedio por parcela.

#### **Altura de mazorca**

Se tomó este dato a la madurez, cuando las plantas completaron su desarrollo, procediéndose la medición en las mismas 10 plantas tomadas al azar de cada parcela, contando para ello con una regla de madera graduada, considerándose desde el cuello de la planta hasta el nudo donde se origina la mazorca superior, para promediar posteriormente y obtener la altura promedio de mazorca de la parcela.

#### **Longitud y diámetro de mazorca**

Se utilizaron 10 mazorcas seleccionadas al azar para determinar dicho carácter, haciendo uso de una regla milimetrada y un vernier.

### **Número de hileras/mazorca**

Éste caracter se determinó en las diez mazorcas seleccionadas, para lo cual se contabilizaron el número de hileras, empezando de la parte central de la mazorca.

### **Número de granos/hilera**

De las diez mazorcas seleccionadas se contabilizó el número de granos de una hilera seleccionada al azar, dentro de cada mazorca.

### **Número de fallas/parcela**

Fueron tomados los datos del número de fallas por parcela, a fin de ajustar los rendimientos de la cosecha a población constante, empleando la fórmula de Jenkins:

$$F_c = \frac{N - 0.3 F}{N - F}$$

En donde:

- FC = Factor de corrección.  
N = Número total de golpes por parcela.  
F = Número total de fallas por parcela.

Para lo cual se consideró:

- En golpes con 3 y 2 plantas : cero fallas.  
En golpes con 1 planta : ½ falla.  
En golpes con 0 plantas : 1 falla.

### **Porcentaje de humedad del grano**

A fin de determinar la humedad del grano, se tomó de cada parcela una muestra de 10 mazorcas al azar, a las cuales se les desgranó 3

hileras y se formó una mezcla homogénea, la que se llevó al determinador eléctrico de humedad, dando la lectura de la muestra analizada. Estos datos se ajustaron al 14% de humedad con que se comercializa el maíz usualmente. Esto se realizó mediante la fórmula siguiente:

$$H^{\circ} = \frac{100 - \text{Humedad a la cosecha}}{86}$$

Además se consideraron para la evaluación otras características biométricas como: peso de 100 granos y el porcentaje de desgrane cuya relación es: (Peso de grano/peso de mazorca) x 100. Tales datos se tomaron previamente en las mismas 10 mazorcas tomadas al azar por parcela.

#### **Peso de campo (cosecha)**

Los datos de rendimiento se obtuvieron pesando el número total de mazorcas por parcela; para este fin se empleó una balanza convencional. Los rendimientos ajustados en kilogramos/parcela para su mejor expresión se refirieron a  $t.ha^{-1}$ , según la fórmula siguiente:

$$Rdto. (t.ha^{-1}) = Pc \times \frac{10}{A} \times H^{\circ} \times \% D \times Fc \times 0.971$$

En donde:

Pc	=	Peso de campo (kg)
A	=	Área de parcela
% D	=	Porcentaje de desgrane
Fc	=	Factor de corrección
0.971	=	Coefficiente de contorno

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Del rendimiento en grano ( $t\cdot ha^{-1}$ )

**Cuadro 7.** Resumen del análisis de variancia para el caracter rendimiento en grano de maíz, Afilador 2002.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados Medios	
<u>Parcelas</u>			
Bloques	2	0.846	NS
Densidades de siembra (A)	2	4.330	S
Error de parcelas	4	0.483	
Total de parcelas	8		
<u>Subparcelas</u>			
Cultivares de maíz (B)	4	2.859	AS
A x B	8	0.205	NS
Error de subparcelas	24	0.359	
Total de subparcelas	44		
	C.V. (a) =	10.63%	
	C.V. (b) =	9.16%	
NS	:	No existe significación estadística	
S	:	Significación estadística al 5% de probabilidad	
AS	:	Significación estadística al 1% de probabilidad	

Del cuadro 7, se deduce que:

- Para las fuentes de variación: bloques y la interacción (A x B) no se pudo probar diferencias estadísticas significativas para el caracter en estudio.

- Existen significación estadística: al 5% de probabilidad para la fuente de variación de distanciamiento de siembra (A) y al 1% de probabilidad para la fuente de variación cultivares de maíz (B), en el rendimiento en grano.
- Los coeficientes de variabilidad a nivel de parcelas (c.v.(a)) y subparcelas (c.v.(b)) indican una muy buena homogeneidad en los resultados experimentales.

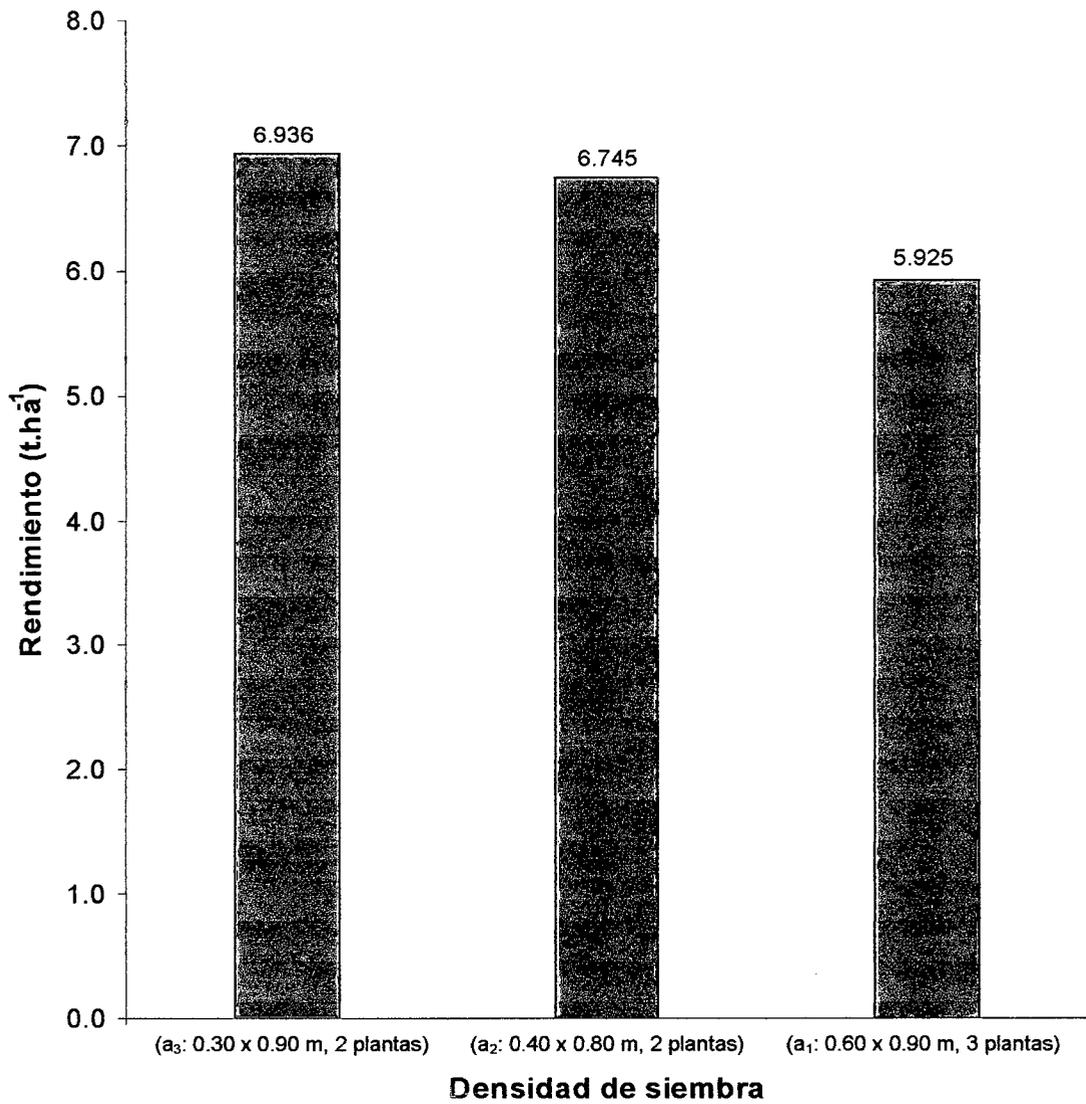
**Cuadro 8.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para densidades de siembra (factor A), en el rendimiento en grano de maíz, Afilador 2002.

Densidades de siembra (A)	Rendimiento (t.ha <sup>-1</sup> )	
(a <sub>3</sub> :0.30 x 0.90 m, 2 plantas)= 74 074	6.936	a
(a <sub>2</sub> :0.40 x 0.80 m, 2 plantas) = 65 500	6.745	a
(a <sub>1</sub> :0.60 x 0.90 m, 3 plantas) = 55 555	5.925	b

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

Del cuadro 8, se deduce que:

- La tercera densidad de siembra, (a<sub>3</sub>:0.30 x 0.90 m, 2 plantas), ocupó el primer lugar con 6.936 t.ha<sup>-1</sup>, no diferenciándose estadísticamente de la segunda densidad de siembra, (a<sub>2</sub>:0.40 x 0.80 m, 2 plantas) con 6.745 t.ha<sup>-1</sup>, en promedio de los cultivares comerciales de maíz. Sin embargo, estas dos densidades de siembra difieren significativamente de la primera densidad de siembra, (a<sub>1</sub>:0.60 x 0.90 m, 3 plantas) con 5.925 t.ha<sup>-1</sup>, en promedio de los cultivares comerciales de maíz (Ver Figura 1).



**Figura 1.** Efecto de la densidad de siembra (factor A) en el rendimiento en grano de maíz, Afilador 2002.

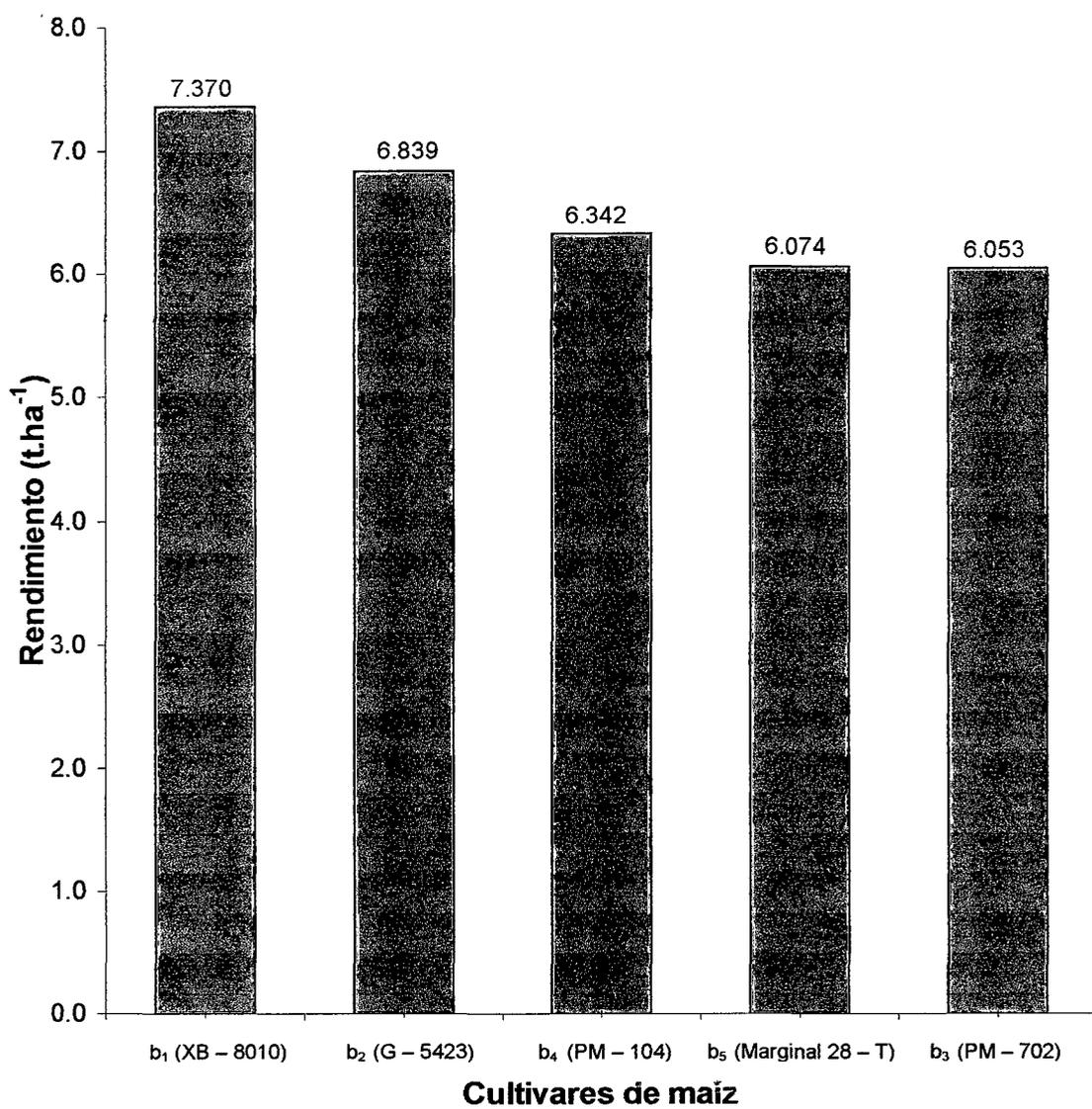
**Cuadro 9.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los cultivares comerciales de maíz (factor B), en el rendimiento en grano, Afilador 2002.

<b>Cultivares de maíz (B)</b>	<b>Rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>)</b>	
b <sub>1</sub> (XB - 8010)	7.370	a
b <sub>2</sub> (G - 5423)	6.839	a b
b <sub>4</sub> (PM - 104)	6.342	b c
b <sub>5</sub> (Marginal 28 - T)	6.074	c
b <sub>3</sub> (PM - 702)	6.053	c

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

Del cuadro 9, se deduce que:

- El cultivar de maíz, XB-8010 (b<sub>1</sub>), ocupó el primer lugar con 7.370 t.ha<sup>-1</sup>, no diferenciándose estadísticamente del cultivar G-5423 (b<sub>2</sub>), con 6.839 t.ha<sup>-1</sup>, sin embargo difiere significativamente de los demás cultivares en promedio de las densidades de siembra. Siendo el cultivar de maíz, PM-702 (b<sub>3</sub>), quien ocupó el último lugar con 6.053 t.ha<sup>-1</sup>, no diferenciándose significativamente de los cultivares PM-104 (b<sub>4</sub>) y Marginal 28-T (b<sub>5</sub>), con 6.342 t.ha<sup>-1</sup> y 6.074 t.ha<sup>-1</sup> respectivamente (Ver Figura 2).



**Figura 2.** Rendimiento en grano de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Afilador 2002.

**Cuadro 10.** Resumen del análisis de variancia para el caracter rendimiento en grano de maíz, Tulumayo 2002.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	
<b><u>Parcelas</u></b>			
Bloques	3	0.402	NS
Densidades de siembra (A)	2	7.624	AS
Error de parcelas	6	0.199	
Total de parcelas	11		
<b><u>Subparcelas</u></b>			
Cultivares de maíz (B)	4	14.989	AS
A x B	8	0.316	NS
Error de subparcelas	36	0.622	
Total de subparcelas	59		
	<b>C.V. (a) =</b>	<b>6.49%</b>	
	<b>C.V. (b) =</b>	<b>11.47%</b>	
NS	:	No existe significación estadística	
AS	:	Significación estadística al 1% de probabilidad	

Del cuadro 10, se deduce que:

- Para las fuentes de variación: bloques y la interacción (A x B) no se pudo probar diferencias estadísticas significativas para el caracter en estudio.
- Existen significación estadística al 1% de probabilidad para las fuentes de variación: distanciamiento de siembra (A) y cultivares de maíz (B), en el rendimiento en grano.

- Los coeficientes de variabilidad a nivel de parcelas (c.v.<sub>(a)</sub>) y subparcelas (c.v.<sub>(b)</sub>) indican una muy buena homogeneidad en los resultados experimentales.

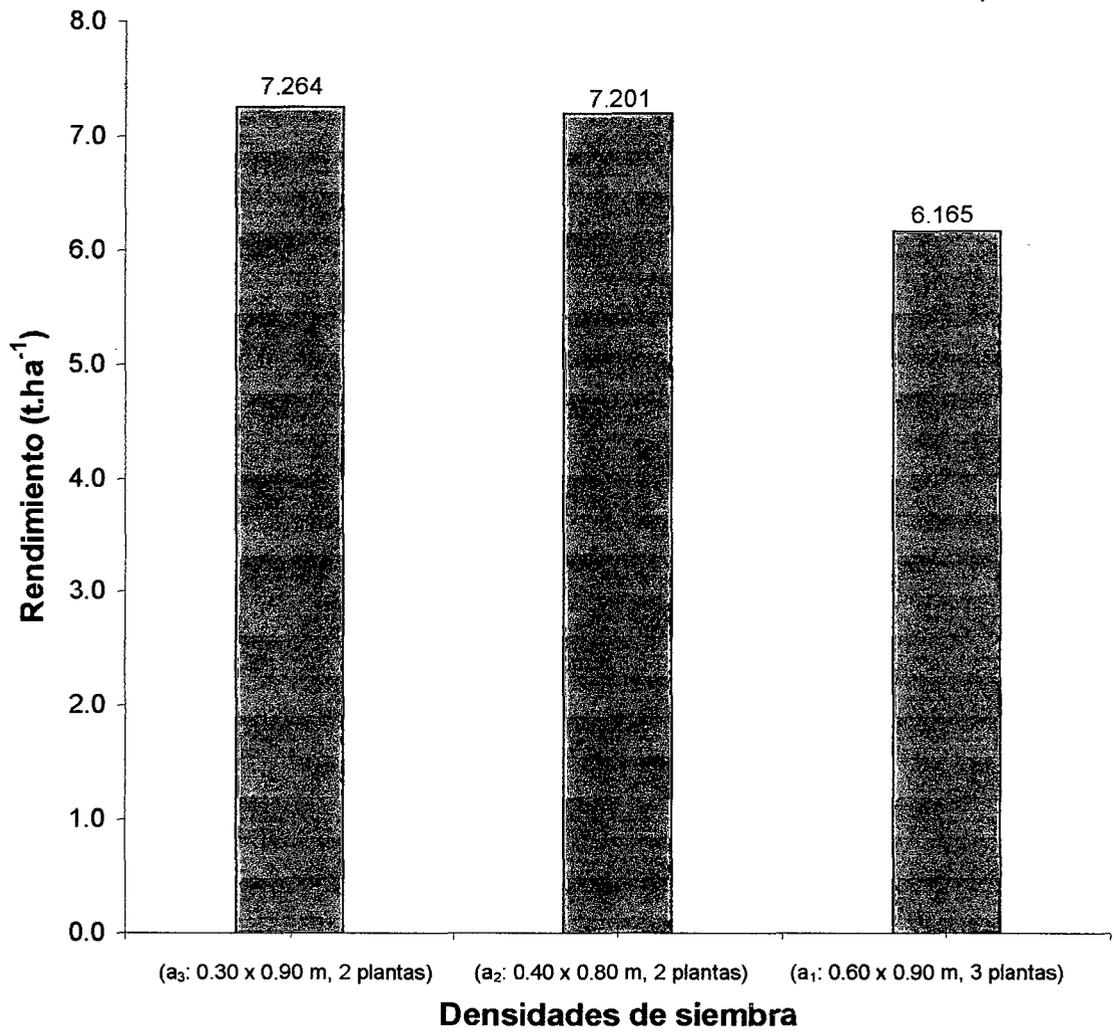
**Cuadro 11.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para densidades de siembra (factor A), en el rendimiento en grano de maíz, Tulumayo 2002.

Densidades de siembra (A)	Rendimiento (t.ha <sup>-1</sup> )	
(a <sub>3</sub> :0.30 x 0.90 m, 2 plantas) = 74 074	7.264	a
(a <sub>2</sub> :0.40 x 0.80 m, 2 plantas) = 62 500	7.201	a
(a <sub>1</sub> :0.60 x 0.90 m, 3 plantas) = 55 555	6.165	b

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

Del cuadro 11, se deduce que:

- La tercera densidad de siembra, (a<sub>3</sub>:0.30 x 0.90 m, 2 plantas), ocupó el primer lugar con 7.264 t.ha<sup>-1</sup>, no diferenciándose estadísticamente de la segunda densidad de siembra (a<sub>2</sub>:0.40 x 0.80 m, 2 plantas), con 7.201 t.ha<sup>-1</sup>, en promedio de los cultivares comerciales de maíz, pero sí, de la primera densidad de siembra (a<sub>1</sub>:0.60 x 0.90 m, 3 plantas), siendo esta última quien ocupó el último lugar con 6.165 t.ha<sup>-1</sup> (Ver Figura 3).



**Figura 3.** Efecto de la densidad de siembra (factor A) en el rendimiento en grano de maíz, Tulumayo 2002.

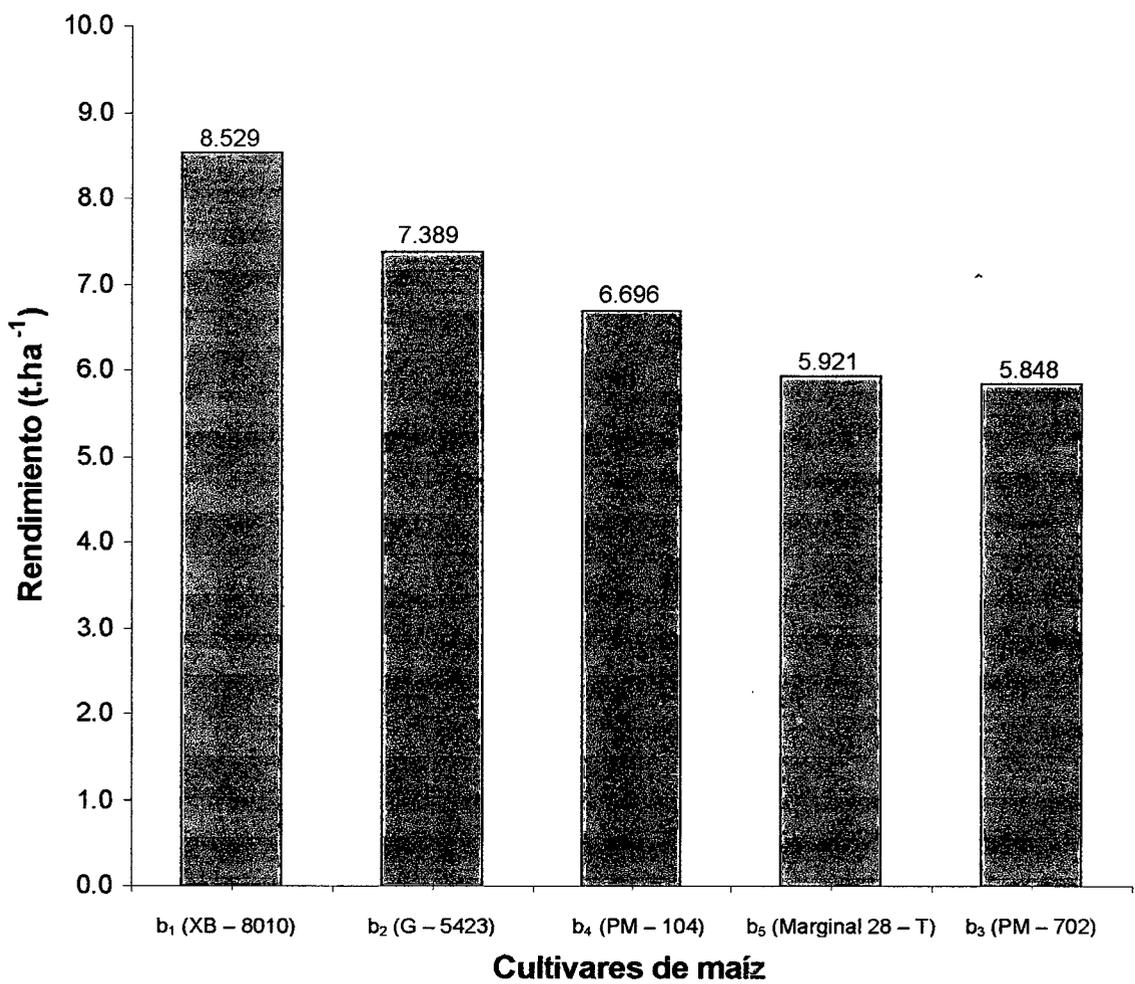
**Cuadro 12.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los cultivares comerciales de maíz (factor B), en el rendimiento en grano de maíz, Tulumayo 2002.

<b>Cultivares de maíz (B)</b>	<b>Rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>)</b>	
b <sub>1</sub> (XB - 8010)	8.529	a
b <sub>2</sub> (G - 5423)	7.389	b
b <sub>4</sub> (PM - 104)	6.696	c
b <sub>5</sub> (Marginal 28 - T)	5.921	d
b <sub>3</sub> (PM - 702)	5.848	d

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

Del cuadro 12, se tiene que:

- El cultivar de maíz, XB-8010 (b<sub>1</sub>), ocupó el primer lugar con 8.529 t.ha<sup>-1</sup>, diferenciándose estadísticamente de los demás cultivares en promedio de las densidades de siembra. Siendo el cultivar de maíz, PM-702 (b<sub>3</sub>), quien ocupó el último lugar con 5.848 t.ha<sup>-1</sup>, no diferenciándose significativamente del cultivar de maíz, Marginal 28-T (b<sub>5</sub>), con 5.921 t.ha<sup>-1</sup> (Ver Figura 4).



**Figura 4.** Rendimiento en grano de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Tulumayo 2002.

#### 4.2. De los días a floración masculina y femenina

**Cuadro 13.** Resumen del análisis de variancia para días a la floración masculina (d.a.f.m) y femenina (d.a.f.f) de maíz, Afilador 2002.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados Medios			
		d.a.f.m		d.a.f.f	
<u>Parcelas</u>					
Bloques	2	22.440	NS	24.622	NS
Densidades de siembra (A)	2	1.867	NS	3.756	NS
Error de parcelas	4	5.467		8.956	
Total de parcelas	8				
<u>Subparcelas</u>					
Cultivares de maíz (B)	4	47.078	AS	65.411	AS
A x B	8	0.728	NS	0.978	NS
Error de subparcelas	24	1.278		1.539	
Total de subparcelas	44				
		C.V. (a) =	3.82%		4.65%
		C.V. (b) =	1.85%		1.93%
NS	:	No existe significación estadística			
AS	:	Significación estadística al 1% de probabilidad			

Del cuadro 13, se observa que:

- Para las fuentes de variación: bloques, densidades de siembra (A) y la interacción (A x B) no se encontró significación estadística tanto para los días a floración masculina como para días a floración femenina.
- Existen significación estadística al 1% de probabilidad para la fuente de variación de cultivares de maíz (B), tanto para días a floración masculina como femenina.

- Los coeficientes de variabilidad a nivel de parcelas (c.v.(a)) y subparcelas (c.v.(b)) indican excelente homogeneidad en los resultados experimentales.

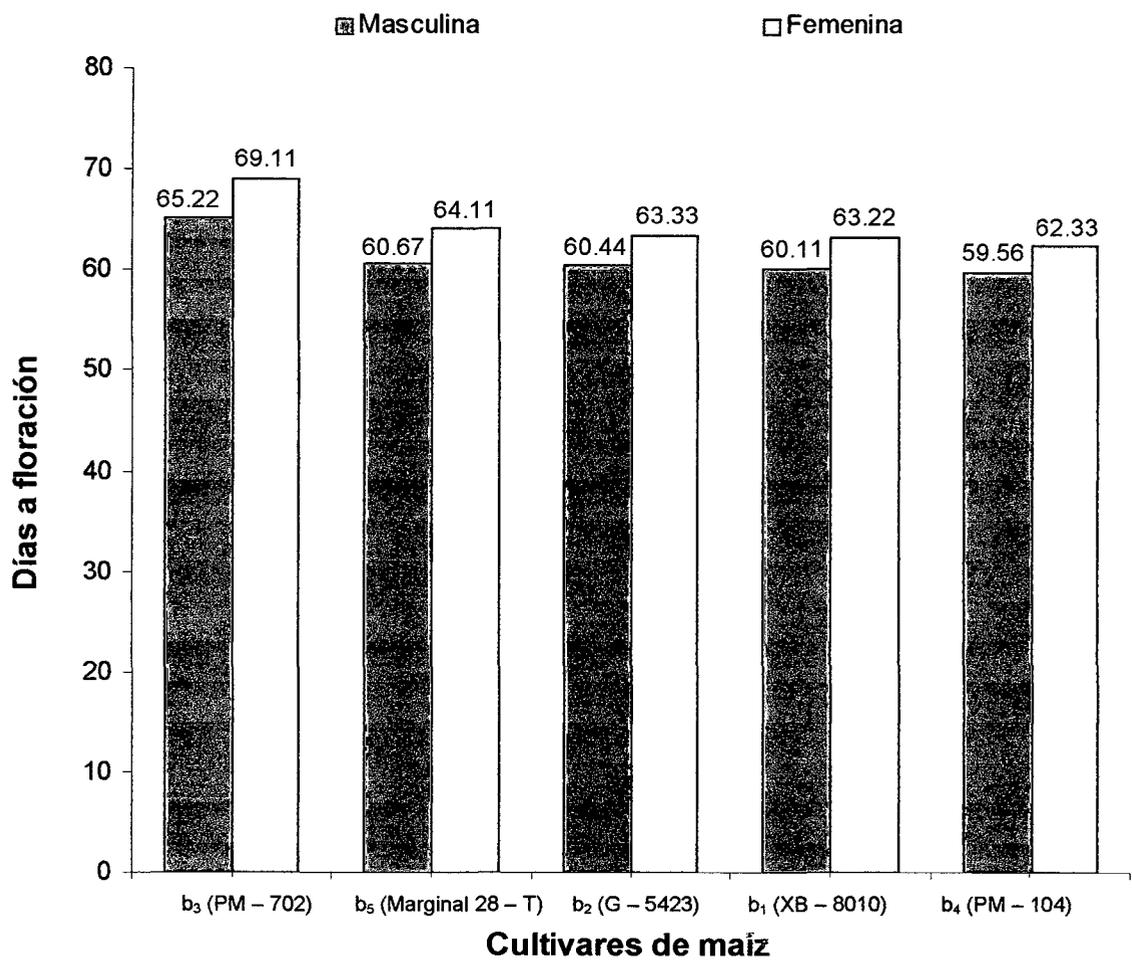
**Cuadro 14.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los cultivares comerciales de maíz (factor B), en días a la floración masculina y femenina de maíz, Afilador 2002.

Cultivares de maíz (B)	Días a floración masculina		Días a floración femenina	
b <sub>3</sub> (PM - 702)	65.22	a	69.11	a
b <sub>5</sub> (Marginal 28 - T)	60.67	b	64.11	b
b <sub>2</sub> (G - 5423)	60.44	b	63.33	b c
b <sub>1</sub> (XB - 8010)	60.11	b	63.22	b c
b <sub>4</sub> (PM - 104)	59.56	b	62.33	c

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

Del cuadro 14, se observa que en la localidad de Afilador:

- En relación a los días a floración masculina, el cultivar PM-702 (b<sub>3</sub>), ocupó el primer lugar con 65.22 días, diferenciándose estadísticamente de los demás cultivares. No encontrándose diferencias estadísticas significativas para este carácter entre los cultivares comerciales de maíz: Marginal 28-T (b<sub>5</sub>), G-5423 (b<sub>2</sub>), XB-8010 (b<sub>1</sub>) y PM-104 (b<sub>4</sub>).
- En relación a los días a floración femenina, el cultivar PM-702 (b<sub>3</sub>), ocupó el primer lugar, con 69.11 días, diferenciándose estadísticamente de los demás cultivares de maíz. Siendo el cultivar de maíz PM-104 (b<sub>4</sub>), quien ocupó el último lugar con 62.33 días, no diferenciándose estadísticamente de los cultivares: G-5423 (b<sub>2</sub>), con 63.33 días y XB-8010 (b<sub>1</sub>), con 63.22 días (Ver Figura 5).



**Figura 5.** Número de días a la floración masculina y femenina de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Afilador 2002.

**Cuadro 15.** Resumen del análisis de variancia para días a la floración masculina (d.a.f.m) y femenina (d.a.f.f) de maíz, Tulumayo 2002.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados Medios			
		d.a.f.m		d.a.f.f	
<u>Parcelas</u>					
Bloques	3	3.800	S	4.194	AS
Densidad de siembra (A)	2	0.150	NS	0.200	NS
Error de parcelas	6	0.617		0.178	
Total de parcelas	11				
<u>Subparcelas</u>					
Cultivares de maíz (B)	4	104.525	AS	127.650	AS
A x B	8	0.150	NS	0.575	NS
Error de subparcelas	36	0.331		0.879	
Total de subparcelas	59				
	c.v. (a) =	1.32%		0.68%	
	c.v. (b) =	0.97%		1.51%	
NS	:	No existe significación estadística			
S	:	Significación estadística al 5% de probabilidad			
AS	:	Significación estadística al 1% de probabilidad			

Del cuadro 15, se observa que en la localidad de Tulumayo:

- Para bloques, existe significación estadística al 5% y 1% de probabilidad en el número de días a floración masculina y días floración femenina respectivamente.
- Para densidades de siembra (A) y la interacción (A x B) no se pudo probar diferencias estadísticas significativas. Sin embargo, se encontró significación estadística al 1% de probabilidad para la fuente de variación de cultivares de maíz (B), respecto al número de días a floración masculina y femenina.

- Los coeficientes de variabilidad a nivel de parcelas (c.v.<sub>(a)</sub>) y subparcelas (c.v.<sub>(b)</sub>) indican excelente homogeneidad en los resultados experimentales.

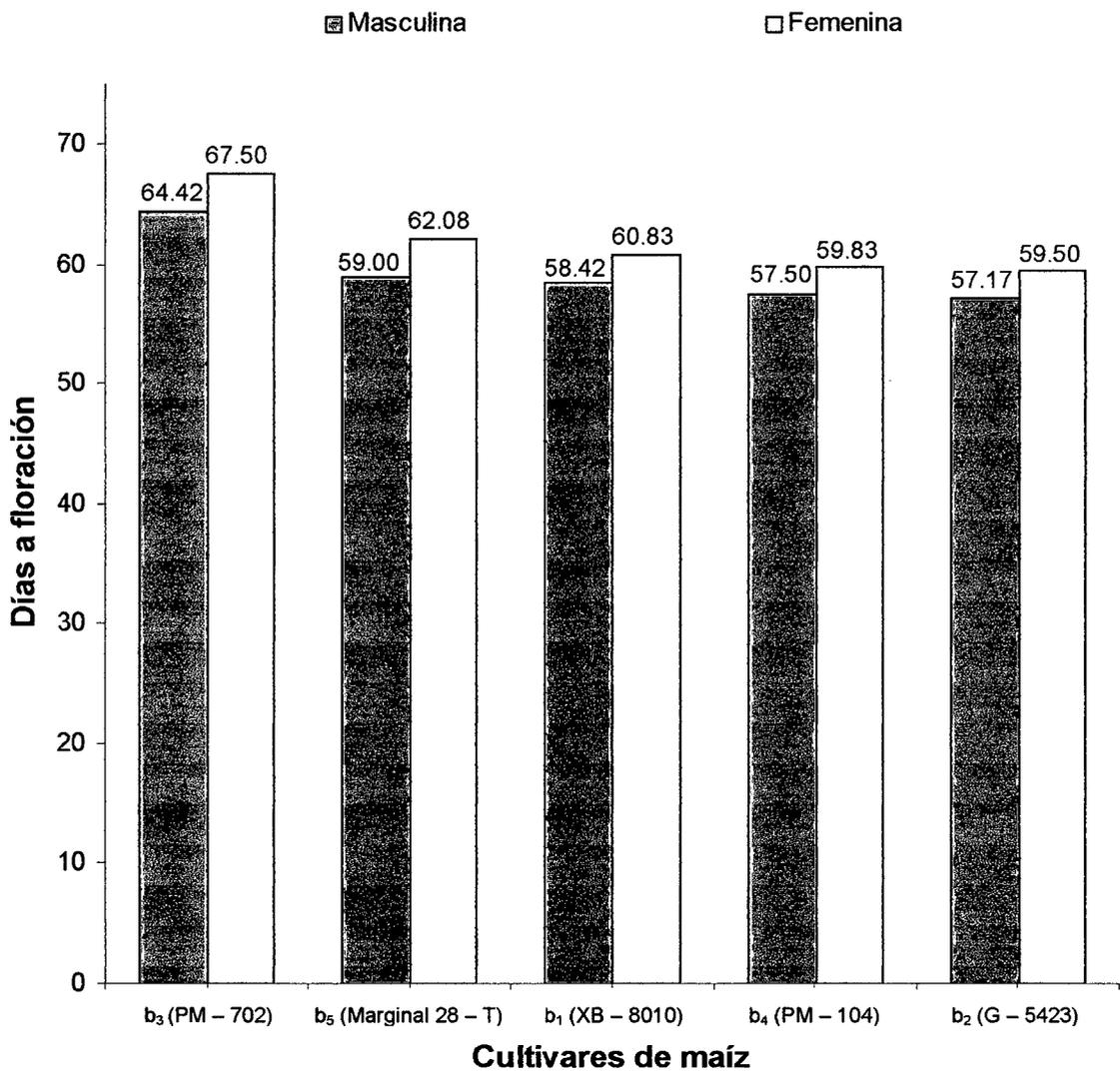
**Cuadro 16.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los cultivares comerciales de maíz (factor B), en días a la floración masculina y femenina de maíz, Tulumayo 2002.

<b>Cultivares de maíz (B)</b>	<b>Días a floración masculina</b>		<b>Días a floración femenina</b>	
b <sub>3</sub> (PM - 702)	64.42	a	67.50	a
b <sub>5</sub> (Marginal 28 - T)	59.00	b	62.08	b
b <sub>1</sub> (XB - 8010)	58.42	c	60.83	c
b <sub>4</sub> (PM - 104)	57.50	d	59.83	d
b <sub>2</sub> (G - 5423)	57.17	d	59.50	d

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

Del cuadro 16, se deduce que:

- Para días a floración masculina y femenina, el cultivar de maíz, PM-702 (b<sub>3</sub>), ocupó el primer lugar con 64.42 días y 67.50 días respectivamente, diferenciándose estadísticamente de los demás cultivares de maíz. Siendo el cultivar G-5423 (b<sub>2</sub>), quien ocupó el último lugar para días a floración masculina y femenina con 57.17 y 59.50 días respectivamente, el mismo que no se diferencia estadísticamente del cultivar de maíz, PM-104 (b<sub>4</sub>), para estos caracteres con 57.50 y 59.83 días (Ver Figura 6).



**Figura 6.** Número de días a la floración masculina y femenina de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Tulumayo 2002.

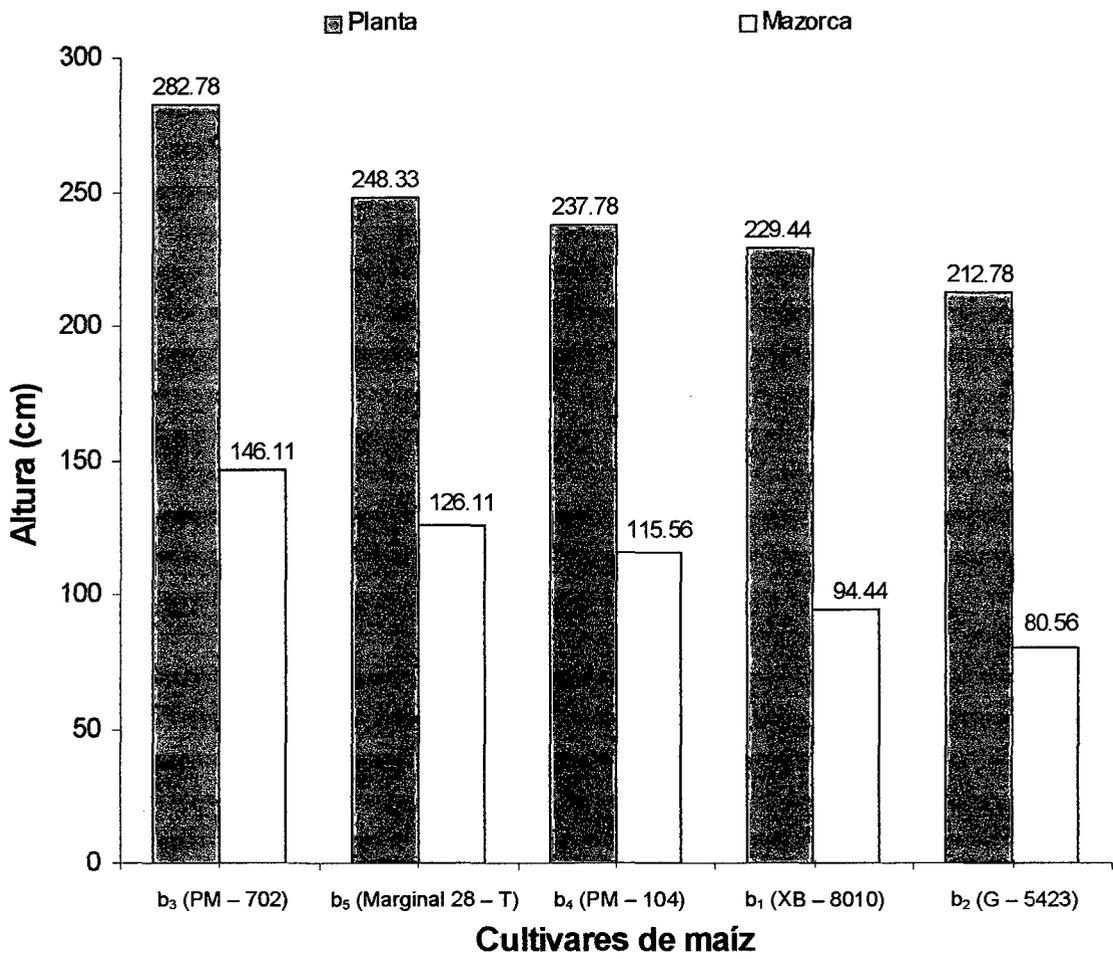
### 4.3. De la altura de planta y de mazorca del maíz

**Cuadro 17.** Resumen del análisis de variancia para altura de planta y de mazorca de maíz, Afilador 2002.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados Medios			
		Altura de planta		Altura de mazorca	
<u>Parcelas</u>					
Bloques	2	390.556	NS	33.889	NS
Densidades de siembra (A)	2	493.889	NS	150.556	NS
Error de parcelas	4	177.222		180.556	
Total de parcelas	8				
<u>Subparcelas</u>					
Cultivares de maíz (B)	4	6147.222	AS	6009.167	AS
A x B	8	52.222	NS	53.333	NS
Error de subparcelas	24	139.306		74.028	
Total de subparcelas	44				
		C.V. (a) =	5.49%		11.94%
		C.V. (b) =	4.87%		7.64%
NS	:	No existe significación estadística			
AS	:	Significación estadística al 1% de probabilidad			

Del cuadro 17, se deduce que:

- Para bloques, densidades de siembra (A) no existe significación estadística en la altura de planta como en la altura de mazorca.
- Para los cultivares de maíz (B) existe significación estadística al 1% de probabilidad en los dos caracteres en estudio.



**Figura 7.** Altura de planta y de mazorca de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Afilador 2002.

- Para la interacción (A x B) no existe significación estadística tanto en la altura de planta como en la altura de mazorca.
- Los coeficientes de variabilidad a nivel de parcelas (c.v.(a)) y subparcelas (c.v.(b)) indican una buena homogeneidad en los resultados experimentales.

**Cuadro 18.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los cultivares comerciales de maíz (factor B), en altura de planta y de mazorca maíz, Afilador 2002.

Cultivares de maíz (B)	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)
b <sub>3</sub> (PM - 702)	282.78 a	146.11 a
b <sub>5</sub> (Marginal 28 - T)	248.33 b	126.11 b
b <sub>4</sub> (PM - 104)	237.78 b c	115.56 c
b <sub>1</sub> (XB - 8010)	229.44 c	94.44 d
b <sub>2</sub> (G - 5423)	212.78 d	80.56 e

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

Del cuadro 18, se deduce que:

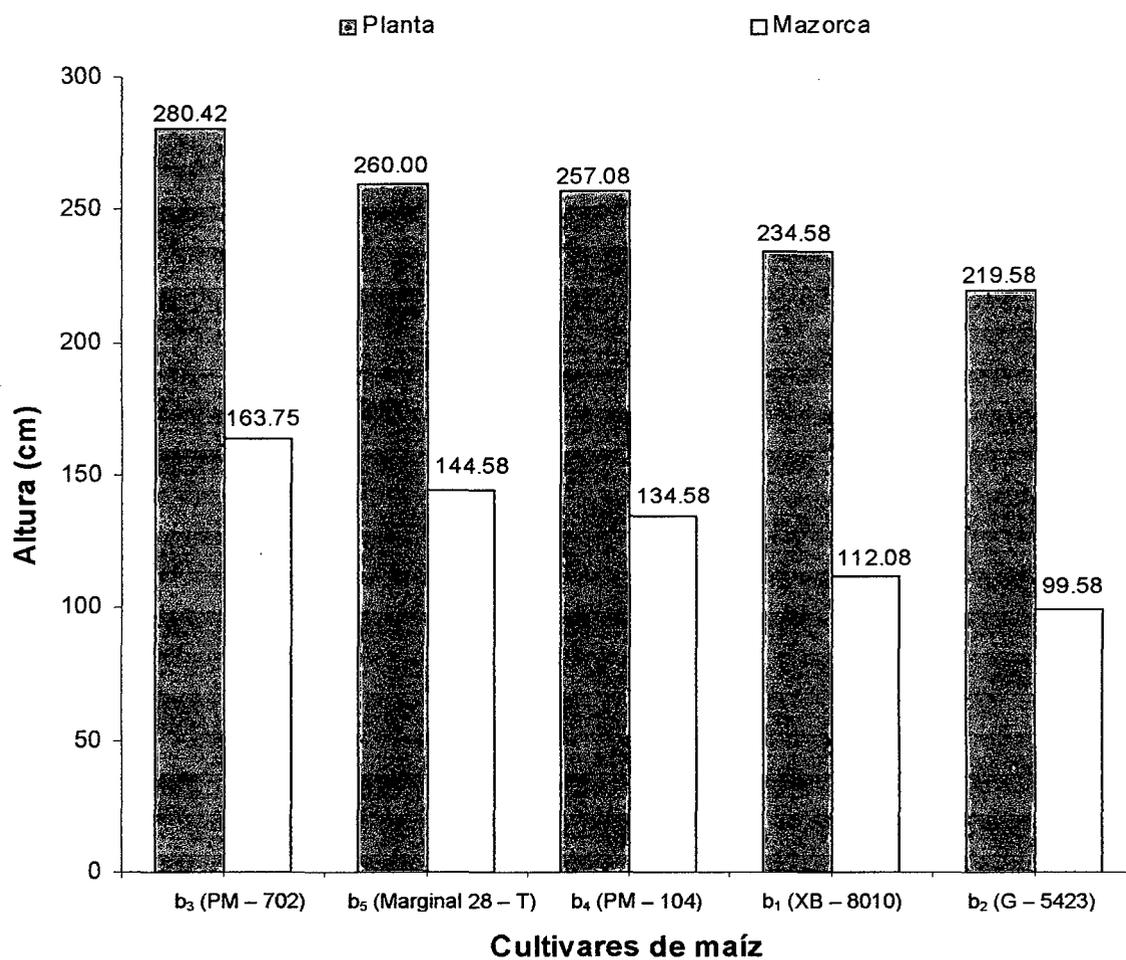
- En relación a la altura de planta y de mazorca, el cultivar comercial de maíz PM-702 (b<sub>3</sub>), ocupó el primer lugar con 282.78 y 146.11 cm respectivamente, diferenciándose estadísticamente de los demás cultivares de maíz. El cultivar de maíz G-5423 (b<sub>2</sub>), ocupó el último lugar con 212.78 y 80.56 cm, para la altura de planta y de mazorca respectivamente (Ver Figura 7).

**Cuadro 19.** Resumen del análisis de variancia para altura de planta y de mazorca de maíz, Tulumayo 2002.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados Medios			
		Altura de planta		Altura de mazorca	
<u>Parcelas</u>					
Bloques	3	445.556	NS	119.306	NS
Densidad de siembra (A)	2	362.917	NS	227.917	NS
Error de parcelas	6	190.139		90.139	
Total de parcelas	11				
<u>Subparcelas</u>					
Cultivares de maíz (B)	4	6712.917	AS	7844.167	AS
A x B	8	39.479	NS	54.479	NS
Error de subparcelas	36	78.403		54.375	
Total de subparcelas	59				
		C.V. (a) =	5.51%		7.25%
		C.V. (b) =	3.54%		5.63%
NS	:	No existe significación estadística			
AS	:	Significación estadística al 1% de probabilidad			

Del cuadro 19, se deduce que:

- Para bloques, no existe significación estadística tanto en la altura de planta como en la altura de mazorca.
- Para las densidades de siembra (A) y la interacción (A x B) no existe significación estadística en los dos caracteres en estudio.
- Para los cultivares de maíz (B) existe significación estadística al 1% de probabilidad tanto en la altura de planta como en la altura de mazorca.



**Figura 8.** Altura de planta y de mazorca de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Tulumayo 2002.

- Los coeficientes de variabilidad a nivel de parcelas (c.v.(a)) y subparcelas (c.v.(b)) indican excelente homogeneidad en los resultados experimentales.

**Cuadro 20.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los cultivares comerciales de maíz (factor B), en altura de planta y mazorca de maíz, Tulumayo 2002.

Cultivares de maíz (B)	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)
b <sub>3</sub> (PM - 702)	280.42    a	163.75    a
b <sub>5</sub> (Marginal 28 - T)	260.00    b	144.58    b
b <sub>4</sub> (PM - 104)	257.08    b	134.58    c
b <sub>1</sub> (XB - 8010)	234.58    c	112.08    d
b <sub>2</sub> (G - 5423)	219.58    d	99.58    e

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

Del cuadro 20, se deduce que:

- En relación a la altura de planta y de mazorca, el cultivar PM-702 (b<sub>3</sub>), ocupó también el primer lugar con 280.42 y 163.75 cm respectivamente, diferenciándose estadísticamente de los demás cultivares de maíz. El cultivar de maíz G-5423 (b<sub>2</sub>), ocupó el último lugar con 219.58 y 99.58 cm, para la altura de planta y de mazorca respectivamente (Ver Figura 8).

#### 4.4. De la longitud y diámetro de mazorca

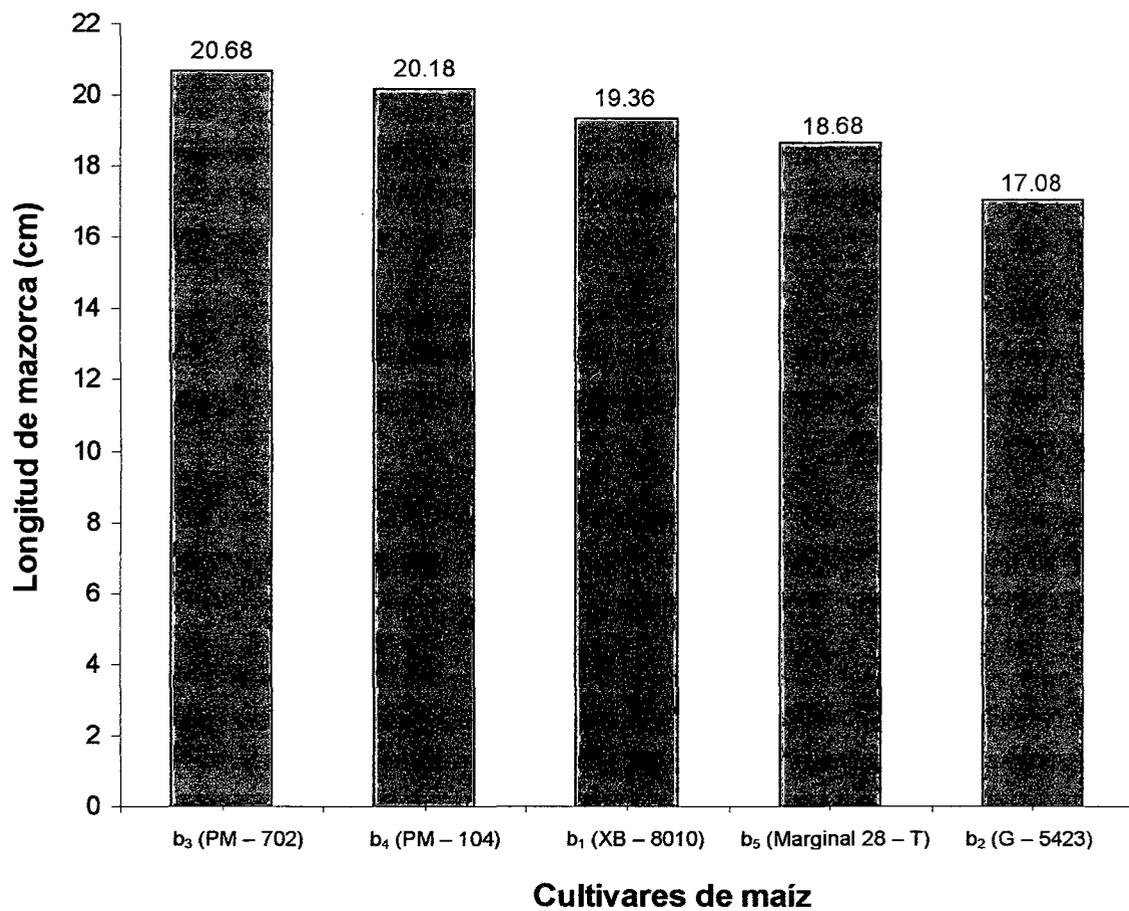
**Cuadro 21.** Resumen del análisis de variancia para longitud y diámetro de mazorca de maíz, Afilador 2002.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados Medios			
		Longitud de mazorca		Diámetro de mazorca	
<u>Parcelas</u>					
Bloques	2	1.385	NS	0.145	NS
Densidades de siembra (A)	2	1.811	NS	0.002	NS
Error de parcelas	4	1.567		0.034	
Total de parcelas	8				
<u>Subparcelas</u>					
Cultivares de maíz (B)	4	17.866	AS	0.142	AS
A x B	8	1.757	NS	0.022	NS
Error de subparcelas	24	1.305		0.022	
Total de subparcelas	44				
		C.V. (a) =	6.52%		3.63%
		C.V. (b) =	5.95%		2.96%

NS : No existe significación estadística  
AS : Significación estadística al 1% de probabilidad

Del cuadro 21, se deduce que en la localidad de Afilador:

- Para bloques, densidad de siembra (A) y la interacción (A x B) no se encontró significación estadística, tanto para la longitud como para el diámetro de mazorca.
- Para el factor cultivares de maíz (B) si existe significación estadística al 1% de probabilidad en los dos caracteres en estudio.



**Figura 9.** Longitud de mazorca de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Afilador 2002.

- Los coeficientes de variabilidad a nivel de parcelas (c.v.<sub>(a)</sub>) y subparcelas (c.v.<sub>(b)</sub>) indican excelente homogeneidad en los resultados experimentales.

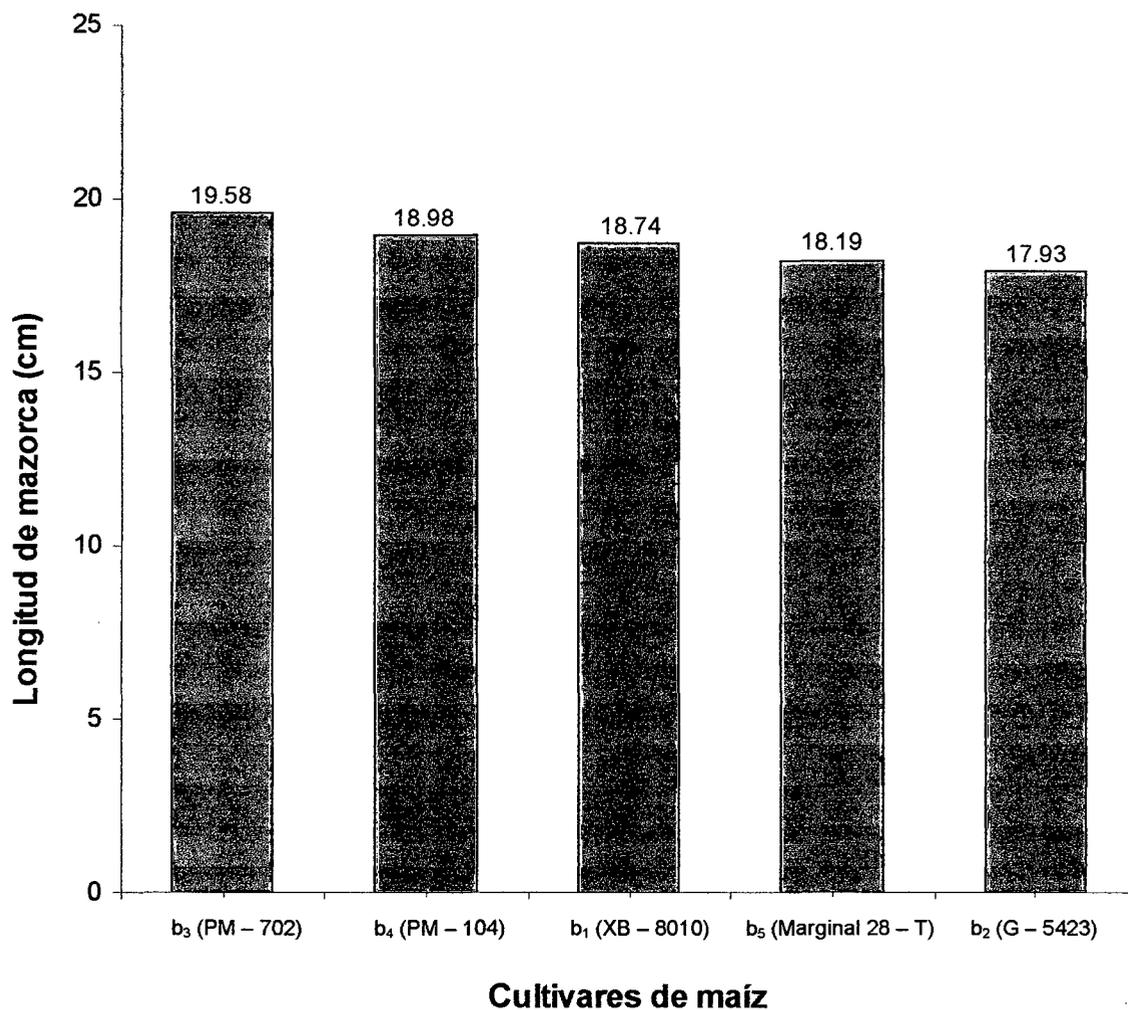
**Cuadro 22.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los cultivares comerciales de maíz (factor B), en la longitud y diámetro de mazorca de maíz, Afilador 2002.

Cultivares de maíz (B)	Longitud de mazorca (cm)		Cultivares de maíz (B)	Diámetro de mazorca (cm)	
b <sub>3</sub> (PM - 702)	20.68	a	b <sub>3</sub> (PM - 702)	5.23	a
b <sub>4</sub> (PM - 104)	20.18	a b	b <sub>1</sub> (XB - 8010)	5.09	a b
b <sub>1</sub> (XB - 8010)	19.36	b c	b <sub>2</sub> (G - 5423)	5.08	b
b <sub>5</sub> (Marginal 28 - T)	18.68	c	b <sub>4</sub> (PM - 104)	4.94	b c
b <sub>2</sub> (G - 5423)	17.08	d	b <sub>5</sub> (Marginal 28 - T)	4.92	c

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

Del cuadro 22, se deduce que en la localidad de Afilador:

- En relación a la longitud de mazorca, el cultivar de maíz PM-702 (b<sub>3</sub>), ocupó el primer lugar con 20.68 cm, no diferenciándose estadísticamente del cultivar PM-104 (b<sub>4</sub>), sin embargo si difiere significativamente de los cultivares XB-8010 (b<sub>1</sub>), Marginal 28-T (b<sub>5</sub>) y G-5423 (b<sub>2</sub>) que ocuparon los últimos lugares.
- En cuanto al diámetro de mazorca, el cultivar PM-702 (b<sub>3</sub>), ocupó el primer lugar con 5.23 cm, no diferenciándose estadísticamente del cultivar de maíz XB-8010 (b<sub>1</sub>), pero sí, de los demás cultivares comerciales de maíz. Siendo el cultivar Marginal 28-T (b<sub>5</sub>), quien ocupó el último lugar con 4.92 cm, el mismo que no se diferencia significativamente del cultivar PM-104 (b<sub>4</sub>) (Ver Figura 9).



**Figura 10.** Longitud de mazorca de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Tulumayo 2002

**Cuadro 23.** Resumen del análisis de variancia para longitud y diámetro de mazorca de maíz, Tulumayo 2002.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados Medios			
		Longitud de mazorca		Diámetro de mazorca	
<u>Parcelas</u>					
Bloques	3	0.330	NS	0.027	NS
Densidades de siembra (A)	2	0.454	NS	0.038	NS
Error de parcelas	6	1.171		0.017	
Total de parcelas	11				
<u>Subparcelas</u>					
Cultivares de maíz (B)	4	5.116	AS	0.245	AS
A x B	8	0.578	NS	0.020	NS
Error de subparcelas	36	0.696		0.016	
Total de subparcelas	59				
		c.v. (a) =	5.79%		2.59%
		c.v. (b) =	4.47%		2.51%
NS	:	No existe significación estadística			
AS	:	Significación estadística al 1% de probabilidad			

Del cuadro 23, se deduce que en la localidad de Tulumayo:

- Para bloques, densidades de siembra (A) y la interacción (A x B), no existe significación estadística en los dos caracteres en estudio.
- Para los cultivares de maíz (B) existe significación estadística al 1% de probabilidad tanto en la longitud como el diámetro de mazorca.
- Los coeficientes de variabilidad a nivel de parcelas (c.v.(a)) y subparcelas (c.v.(b)) indican excelente homogeneidad en los resultados experimentales.

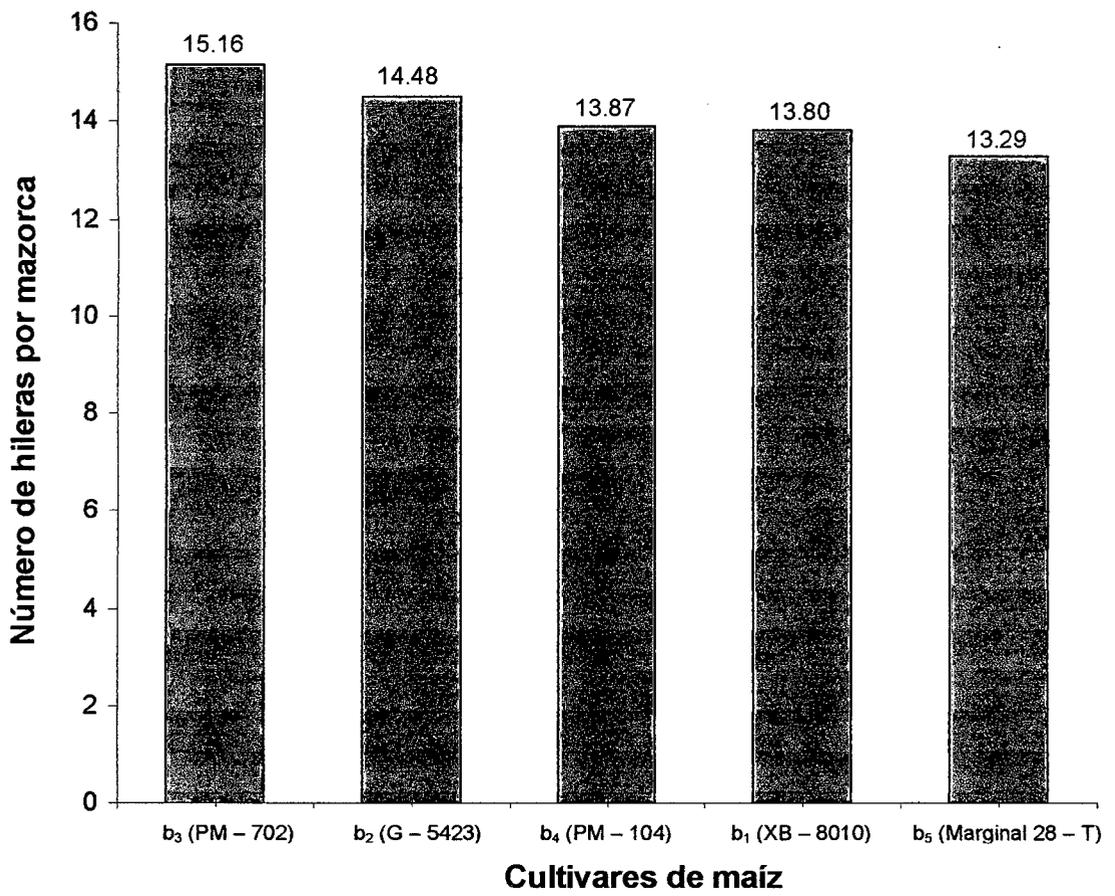
**Cuadro 24.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los cultivares comerciales de maíz (factor B), en la longitud y diámetro de mazorca de maíz, Tulumayo 2002.

<b>Cultivares de maíz (B)</b>	<b>Longitud de mazorca (cm)</b>		<b>Cultivares de maíz (B)</b>	<b>Diámetro de mazorca (cm)</b>	
b <sub>3</sub> (PM - 702)	19.58	a	b <sub>3</sub> (PM - 702)	5.24	a
b <sub>4</sub> (PM - 104)	18.98	a b	b <sub>2</sub> (G - 5423)	5.21	a
b <sub>1</sub> (XB - 8010)	18.74	b c	b <sub>1</sub> (XB - 8010)	5.07	b
b <sub>5</sub> (Marginal 28 - T)	18.19	c d	b <sub>5</sub> (Marginal 28 - T)	4.98	b c
b <sub>2</sub> (G - 5423)	17.93	d	b <sub>4</sub> (PM - 104)	4.91	c

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

Del cuadro 24, se deduce que en la localidad de Tulumayo:

- En relación a la longitud de mazorca, el cultivar de maíz, PM-702 (b<sub>3</sub>), ocupó el primer lugar con 19.58 cm, diferenciándose estadísticamente de los cultivares: XB-8010 (b<sub>1</sub>), Marginal 28-T (b<sub>5</sub>) y G-5423 (b<sub>2</sub>).
- En relación al diámetro de mazorca, el cultivar de maíz, PM-702 (b<sub>3</sub>), también ocupó el primer lugar con 5.24 cm, no diferenciándose estadísticamente del cultivar G-5423 (b<sub>2</sub>) con 5.21 cm; pero estos cultivares sí, se diferencian de los demás cultivares comerciales de maíz. Siendo el cultivar PM-104 (b<sub>4</sub>), quien ocupó el último lugar con 4.91 cm (Ver Figura 10).



**Figura 11.** Número de hileras por mazorca de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Afilador 2002

#### 4.5. Del número de hileras/mazorca y granos/hilera

**Cuadro 25.** Resumen del análisis de variancia para el número de hileras por mazorca y número de granos por hilera, Afilador 2002.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados Medios			
		Hileras por mazorca		Granos por hilera	
<u>Parcelas</u>					
Bloques	2	1.245	NS	25.612	NS
Densidades de siembra (A)	2	0.405	NS	5.167	NS
Error de parcelas	4	0.411		9.786	
Total de parcelas	8				
<u>Subparcelas</u>					
Cultivares de maíz (B)	4	4.619	AS	40.561	AS
A x B	8	0.369	NS	3.665	NS
Error de subparcelas	24	0.205		5.936	
Total de subparcelas	44				
		C.V. (a) =	4.54%		8.32%
		C.V. (b) =	3.20%		6.48%
NS	:	No existe significación estadística			
AS	:	Significación estadística al 1% de probabilidad			

Del cuadro 25, se deduce que en la localidad de Afilador:

- Para bloques, densidades de siembra (A) y la interacción (A x B), no existe significación estadística en los caracteres en estudio.
- Para los cultivares de maíz (B) existe significación estadística al 1% de probabilidad en el número de hileras por mazorca y granos por hilera.

- Los coeficientes de variabilidad a nivel de parcelas (c.v.<sub>(a)</sub>) y de subparcelas (c.v.<sub>(b)</sub>), indican excelente homogeneidad en los resultados experimentales.

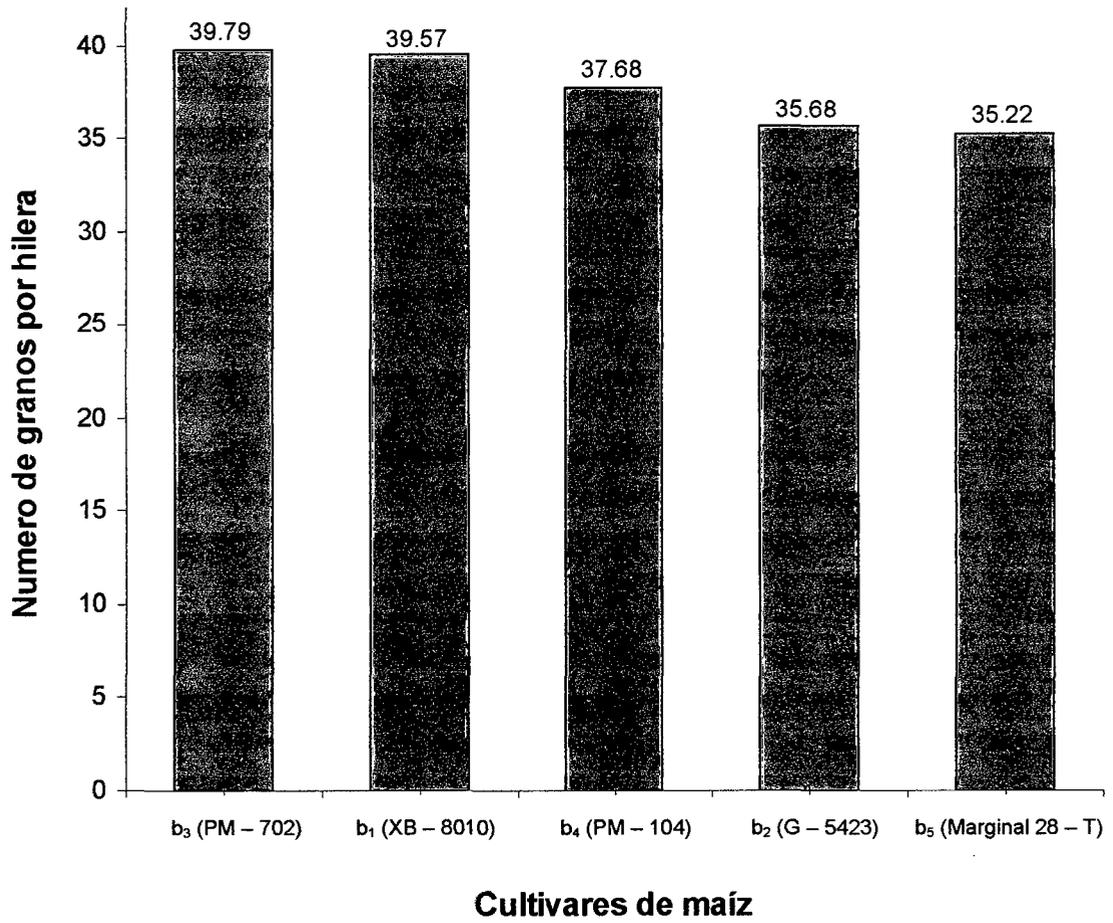
**Cuadro 26.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los cultivares comerciales de maíz (factor B), en el número de hileras por mazorca y granos por hilera, Afilador 2002.

<b>Cultivares de maíz (B)</b>	<b>Hileras por mazorca</b>		<b>Cultivares de maíz (B)</b>	<b>Granos por hilera</b>	
b <sub>3</sub> (PM - 702)	15.16	a	b <sub>3</sub> (PM - 702)	39.79	a
b <sub>2</sub> (G - 5423)	14.48	b	b <sub>1</sub> (XB - 8010)	39.57	a
b <sub>4</sub> (PM - 104)	13.87	c	b <sub>4</sub> (PM - 104)	37.68	a b
b <sub>1</sub> (XB - 8010)	13.80	c	b <sub>2</sub> (G - 5423)	35.68	b
b <sub>5</sub> (Marginal 28 - T)	13.29	d	b <sub>5</sub> (Marginal 28 - T)	35.22	b

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

Del cuadro 26, se deduce que:

- Respecto al carácter número de hileras por mazorca, el cultivar de maíz, PM-702 (b<sub>3</sub>), ocupó el primer lugar con 15.16 hileras, diferenciándose significativamente de los demás cultivares. Siendo el cultivar Marginal 28-T (b<sub>5</sub>), quien ocupó el último lugar con 13.29 hileras (Ver Figura 11).
- En relación al número de granos por hilera, el cultivar de maíz, PM-702 (b<sub>3</sub>), también ocupó el primer lugar con 39.79 granos, no diferenciándose estadísticamente de los cultivares: XB-8010 (b<sub>1</sub>) y PM-104 (b<sub>4</sub>). Observándose que el cultivar de maíz Marginal 28-T (b<sub>5</sub>) ocupó el último lugar con 35.22 granos (Ver Figura 12).



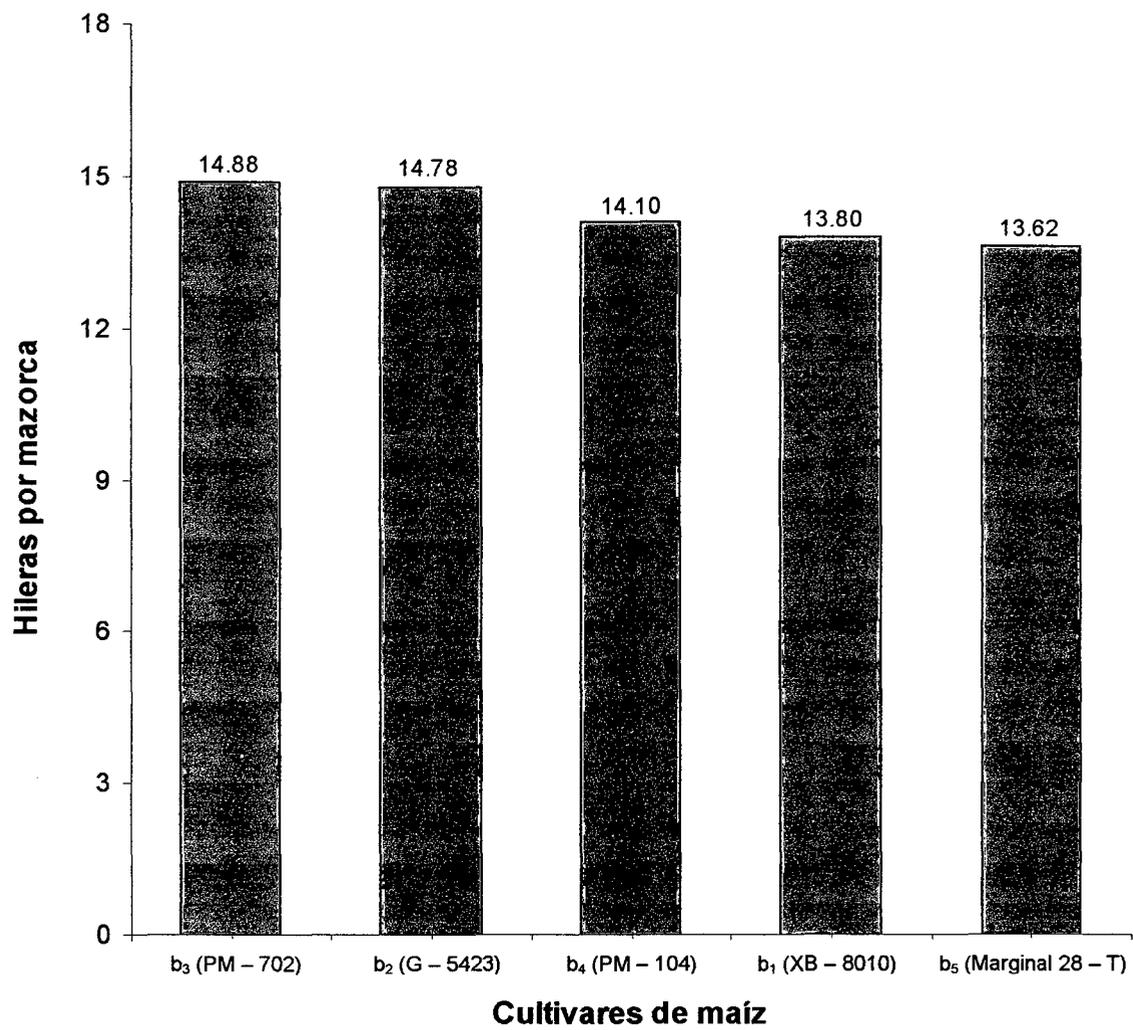
**Figura 12.** Número de granos por hilera de cinco cultivares comercial de maíz (factor B), Afilador 2002.

**Cuadro 27.** Resumen del análisis de variancia para el número de hileras por mazorca y número de granos por hilera, Tulumayo 2002.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados Medios			
		Hileras por mazorca		Granos por hilera	
<u>Parcelas</u>					
Bloques	3	0.610	NS	5.999	NS
Densidad de siembra (A)	2	0.225	NS	8.999	NS
Error de parcelas	6	0.456		6.742	
Total de parcelas	11				
<u>Subparcelas</u>					
Cultivares de maíz (B)	4	3.932	AS	153.737	AS
A x B	8	0.286	NS	0.841	NS
Error de subparcelas	36	0.292		4.762	
Total de subparcelas	59				
		c.v. (a) =	4.74%		7.04%
		c.v. (b) =	3.80%		5.91%
NS	:	No existe significación estadística			
AS	:	Significación estadística al 1% de probabilidad			

Del cuadro 27, se deduce que en la localidad de Tulumayo:

- Para bloques, densidades de siembra (A) y la interacción (A x B), no existe significación estadística en los caracteres en estudio.
- Para los cultivares de maíz (B) existe significación estadística al 1% de probabilidad en el número de hileras por mazorca y granos por hilera.
- Los coeficientes de variabilidad a nivel de parcelas (c.v.(a)) y de subparcelas (c.v.(b)) indican excelente homogeneidad en los resultados experimentales.



**Figura 13.** Número de hileras por mazorca de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Tulumayo 2002.

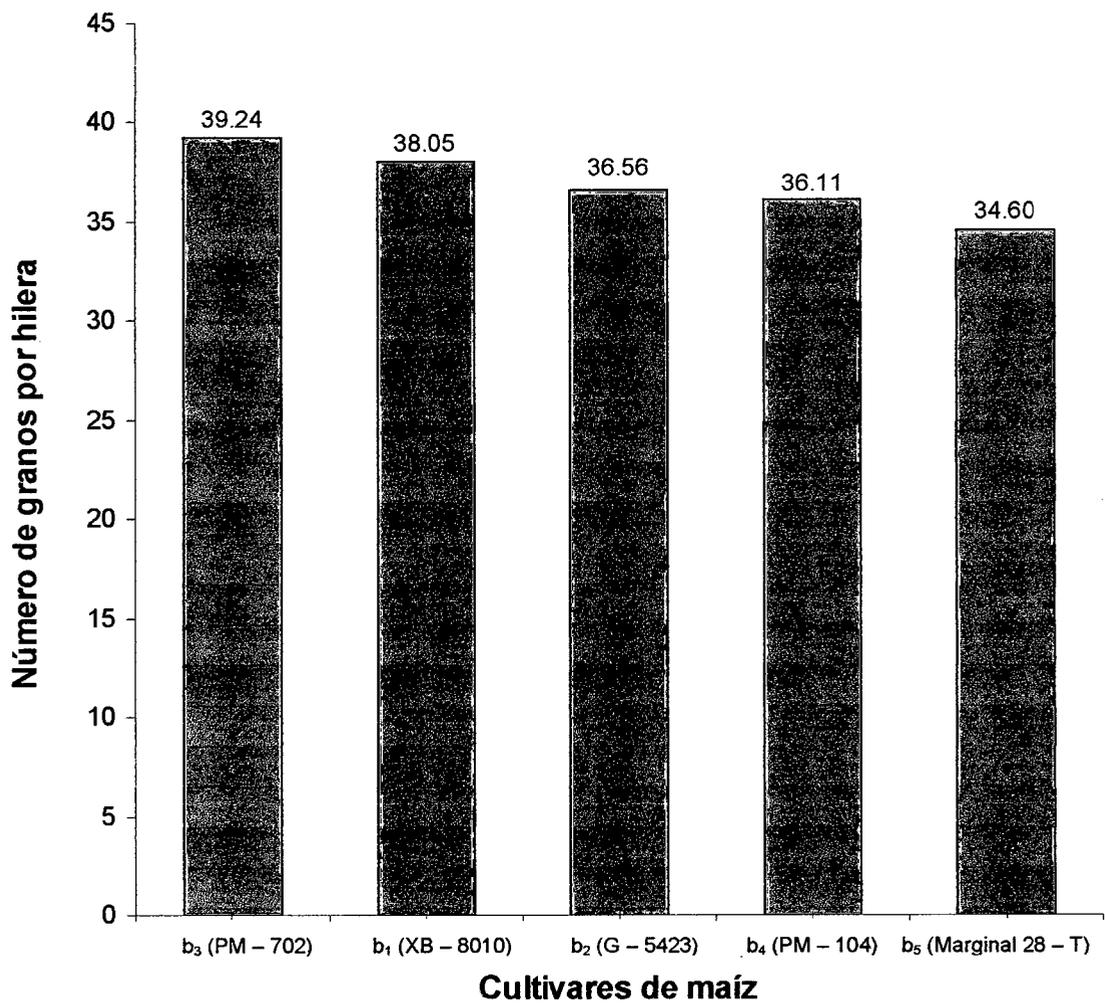
**Cuadro 28.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los cultivares comerciales de maíz (factor B), en el número de hileras por mazorca y granos por hilera, Tulumayo 2002.

<b>Cultivares de maíz (B)</b>	<b>Hileras por mazorca</b>		<b>Cultivares de maíz (B)</b>	<b>Granos por hilera</b>	
b <sub>3</sub> (PM - 702)	14.88	a	b <sub>3</sub> (PM - 702)	39.24	a
b <sub>2</sub> (G - 5423)	14.78	a	b <sub>1</sub> (XB - 8010)	38.05	a b
b <sub>4</sub> (PM - 104)	14.10	b	b <sub>2</sub> (G - 5423)	36.56	b c
b <sub>1</sub> (XB - 8010)	13.80	b c	b <sub>4</sub> (PM - 104)	36.11	c
b <sub>5</sub> (Marginal 28 - T)	13.62	c	b <sub>5</sub> (Marginal 28 - T)	34.60	c

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

Del cuadro 28, se deduce que:

- Respecto al carácter número de hileras por mazorca; el cultivar comercial de maíz PM-702 (b<sub>3</sub>), ocupó el primer lugar con 14.88 hileras, no diferenciándose estadísticamente del cultivar G-5423 (b<sub>2</sub>). Sin embargo el cultivar PM-702 resulto estadísticamente diferente a los cultivares de maíz: PM-104 (b<sub>4</sub>), XB-8010 (b<sub>1</sub>) y Marginal 28-T (b<sub>5</sub>) (Ver Figura 13).
- En relación al número de granos por hilera, el cultivar de maíz, PM-702 (b<sub>3</sub>), también ocupó el primer lugar con 39.24 granos, no diferenciándose estadísticamente del cultivar de maíz, XB-8010 (b<sub>1</sub>) con 38.05 granos. El cultivar de maíz, Marginal 28-T (b<sub>5</sub>) ocupó el último lugar con 34.60 granos, no diferenciándose estadísticamente de los cultivares de maíz G-5423 (b<sub>2</sub>), y PM-104 (b<sub>4</sub>) (Ver Figura 14).



**Figura 14.** Número de granos por hilera de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Tulumayo 2002.

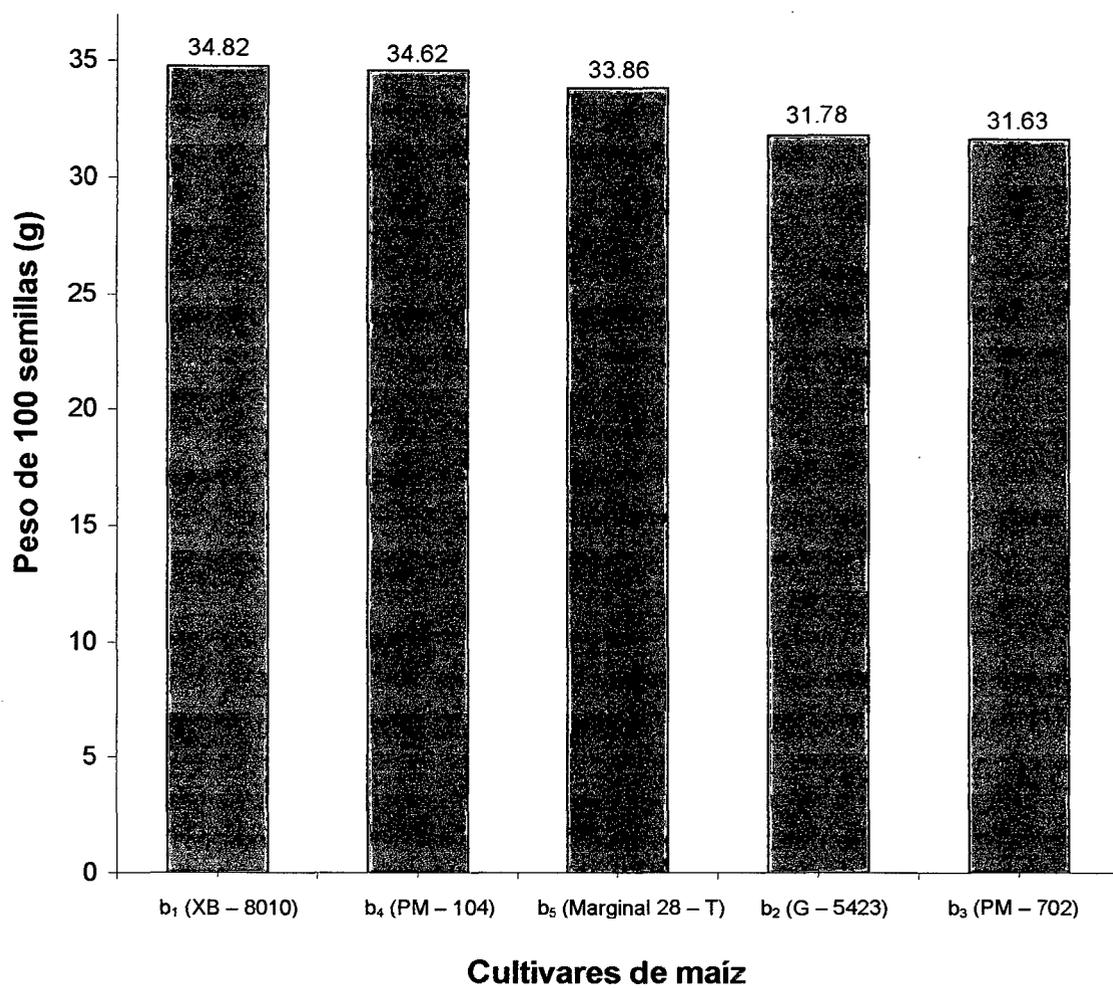
#### 4.6. Del peso de 100 semillas

**Cuadro 29.** Resumen del análisis de variancia para el 100 semillas de maíz, Afilador 2002.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	
<u>Parcelas</u>			
Bloques	2	2.415	NS
Densidades de siembra (A)	2	1.763	NS
Error de parcelas	4	2.055	
Total de parcelas	8		
<u>Subparcelas</u>			
Cultivares de maíz (B)	4	21.285	AS
A x B	8	2.116	NS
Error de subparcelas	24	1.429	
Total de subparcelas	44		
	C.V. (a) =	4.29%	
	C.V. (b) =	3.59%	
NS	:	No existe significación estadística	
AS	:	Significación estadística al 1% de probabilidad	

Del cuadro 29, se deduce que en la localidad de Afilador:

- Para las fuentes de variación: bloques, densidades de siembra (A) y la interacción (A x B) no se pudo probar diferencias estadísticas significativas en el peso de 100 semillas.
- Para los cultivares de maíz (B), existe significación estadística al 1% de probabilidad para el caracter en estudio.



**Figura 15.** Peso de 100 semillas de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Afilador 2002.

- Los coeficientes de variabilidad a nivel de parcelas (c.v.<sub>(a)</sub>) y de subparcelas (c.v.<sub>(b)</sub>) indican excelente homogeneidad en los resultados experimentales para el caracter en estudio.

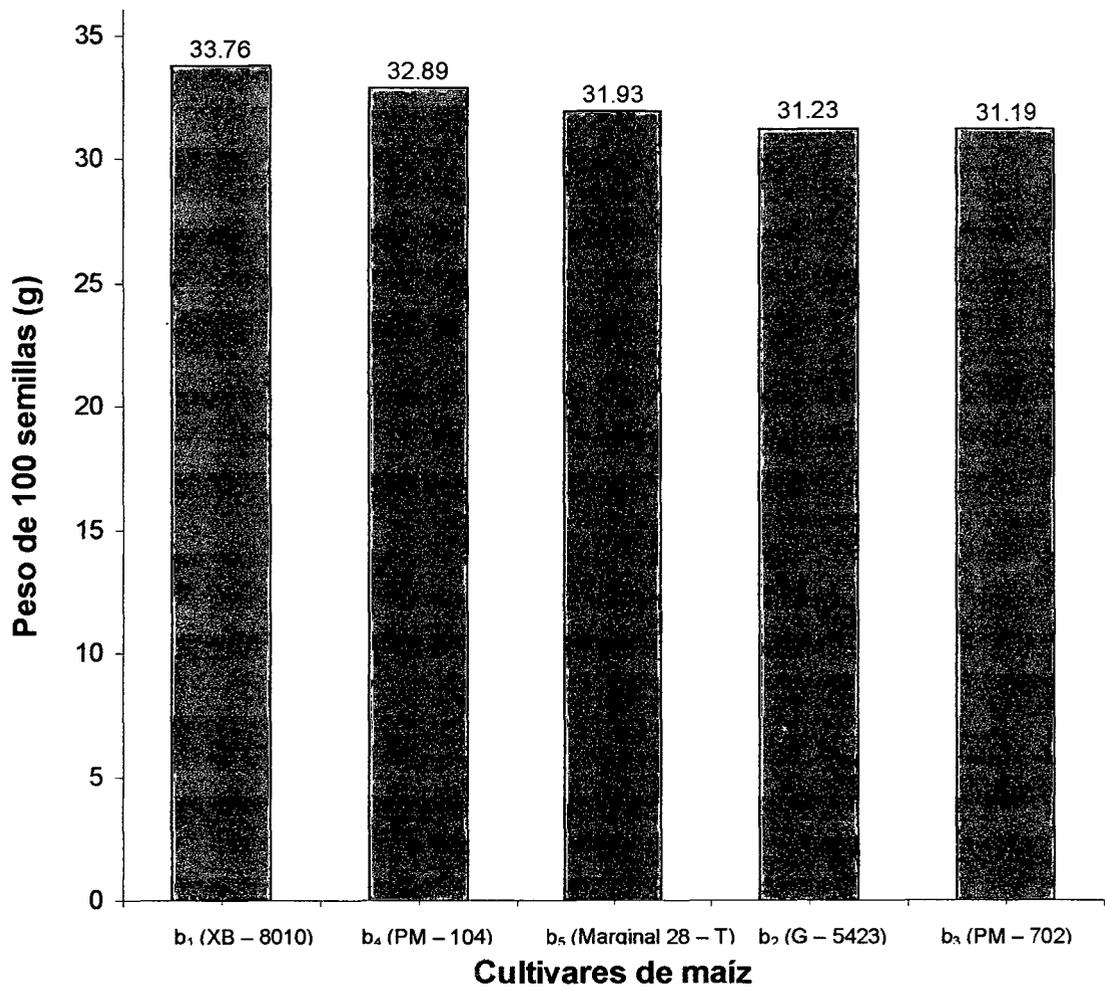
**Cuadro 30.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los cultivares comerciales de maíz (factor B), en el peso de 100 semillas, Afilador 2002.

<b>Cultivares de maíz (B)</b>	<b>Peso de 100 semillas (g)</b>	
b <sub>1</sub> (XB - 8010)	34.82	a
b <sub>4</sub> (PM - 104)	34.62	a
b <sub>5</sub> (Marginal 28 - T)	33.86	a
b <sub>2</sub> (G - 5423)	31.78	b
b <sub>3</sub> (PM - 702)	31.63	b

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

Del cuadro 30, se deduce que en la localidad de Afilador:

- El cultivar de maíz, XB-8010 (b<sub>1</sub>), ocupó el primer lugar en relación al peso de 100 semillas, con 34.82 g, no diferenciándose estadísticamente de los cultivares, PM-104 (b<sub>4</sub>) y Marginal 28-T (b<sub>5</sub>). Los cultivares de maíz, G-5423 (b<sub>2</sub>) y PM-702 (b<sub>3</sub>), ocuparon los últimos lugares para peso de 100 semillas con 31.78 y 31.63 g, respectivamente (Ver Figura 15).



**Figura 16.** Peso de 100 semillas de cinco cultivares comerciales de maíz (factor B), Tulumayo 2002.

**Cuadro 31.** Resumen del análisis de variancia para el 100 semillas de maíz, Tulumayo 2002.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	
<u>Parcelas</u>			
Bloques	3	4.326	NS
Densidad de siembra (A)	2	0.715	NS
Error de parcelas	6	5.902	
Total de parcelas	11		
<u>Subparcelas</u>			
Cultivares de maíz (B)	4	14.801	AS
A x B	8	6.582	NS
Error de subparcelas	36	3.614	
Total de subparcelas	59		
	C.V. (a) =	7.55%	
	C.V. (b) =	5.90%	
NS	:	No existe significación estadística	
AS	:	Significación estadística al 1% de probabilidad	

Del cuadro 31, se deduce que en la localidad de Tulumayo:

- Para bloques, densidades de siembra (A) y la interacción (A x B) no existe significación estadística para el carácter en estudio.
- Para los cultivares de maíz (B), existe significación estadística al 1% de probabilidad en el peso de 100 semillas.
- Los coeficientes de variabilidad a nivel de parcelas (c.v.(a)) y subparcelas (c.v.(b)) indican excelente homogeneidad en los resultados experimentales para el carácter en estudio.

**Cuadro 32.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los cultivares comerciales de maíz (factor B), en el peso de 100 semillas, Tulumayo 2002.

<b>Cultivares de maíz (B)</b>	<b>Peso de 100 semillas (g)</b>	
b <sub>1</sub> (XB - 8010)	33.76	a
b <sub>4</sub> (PM - 104)	32.89	a b
b <sub>5</sub> (Marginal 28 - T)	31.93	b
b <sub>2</sub> (G - 5423)	31.23	b
b <sub>3</sub> (PM - 702)	31.19	b

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

Del cuadro 32, se deduce que:

- El cultivar de maíz, XB-8010 (b<sub>1</sub>), ocupó el primer lugar en el peso de 100 semillas con 33.76 g, no diferenciándose significativamente del cultivar de maíz, PM-104 (b<sub>4</sub>); pero sí, de los demás cultivares. El cultivar comercial de maíz PM-702 (b<sub>3</sub>) ocupó el último lugar en el peso de 100 semillas con 31.19 g (Ver Figura 16).

## V. DISCUSION

### 5.1 Del rendimiento en grano ( $t.ha^{-1}$ )

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, el rendimiento en grano, en promedio de los cultivares de maíz en estudio, depende de varios factores abióticos como: el suelo, la lluvia y viento; así se obtuvo que el efecto de las densidades de siembra (A) provocó cambios en el rendimiento en grano para la localidad de Afilador (Cuadro 8 y Figura 1) en un rango que va desde 5.925 a 6.936  $t.ha^{-1}$ , así mismo en la localidad de Tulumayo (Cuadro 11 y Figura 3) los rendimientos fueron mayores en un rango que varió de 6.165 a 7.264  $t.ha^{-1}$ , cabe destacar que las temperaturas y precipitaciones en ambas localidades han sido muy similar durante el período de ejecución del experimento. Si bien se presentó precipitación total mensual mayor en el mes de noviembre en la localidad de Afilador respecto a Tulumayo, ésta no afectó significativamente en la evaluación de los caracteres biométricos, puesto que la alta precipitación se dio en la etapa final del cultivo. Siendo en ambas localidades, el efecto de la tercera densidad de siembra ( $a_3$ : 0.30 x 0.90 m, 2 plantas), el que mejor resultado obtuvo, el más bajo correspondió a la primera densidad de siembra ( $a_1$ : 0.60 x 0.90 m, 3 plantas).

Del mismo modo en el comportamiento de los cultivares de maíz, en promedio de las densidades de siembra, los valores promedios para la localidad de Afilador (Cuadro 9 y Figura 2) fluctuaron, entre 6.053 a 7.370  $t.ha^{-1}$ , y en la localidad de Tulumayo (Cuadro 12 y Figura 4), varió de 5.848 a 8.529  $t.ha^{-1}$ , correspondiendo la mejor repuesta al cultivar de maíz,

XB-8010 y la menor respuesta a los cultivares de maíz, PM-702 y Marginal 28-T, que entre sí no hubo diferencias estadísticas significativas en ambas localidades, esto se corrobora con el trabajo experimental realizado por (CHAVEZ, 2002) quien manifiesta como mejores híbridos al XB-8010 y G-5423, con rendimientos de 9.214 y 8.110 t.ha<sup>-1</sup> respectivamente, frente a la variedad local Marginal 28-T, con 6.416 t.ha<sup>-1</sup>; sin embargo cuando se evaluó a una densidad de 0.90 x 0.60 m (GUARDA, 2000) encontró rendimientos de 5.199 t.ha<sup>-1</sup> y 3.737 t.ha<sup>-1</sup> para los cultivares de maíz PM-702 y Marginal 28-T respectivamente, debiéndose en éste caso a la constitución genética del híbrido quien mostró un mayor vigor heterótico para éste caracter.

En ambas localidades no se encontró significación estadística para la interacción entre las densidades de siembra con los cultivares comerciales de maíz (A x B), (Ver Figura 19 en Anexo). Es decir las diferencias del efecto entre las densidades de siembra fue similar en cada una de los cultivares de maíz estudiados, tan es así que los cultivares de maíz incrementaron o mantuvieron su rendimiento en grano, a medida que se aumentó la densidad de siembra. Debido a la arquitectura de planta, los cultivares tardíos (PM-702, Marginal 28-T) que a su vez muestran mayor altura de planta, sufrieron acame debido a factores abióticos como: el suelo, lluvia y viento, impidiendo el perfecto desarrollo en la fase de floración, fase que resulta decisiva para el rendimiento del cultivo frente a las altas densidades de siembra; sin embargo el mayor tamaño de mazorca equilibrio en parte sus rendimientos respecto a los cultivares precoces (XB-8010, y G-5423)(PALIWAL, 2001).

Por otro lado en ambas localidades en promedio de las densidades de siembra estudiadas, se encontró diferencias estadísticas altamente significativas entre el cultivar de maíz XB-8010 ( $b_1$ ), con los cultivares: Marginal 28-T ( $b_5$ ) y PM-702 ( $b_3$ ), esto se debe al diverso potencial genético que presentaron dichos cultivares (híbridos dobles, híbridos triples y variedad mejorada) y a la arquitectura de planta. El factor densidad en la medida que se incrementaba influyó en el rendimiento en grano de maíz, encontrándose que el cultivar XB-8010, tuvo un mejor comportamiento tanto en la localidad de Afilador como en Tulumayo (7.370 y 8.529 t.ha<sup>-1</sup>) respecto a la variedad local Marginal 28-T ( $b_5$ ) (5.921 y 6.074 t.ha<sup>-1</sup>), como a los demás cultivares de maíz (G-5423, PM-104 y PM-702). Esto puede corroborarse debido a que la cantidad de radiación interceptada por el cultivo en los 10 días siguientes a la antesis esta relacionada en forma lineal al número final de granos por planta, pero la curva de esta relación varía con los cultivares, probablemente esto se deba al efecto de la disponibilidad de radiación para la fotosíntesis la cual asociado a la arquitectura de la planta en la intercepción de radiación, pueden ser la base fisiológica para la poca común respuesta del maíz a la densidad de planta, ocasionando la caída del rendimiento por encima de una densidad óptima, aún cuando en el ambiente haya un índice foliar óptima para rendimiento (PALIWAL, 2001).

## **5.2 De los días a floración masculina y femenina**

De los análisis realizados para ambas localidades en el número de días a floración masculina (d.a.f.m) y femenina (d.a.f.f), (Cuadros 13 y 15), la alta

significación estadística, entre los cultivares de maíz (B), nos indica que los genotipos de maíz tuvieron un comportamiento diferente en la expresión de estos dos caracteres, debido a su composición genética y a la interacción con el medio ambiente.

Como se observa en los Cuadros 14 y 16, los valores promedios de d.a.f.m fluctuaron de 59.56 a 65.22 días para la localidad de Afilador, y de 57.17 a 64.42 días para la localidad de Tulumayo, siendo el cultivar precoz el PM-104 (b<sub>4</sub>), con 59.56 y 57.50 días para la localidad de Afilador y Tulumayo respectivamente, y el cultivar de maíz tardío el PM-702 (b<sub>3</sub>), con 65.22 y 64.42 días para las localidades de Afilador y Tulumayo respectivamente.

En los mismos cuadros, los valores promedios de d.a.f.f. oscilaron entre 62.33 a 69.11 días para la localidad de Afilador, y de 59.50 a 67.50 días para la localidad de Tulumayo. Resultando el cultivar de maíz tardío el PM-702 (b<sub>3</sub>), con 62.33 y 59.50 días para la localidad de Afilador y Tulumayo respectivamente, diferenciándose estadísticamente de los demás cultivares, sin embargo el cultivar PM-104 (b<sub>4</sub>), resulto ser uno de los más precoces en estos dos caracteres en estudio.

Observando los Cuadros 14 y 16, se deduce que los cultivares de maíz tuvieron una floración ligeramente más temprana en la localidad de Tulumayo, debiéndose esto a una mayor temperatura promedio que alcanzó la última localidad en relación a la primera. Esto se corrobora con los trabajos realizados en la localidad de Tulumayo (CHAVEZ, 2000) cuyo experimento en el período

de junio-noviembre, tuvo una temperatura promedio máxima de 30.6°C y una temperatura promedio mínima de 19.5°C; encontrándose en los cultivares de maíz: G-5423, XB-8010 y Marginal 28-T, un rango de 60.25 a 64.75 para días a floración masculina y de 61.75 a 66.00 para días a floración femenina. Así mismo (GUARDA, 2000) para el período de ejecución de su trabajo experimental contó con una temperatura promedio máxima de 23.8°C y una temperatura promedio mínima de 19.5°C; obteniéndose en los cultivares de maíz: G-5423, Marginal 28-T, y PM-702, un rango de 63.25 a 70.50 días a floración masculina y de 66.75 a 76.25 días a floración femenina. Comparado a estos dos trabajos realizados en Tulumayo frente a los cultivares en estudio, donde las temperaturas promedio máximas y mínimas fueron de 31.2 y 19.8°C respectivamente, lo cual hace notar la influencia de la temperatura en los caracteres en estudio, ya que a medida que se incrementa la temperatura ha bajado el rango de días tanto para la floración masculina como femenina, lo cual estaría motivando su efecto en la producción del grano de polen necesario para la fecundación del óvulo en la formación del grano de maíz. Esta determinación de la precocidad, nos permite así conocer su naturaleza individual y la reacción del medio ambiente, indicando la buena adaptación de los nuevos híbridos en las localidades en estudio.

### **5.3 De la altura de planta y mazorca del maíz**

De acuerdo con los análisis realizados para ambas localidades en los caracteres altura de planta y de mazorca, (Cuadros 17 y 19), la alta significación estadística, entre los cultivares de maíz (B), nos indica un

comportamiento diferente en la expresión de estos dos caracteres, debido a su composición genética y a la interacción con el medio ambiente, existiendo la posibilidad que la alta densidad de siembra pueda influir en forma negativa a la respuesta en algunos de los cultivares de maíz, en promedio de las densidades de siembra.

Al realizar las comparaciones con la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), para la fuente de variación cultivares de maíz (B) en promedio de las densidades de siembra (A), como se observa en los Cuadros 18 y 20, se encontró valores promedios en altura de planta que fluctuaron de 212.78 a 282.78 cm, para la localidad de Afilador, y de 219.58 a 280.42 cm, para la localidad de Tulumayo, siendo el cultivar de maíz el PM-702 ( $b_3$ ), el de mayor altura, con 282.78 y 280.42 cm, para las localidades de Afilador y Tulumayo respectivamente, diferenciándose estadísticamente de los demás cultivares de maíz, sin embargo el cultivar de menor altura de planta resulto ser el cultivar de maíz G-5423 ( $b_2$ ),\*con 212.78 y 219.58 cm, para la localidad de Afilador y Tulumayo respectivamente seguido del cultivar XB-8010 con 229.78 y 234.58 cm.

En los mismos cuadros, los valores promedios de altura de mazorca oscilaron entre, 80.56 a 146.11 cm, para la localidad de Afilador, y de 99.58 a 163.75 cm, para la localidad de Tulumayo. El cultivar de mayor altura de mazorca resulto ser también el PM-702 ( $b_3$ ), con 146.11 y 163.75 cm, para la localidad de Afilador y Tulumayo respectivamente, diferenciándose estadísticamente de los demás cultivares, sin embargo el cultivar G-5423 ( $b_2$ ), resulto ser el de menor altura de mazorca en ambas localidades.

Estas diferencias en altura de planta y mazorca puede deberse a la diferente constitución genética de los cultivares de maíz en términos de arquitectura de planta, disposición de las hojas e índice de área foliar. Por otro lado los rangos de altura de planta y mazorca en ambas localidades resultan diferentes, probablemente debido a las condiciones diversas, motivada entre otros factores por la clase textural del suelo, precipitación, viento. Por lo tanto la menor altura de planta y mazorca obtenida por algunos cultivares de maíz, responderá con una mayor resistencia al acame de planta, pudiendo así incrementar la densidad de siembra, y facilitar la labor de cosecha.

#### **5.4 De la longitud y diámetro de mazorca**

De acuerdo con los análisis realizados para ambas localidades en los caracteres altura de planta y de mazorca, (Cuadros 21 y 23), la alta significación estadística, entre los cultivares de maíz (B), nos indica que los genotipos de maíz tuvieron un comportamiento diferente en la expresión de estos dos caracteres, para ambas localidades.

Al realizar las comparaciones con la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), para la fuente de variación cultivares de maíz (B), en promedio de las densidades de siembra (A), como se observa en los Cuadros 22 y 24, se encontró valores promedios en longitud de mazorca en un rango de 17.08 a 20.68 cm, en la localidad de Afilador, y de 17.93 a 19.58 cm, en la localidad de Tulumayo, siendo los cultivares de maíz con mayor longitud de mazorca el PM-702 ( $b_3$ ), y PM-104 ( $b_4$ ), no diferenciándose estadísticamente entre ellos, pero si de los

demás con 20.68 y 20.18 cm respectivamente, para la localidad de Afilador, en Tulumayo sobresalieron también los mismos cultivares: PM-702 ( $b_3$ ) y PM-104 ( $b_4$ ), no diferenciándose estadísticamente entre ellos, pero si del promedio de los demás cultivares en estudio, esto se debería a la arquitectura de la planta (plantas de mayor altura) y por ser más tardía en relación a los otros cultivares.

En los mismos cuadros, los valores promedios de diámetro de mazorca oscilaron entre, 4.92 a 5.23 cm, para la localidad de Afilador, y de 4.91 a 5.24 cm, para la localidad de Tulumayo. El cultivar de mayor diámetro de mazorca resulto ser también el PM-702 ( $b_3$ ), con 5.23 y 5.24 cm, para la localidad de Afilador y Tulumayo respectivamente, no diferenciándose estadísticamente del cultivar de maíz XB-8010 ( $b_1$ ) en la localidad de Afilador y del cultivar G-5423 ( $b_2$ ), para la localidad de Tulumayo.

Esto se corrobora con el trabajo realizado en la localidad de Tulumayo (GUARDA, 2000) utilizando una densidad de siembra de 55 5555 plantas.ha<sup>-1</sup> en la evaluación de híbridos triples experimentales e híbridos comerciales (dobles y triples), donde se obtuvo longitudes de mazorca en el cultivar PM-702 con 19.08 cm, seguido de la variedad local, Marginal 28-T, con 17.25 cm y el G-5423 con 16.98 cm. Así mismo en el diámetro de mazorca sobresalió el híbrido doble, PM-702, con 5.11 cm, seguido del híbrido tripe, G-5423 con 5.04 cm y la variedad local, Marginal 28-T con 4.76 cm. Estos resultados a su vez, nos indicaría que si bien los caracteres cuantitativos se ven afectados por el ambiente, no todos son afectados en la misma intensidad.

### **5.5. Del número de hileras/mazorca y granos/hilera**

Del análisis realizado para ambas localidades en los caracteres número de hileras/mazorca y granos/hilera, (Cuadros 25 y 27), la alta significación estadística, entre los cultivares de maíz (B), nos indica que el efecto del genotipo sobre el número de hileras/mazorca no fue la misma debido básicamente a la diferencia que existe entre en el potencial genético de los cultivares.

Al realizar las comparaciones con la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), para la fuente de variación cultivares de maíz (B), en promedio de las densidades de siembra (A), como se observa en los Cuadros 26 y 28, se encontró valores promedios en el número de hileras/mazorca en un rango de 13.29 a 15.16, para la localidad de Afilador, y de 13.62 a 14.88 para la localidad de Tulumayo, siendo el cultivar de maíz con mayor número de hileras/mazorca, el PM-702 ( $b_3$ ), con 15.16, diferenciándose estadísticamente de los demás cultivares de maíz, para la localidad de Afilador, en Tulumayo sobresalió también el cultivar: PM-702 ( $b_3$ ), no diferenciándose estadísticamente del G-5423 ( $b_4$ ), pero sí de los demás cultivares en estudio.

Así mismo, los valores promedios de granos/hilera oscilaron entre, 35.22 a 39.79, para la localidad de Afilador, y de 34.60 a 39.24, para la localidad de Tulumayo. El cultivar con mayor número de granos/hilera resulto ser también el PM-702 ( $b_3$ ), con 39.79 y 39.24, para la localidad de Afilador y Tulumayo respectivamente, no diferenciándose estadísticamente del cultivar de maíz XB-8010 ( $b_1$ ) y PM-104 ( $b_4$ ), en la localidad de Afilador y solamente del cultivar XB-8010 ( $b_1$ ) para la localidad de Tulumayo.

## 5.6 Del peso de 100 semillas

Del análisis realizado para ambas localidades en el peso de 100 semillas, Cuadros 29 y 31, la alta significación estadística, entre los cultivares de maíz (B), nos indica que las diferencias se le puede atribuir al efecto genético y a su comportamiento distinto debido al factor ambiental, puesto que este carácter tiene dos componentes, uno el genético y el ambiental, la interacción entre los efectos de estos componentes habría expresado fenotipos con un mayor y menor peso, de ahí la diferencia entre los cultivares de maíz (PROGRAMA NACIONAL DE ARROZ, 1982).

Al realizar las comparaciones con la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), para la fuente de variación cultivares de maíz (B), en promedio de las densidades de siembra (A), como se observa en los Cuadros 30 y 32, se encontró valores promedios en el peso de 100 semillas en un rango de 31.63 a 34.82 g, para la localidad de Afilador, y de 31.19 a 33.76 g, para la localidad de Tulumayo, siendo el cultivar de maíz que presentó un mejor peso de semilla, el XB-8010 ( $b_1$ ), con 34.82 g, diferenciándose estadísticamente de los cultivares de maíz: G-5423 ( $b_2$ ) y PM-702 ( $b_3$ ) con pesos de 31.78 y 31.63 g respectivamente, para la localidad de Afilador. En Tulumayo sobresalió también el cultivar: XB-8010 ( $b_1$ ), con un peso de 33.76 g, no diferenciándose estadísticamente del cultivar PM-104 ( $b_4$ ), que alcanzó un peso de 32.89 g, pero sí se diferenció estadísticamente de los demás cultivares en estudio.

En los mismos cuadros, los valores promedios del peso de 100 semillas oscilaron entre, 31.63 a 34.82 g para la localidad de Afilador, y de 31.19 a 33.76 g para la localidad de Tulumayo. El cultivar con mayor peso de 100 semillas resulto ser el XB-8010 con 34.82 g, no diferenciándose del PM-104 (b<sub>4</sub>), con 34.62 g y del Marginal 28-T con 33.86 g, para la localidad de Afilador; y en la localidad de Tulumayo el XB-8010 se mostró como el cultivar de mayor peso de 100 semillas con 33.76 g, no diferenciándose estadísticamente del PM-104 con 32.89 g, pero sí se diferenció en el peso de 100 semillas del PM-702 con 31.19 g.

6. Los cultivares de maíz con mayor peso de 100 semillas en ambas localidades en promedio de las densidades de siembra resultaron ser: XB-8010, y el PM-104, el de menor peso el PM-702.

Los resultados y conclusiones del presente estudio fueron los siguientes:

Las densidades de siembra tuvieron un efecto diferente en el rendimiento en grano en promedio de los cultivares de maíz evaluados, destacándose en ambas localidades (Afilador y Tulumayo) tanto la tercera densidad de siembra ( $a_3$ : 0.30 x 0.90 m, 2 plantas), como la segunda densidad de siembra ( $a_2$ : 0.40 x 0.80m, 2 plantas), superando significativamente a la primera densidad de siembra ( $a_1$ : 0.60 x 0.90 m, 3 plantas). Sin embargo no se pudo probar diferencias estadísticas en los otros caracteres biométricos de la planta. Para todas las características en estudio en ambas localidades, se encontró diferencias estadísticas altamente significativas entre los cultivares de maíz en promedio de las densidades de siembra, destacando el cultivar de maíz, XB-8010, en cuanto a rendimiento en grano, precocidad, menor altura de planta y mazorca, peso de 100 semillas, en promedio de las densidades de siembra estudiadas. No se pudo probar estadísticamente el efecto de la interacción entre densidades de siembra con cultivares de maíz.

9. DUDLEY y MOLL, R. 1969. Interpretations and use of estimates of heredability and genetic variances in plant breeding. *Crop Sci.* 9 (3): 257 – 261.
10. ESCUDERO, T. M. 2000. Rendimiento de híbridos comerciales de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) bajo riego en el distrito de Buenos Aires – Provincia de Picota – San Martín. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto – Perú. 109 p.
11. FALCONER, D.S. 1952. The problem of environment and selection. *Am. Nat.* 86: 293 – 298.
12. FALCONER, D. S. 1972. Introducción a la genética cuantitativa. Editorial Continental. S.A. México. 430 p.
13. FAO. 1984. Guía técnica sobre la tecnología de la semilla del maíz. FAO. Roma - Italia. 172 p.
14. GARCIA, L. y CARBAJAL, C. 1992. Selección individual en frijol en ausencia de competencia y análisis de componentes de rendimiento utilizando coeficientes de Path. *Tropicultura*, Tingo María. 6(2): 27- 40.
15. GUARDA, S. D. 1990. Evaluación de la habilidad combinatoria general de plantas  $S_0$  en los compuestos de maíz PMC-861 y DNS-6. Tesis Ing. Agr. UNALM. Lima – Perú. 80 p.
16. GUARDA, S. D. 2000. Evaluación de híbridos dobles y triples de maíz (*Zea mays* L.) bajo condiciones de Tingo María. CIUNAS. Tingo María – Perú. 84 p.

17. MINAG, 2000. Principales características agronómicas de algunos híbridos de maíz amarillo duro que se cultiva en Perú. [En línea]: MINAG, (<http://www.portalagrario.gob.pe/semtext/CaracterMaiz.pdf>)
18. INIPA. 1984. Marginal 28 Tropical. Editado por la oficina de comunicación técnica. Tarapoto – Perú. 4 p.
19. JUNGENHEIMER, W.R. 1988. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Editorial Limusa, S.A. México D.F. 506 p.
20. LEON, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. Editorial IICA, San José de Costa Rica. 12 p.
21. LLANOS, C. M. 1984. EL maíz su cultivo y aprovechamiento. Ediciones Mundi Prensa, Madrid–España. 318 p.
22. MANRIQUE, CH. A. 1987. El maíz en el Perú. Fondo del Libro del Banco Agrario del Perú. Editorial Lima S.A. Lima -Perú. 345 p.
23. MARIOTTI, J. 1986. Fundamentos de genética biométrica: Aplicaciones al mejoramiento genético vegetal. OEA., Washington DC. 152 p.
24. MARQUEZ, F. 1991. Genotecnia vegetal. Métodos–Teoría – Resultados. Tomo I. AGT Editor S.A. México. 357 p.
25. PALIWAL, R. L. 2001. El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Roma – Italia. 300 p.
26. PARSONS, M. D. 1988. Manuales para la producción agropecuaria. Maíz. Editorial Trillas. México. 56 p.

27. POEHLMAN, M. L. 1981. Mejoramiento genético de las cosechas. Primera Edición. Editorial Limusa S.A. México. 456 p.
28. PROGRAMA NACIONAL DE ARROZ. 1982. Fitomejoramiento y principales cultivares. Curso de adiestramiento en producción de arroz. Proyecto Nacional de Investigación en Arroz. Estación Experimental Vista Florida. Lambayeque – Perú. 125 p.

## **X. ANEXO**

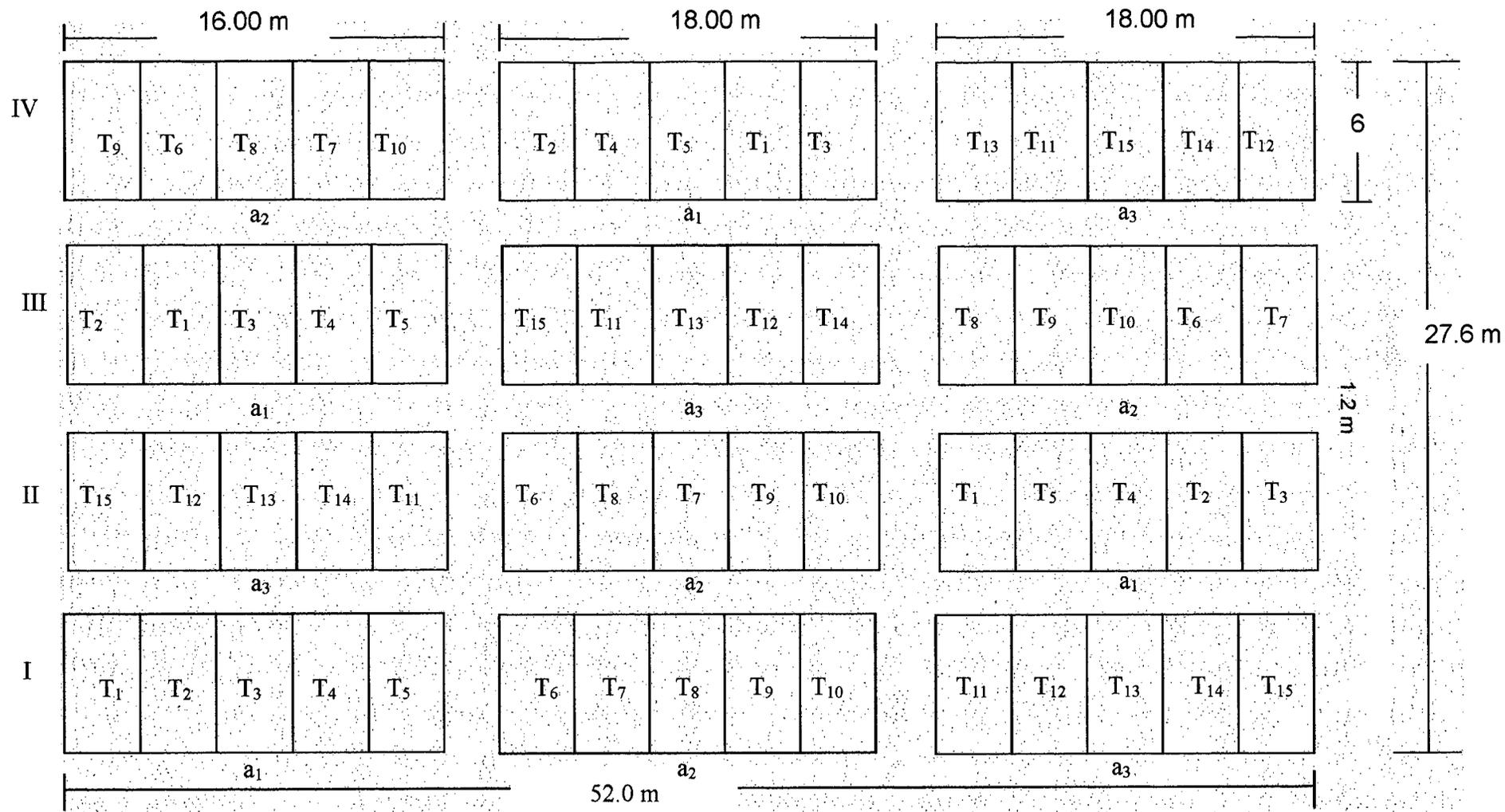


Figura 17. Croquis del campo experimental

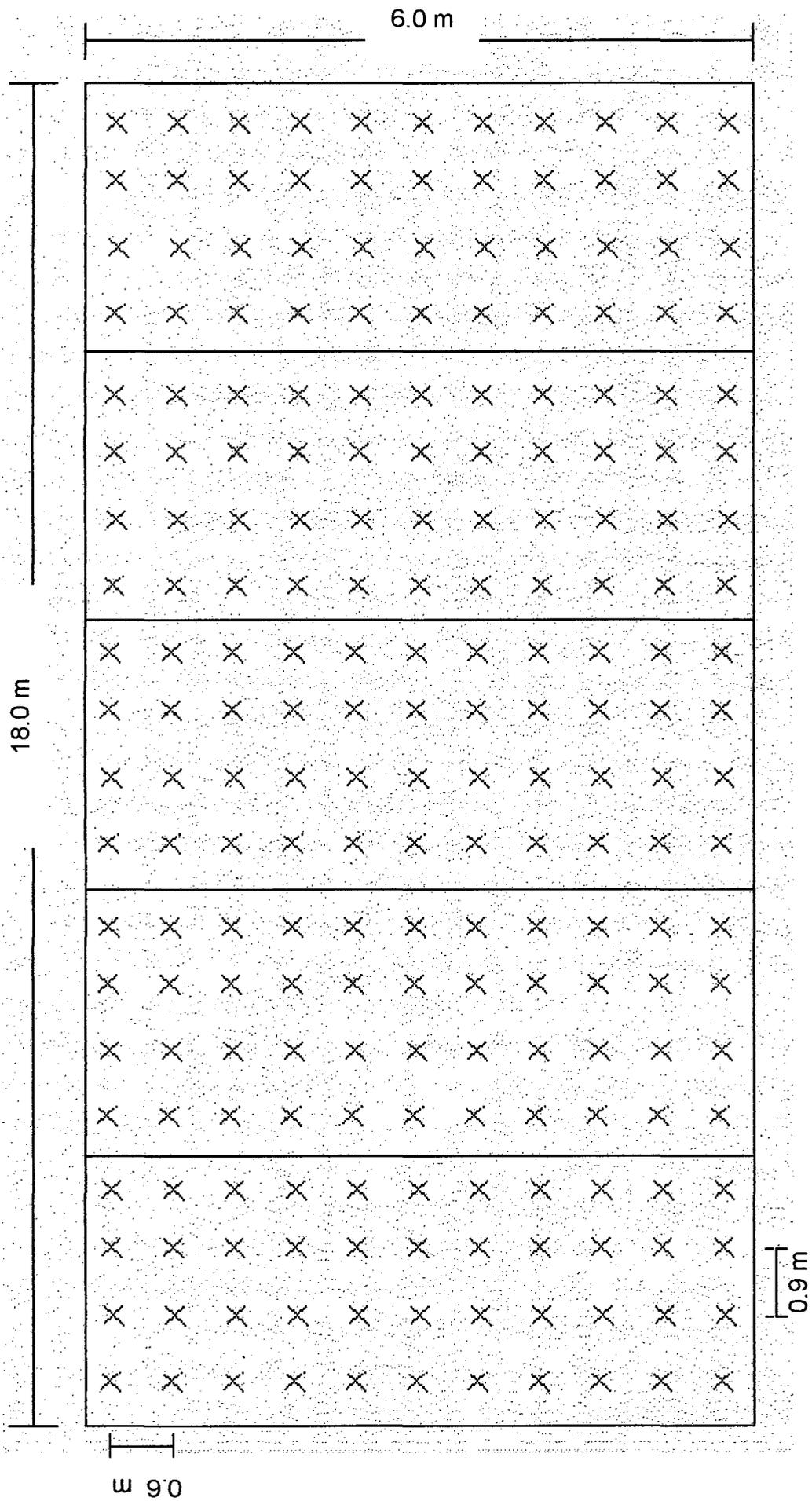


Figura 18. Detalle de parcela a<sub>1</sub>

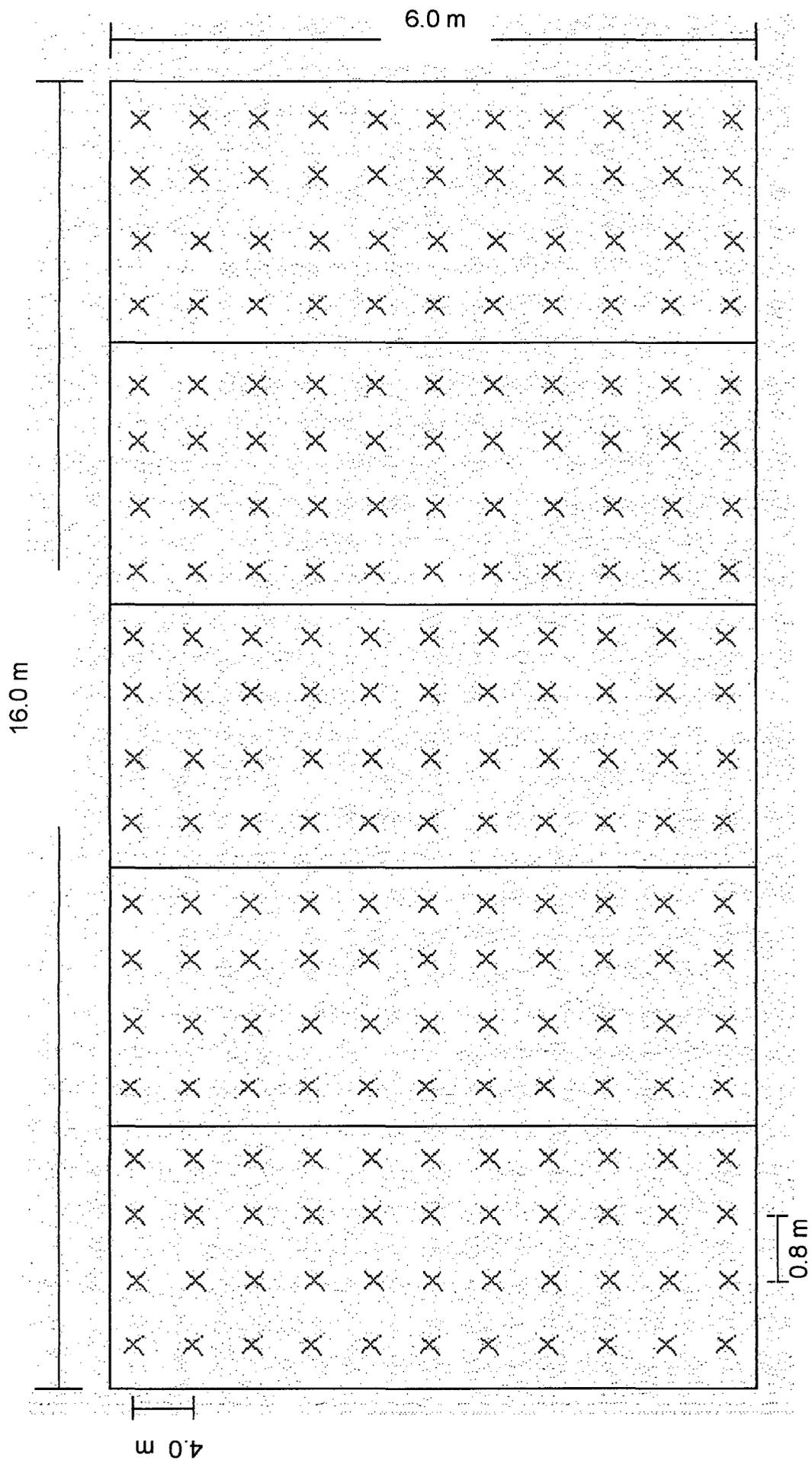


Figura 19. Detalle de parcela a<sub>2</sub>

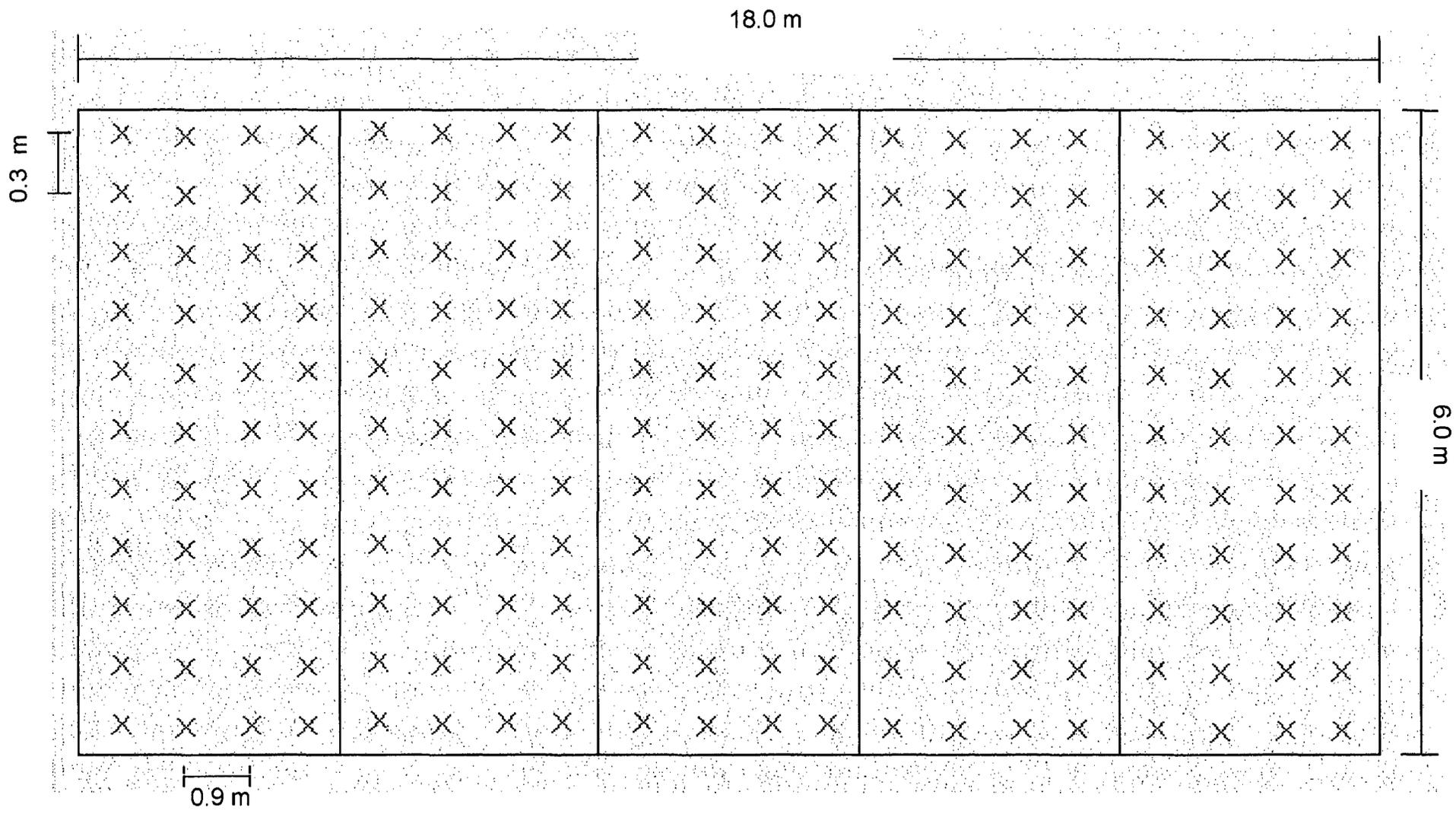


Figura 20. Detalle de parcela a<sub>3</sub>

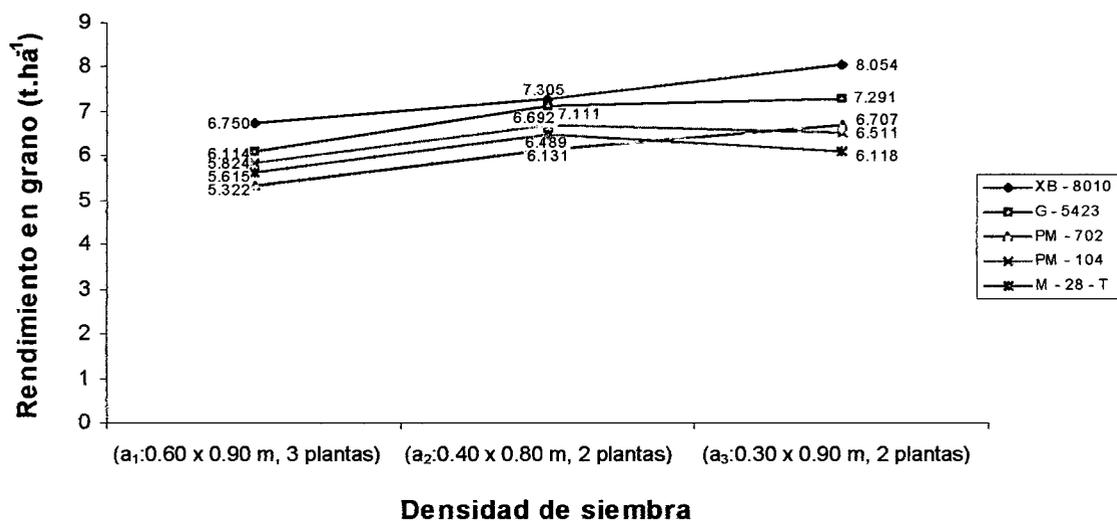


Figura 21. Rendimiento en grano de cinco cultivares de maíz, en tres densidades de siembra, Afilador 2002.

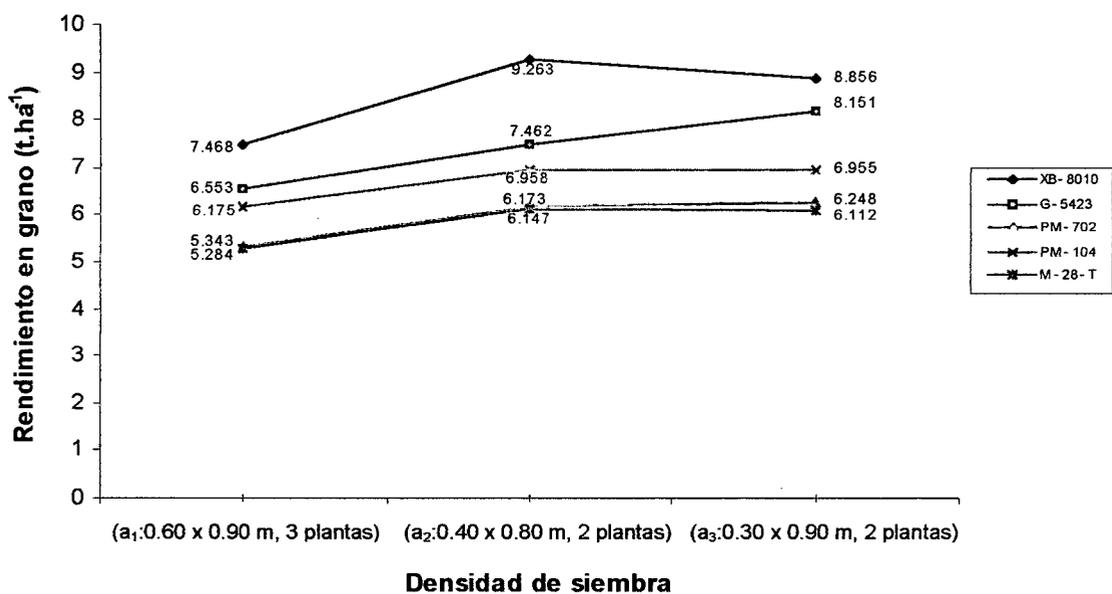
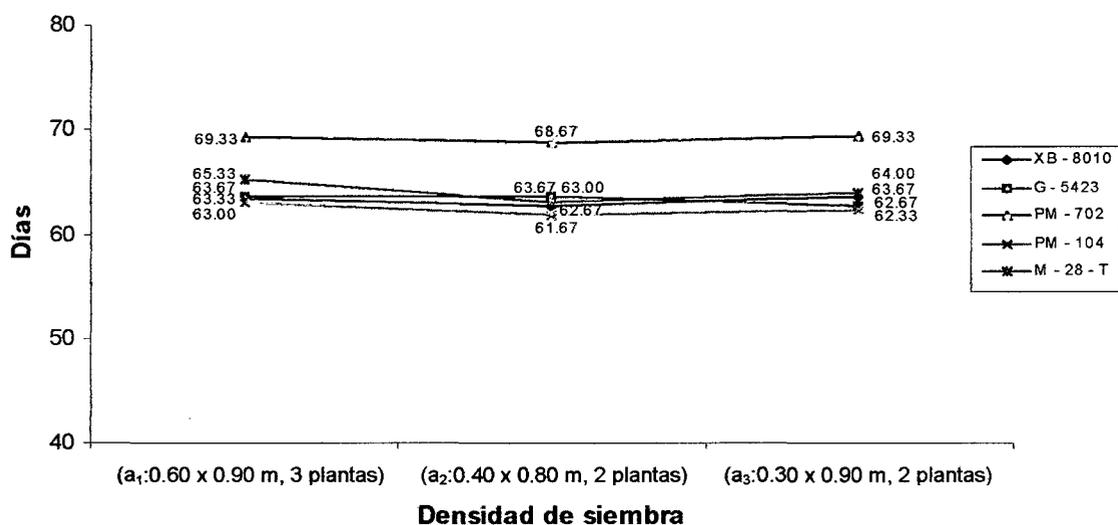
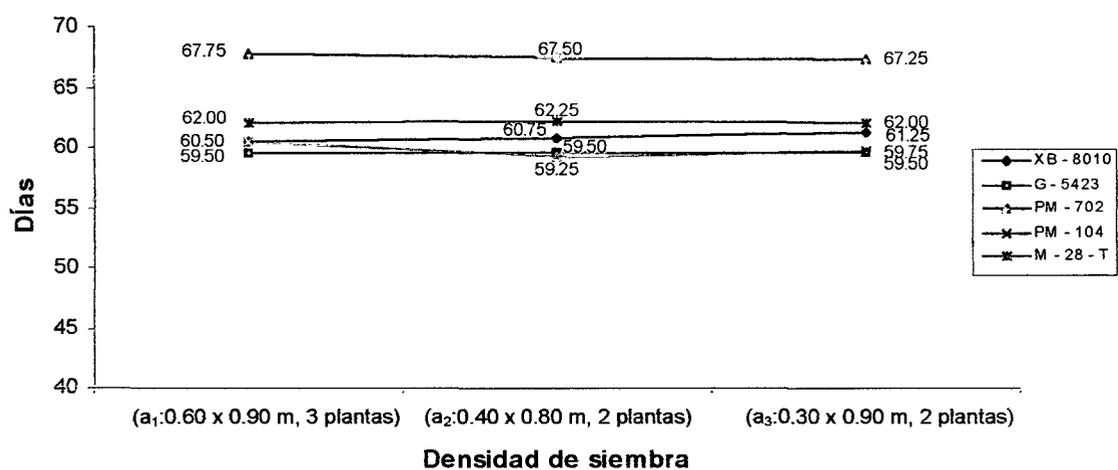


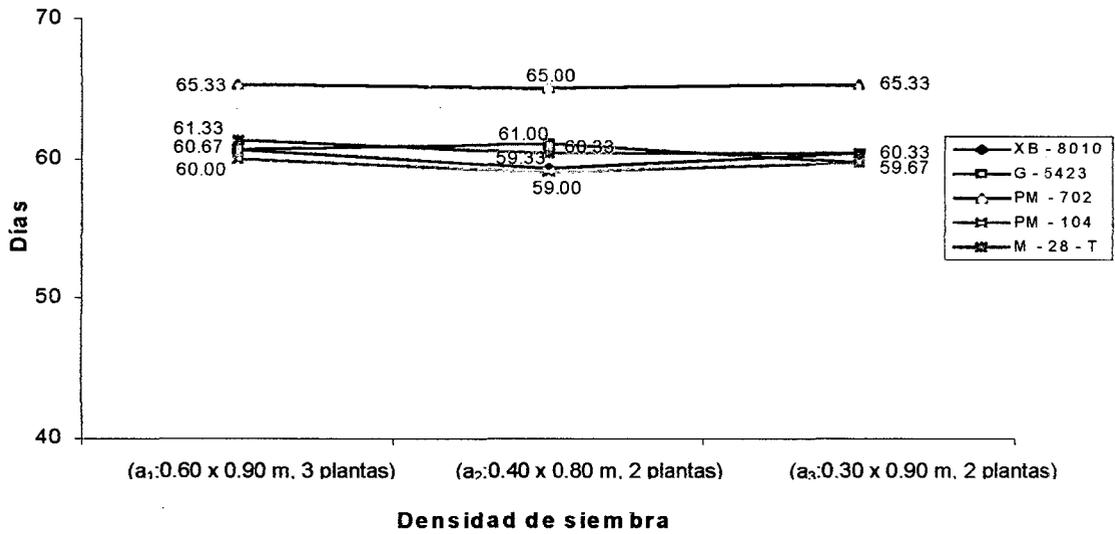
Figura 22. Rendimiento en grano de cinco cultivares de maíz, en tres densidades de siembra, Tulumayo 2002.



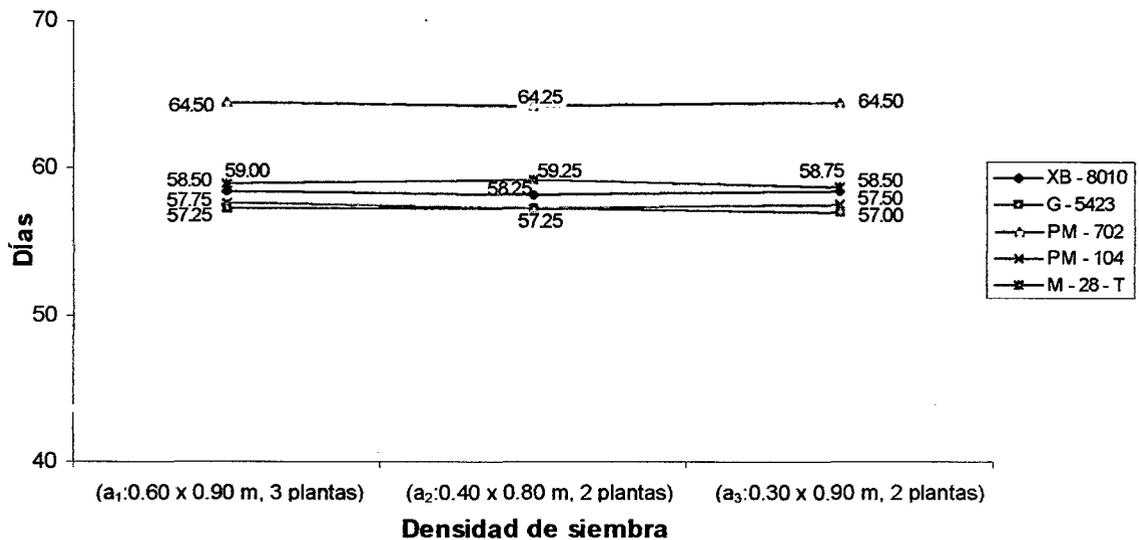
**Figura 23.** Días a floración femenina de cinco cultivares de maíz, en tres densidades de siembra, Afilador 2002.



**Figura 24.** Días a la floración femenina de cinco cultivares de maíz, en tres densidades de siembra, Tulumayo 2002.



**Figura 25.** Días a floración masculina de cinco cultivares de maíz, en tres densidades de siembra, Afilador 2002



**Figura 26.** Días a la floración masculina de cinco cultivares de maíz, en tres densidades de siembra, Tulumayo 2002.

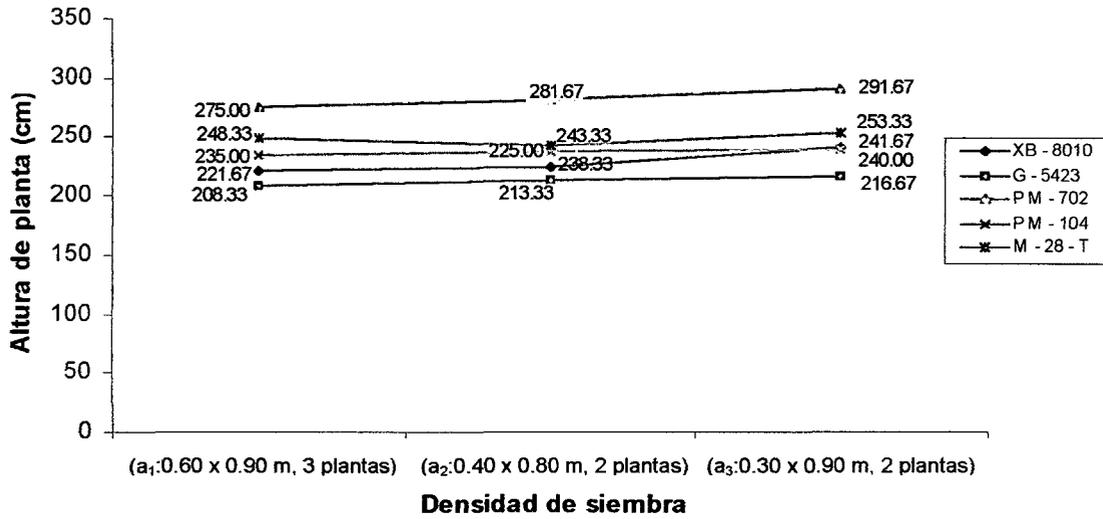


Figura 27. Altura de planta de cinco cultivares de maíz, en tres densidades de siembra, Afilador 2002.

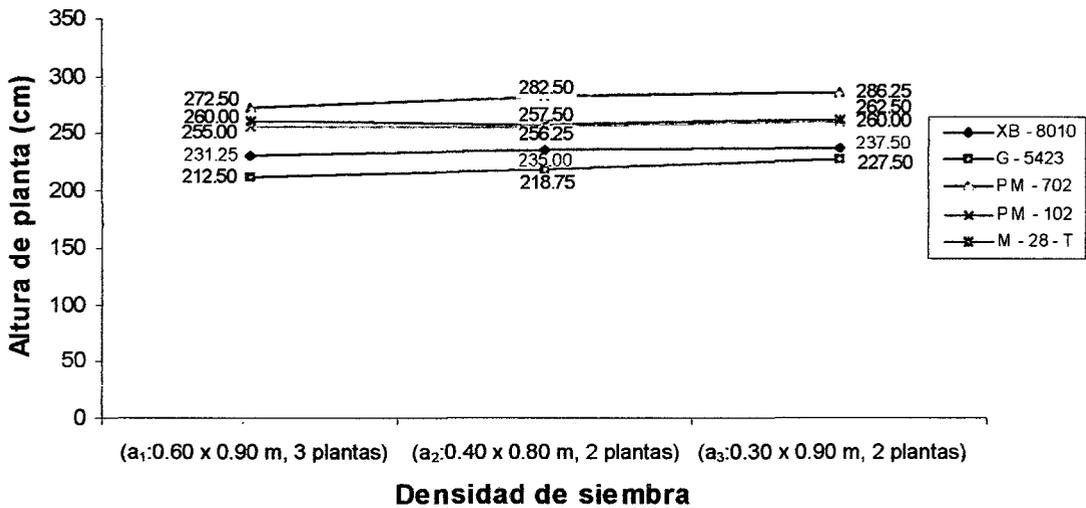


Figura 28. Altura de planta de cinco cultivares de maíz, en tres densidades de siembra, Tulumayo 2002.

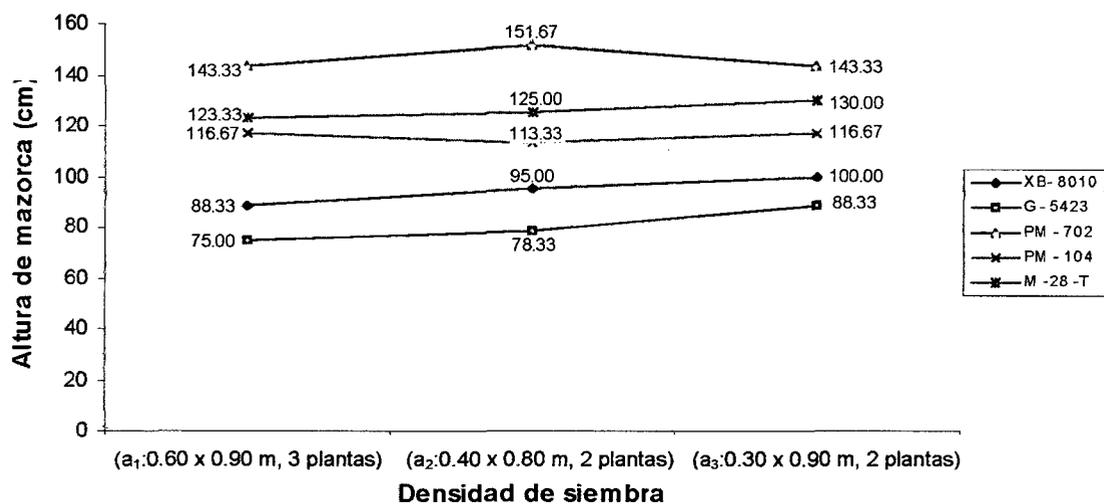


Figura 29. Altura de mazorca de cinco cultivares de maíz, en tres densidades de siembra, Afilador 2002.

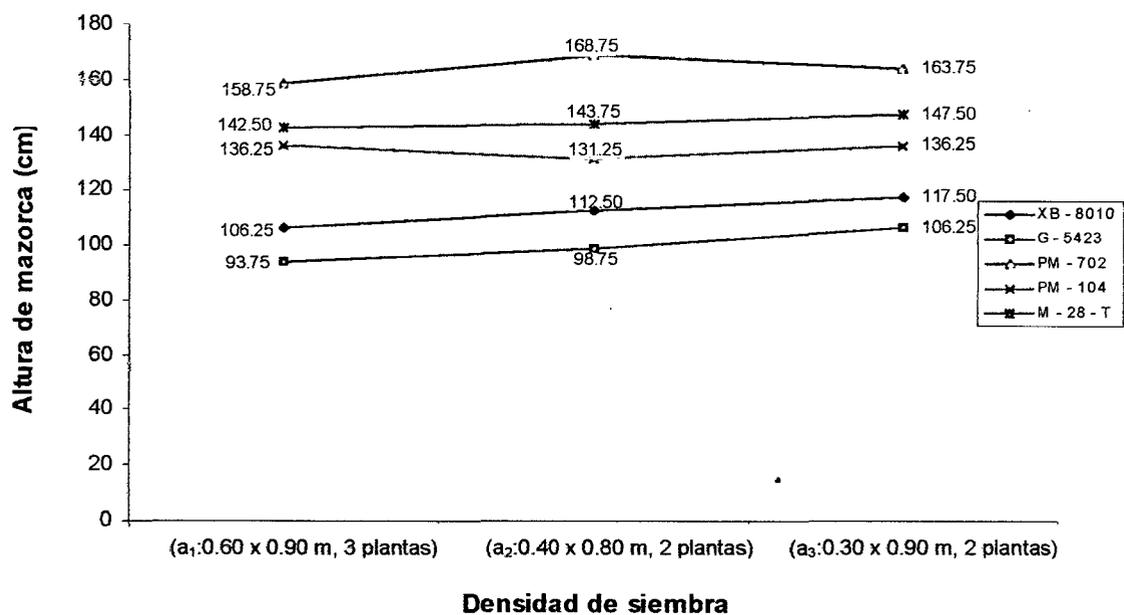


Figura 30. Altura de mazorca de cinco cultivares de maíz, en tres densidades de siembra, Tulumayo 2002.



**Figura 31.** Parcela experimental en la localidad de Afilador.



**Figura 32.** Parcela de maíz en Afilador luego de realizar el aporque.



**Figura 33.** Parcela experimental en la localidad de Tulumayo.



**Figura 34.** Parcela de maíz en Tulumayo luego de realizar el aporque.



**Figura 35.** Evaluación de altura de planta.

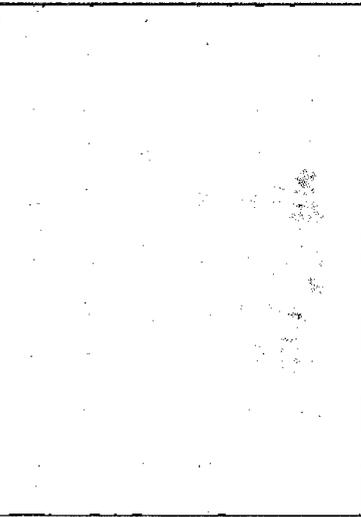


**Figura 36.** Vista de parcela experimental en la localidad de Tulumayo.

**PM-702**

**PM-104**

**XB-8010**



**M-28-T**

**FUNK  
G-5423**

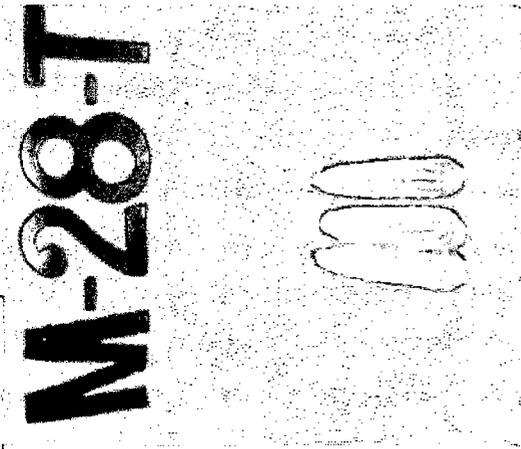


Figura 37. Diferencias entre mazorcas de los cultivares en estudio.



**Figura 38.** Cosecha de subparcelas en la localidad de Afilador.



**Figura 39.** Cosecha de subparcelas en la localidad de Tulumayo.



**Figura 40.** Acarreo de cosecha en la localidad de Tulumayo.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo Maria

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos  
Av. Universitaria s/n Telef. (064) 562341 Anexo 283 Fax (064) 561156 Apto. 156



## ANALISIS DE SUELOS

Procedencia:..... Tingo María - Afilador

Solicitante: Miguel Urquia Saavedra

Número de Muestra		CE	ANALISIS MECANICO				pH	CO <sub>3</sub> Ca	M.O.	N	P	K <sub>2</sub> O	CAMBIABLES me/100 g								
Laborat.	Campo	mmh/cm	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura							1:1	%	%	%	ppm	kg/ha	CIC	Ca	Mg
M56.02	M1		39.5	35.6	28.8	Franco	5.3	0.0	2.3	0.10	6.60	280						2.00	1.00	3.50	5.50

Observaciones : Muestras proporcionadas por el interesado

Fecha; Tingo María, 10 de agosto del 2002



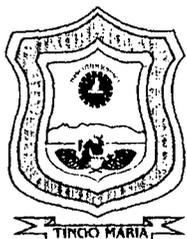
*[Signature]*  
Ing. M.Sc. José W. Zavala Solórzano.  
JEFE DE LABORATORIO

## METODOS ANALÍTICOS

01. Análisis Mecánico. Textura por el método del hidrógeno.
02. Conductividad eléctrica (C.E) lectura del extracto de saturación en la celda eléctrica.
03. pH método del potenciómetro, relación suelo agua 1:1.
04. Calcareo total: método gaso – volumétrico.
05. Materia orgánica: Método de Walkley y Black.
06. Nitrogeno total: % M.O. x 0.045
07. Fósforo disponible: Método de Olsen Modificado. Extracto  $\text{NaHCO}_3$  0.5M, pH 8.5
08. Potasio disponible: Método de ácido sulfúrico 6N
09. Capacidad de intercambio catiónico: Método de Acetato de Amonio 1N. pH 7.0 (suelos con pH > 5.5)

Ca : Absorción Atómica  
Mg : Absorción Atómica  
K : Absorción Atómica  
Na : Absorción Atómica

10. C.I.C. Efectiva: Desplazamiento con Kel KCl 1 N (Suelos en pH < 5.5)  
Aluminio mas Hidrógeno: Método de Yuan  
Calcio mas Magnesio: Método de E.D.T.A (Versenato)



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo Maria

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telef. (064) 562341 Anexo 283 Fax (064) 561156 Apto. 156



## ANALISIS DE SUELOS

Procedencia:..... Tingo María - Tulumayo

Solicitante: Miguel Urquia Saavedra

Número de Muestra		CE	ANALISIS MECANICO				pH	CO <sub>3</sub> Ca	M.O.	N	P	K <sub>2</sub> O	CAMBIABLES me/100 g								
Laborat.	Campo	mmh/cm	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura							1:1	%	%	%	ppm	kg/ha	CIC	Ca	Mg
M57.02	M2		15.5	49.6	34.8	Fo.Ar.Lo	5.1	0.0	2.6	0.10	9.80	324						1.80	0.90	3.60	5.40

Observaciones : Muestras proporcionadas por el interesado

Fecha; Tingo María, 10 de agosto del 2002



Ing<sup>o</sup>. M. Sr. José W. Zavala Solórzano.  
JEFE DE LABORATORIO

## METODOS ANALÍTICOS

01. Análisis Mecánico. Textura por el método del hidrógeno.
02. Conductividad eléctrica (C.E) lectura del extracto de saturación en la celda eléctrica.
03. pH método del potenciómetro, relación suelo agua 1:1.
04. Calcareo total: método gaso – volumétrico.
05. Materia orgánica: Método de Walkley y Black.
06. Nitrogeno total: % M.O. x 0.045
07. Fósforo disponible: Método de Olsen Modificado. Extracto  $\text{NaHCO}_3$  0.5M, pH 8.5
08. Potasio disponible: Método de ácido sulfúrico 6N
09. Capacidad de intercambio catiónico: Método de Acetato de Amonio 1N. pH 7.0 (suelos con pH > 5.5)

Ca : Absorción Atómica  
Mg : Absorción Atómica  
K : Absorción Atómica  
Na : Absorción Atómica

10. C.IC. Efectiva: Desplazamiento con Kel KCl 1 N (Suelos en pH < 5.5)  
Aluminio mas Hidrógeno: Método de Yuan  
Calcio mas Magnesio: Método de E.D.T.A (Versenato)

## VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar ensayos de rendimiento con los cultivares de maíz XB-8010 y G-5423, utilizando la densidad de 74 074 plantas.ha<sup>-1</sup> (0.30 x 0.90 m, 2 plantas), utilizando diversas dosis de fertilización.
2. Realizar ensayos en otra época de siembra y en otras localidades distintas utilizando los cultivares estudiados, con el fin de establecer el efecto de interacción.

## VIII. RESUMEN

El presente trabajo se realizó entre los meses de agosto y diciembre del 2002, en dos localidades: la primera en Afilador y la segunda en Tulumayo (Centro de Investigación y Producción Tulumayo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva); con la finalidad de determinar el comportamiento de los cultivares de maíz y el efecto de la densidad de siembra en el rendimiento en grano y en otros caracteres biométricos de la planta.

El material genético en estudio estuvo conformado por los siguientes cultivares comerciales de maíz: XB-8010, G-5423, PM-702, PM-104 y Marginal 28-T (Variedad local), los cuales se dispuso en un ensayo por localidad, utilizando el Diseño Parcelas Divididas en Bloques Completos al Azar. El análisis de variancia se realizó de acuerdo al diseño experimental utilizado, y para la comparación de los promedios se utilizó la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ).

La siembra se realizó en forma manual, estableciéndose a nivel de parcelas tres densidades de siembra ( $a_1$ : 0.60 x 0.90 m, 3 plantas.), ( $a_2$ : 0.40 x 0.80 m, 2 plantas) y ( $a_3$ : 0.30 x 0.90 m, 2 plantas), con 55 555; 62 500 y 74 074 plantas.ha<sup>-1</sup> respectivamente; a nivel de subparcelas se dispusieron los cinco cultivares de maíz.

Las características biométricas evaluadas fueron: rendimiento en grano, días a floración masculina y femenina, altura de planta y de mazorca, longitud y diámetro de mazorca, número de hileras/mazorca, número de granos/hilera, peso de 100 semillas.

## IX. BIBLIOGRAFIA

1. ALDRICH, S. R. y E. LENG. 1980. Producción mejorada de maíz. Editorial Hemisferio Sur. Argentina. 308 p.
2. ALLARD, R.W. 1975. Principios de mejora genética de las plantas. 2da. Edición. Editorial Omega. S.A. Barcelona- España. 277 p.
3. ARBIZU, J.C. 1974. Estudio comparativo de rendimiento de híbridos y variedades comerciales de maíz en el valle de Chancay zona baja. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima – Perú. 98 p.
4. ASTETE, F. 1990. Métodos de análisis de la interacción genotipo-ambiente. Tesis para obtener el grado de Magíster Scientiae. UNALM. Lima. 218 p.
5. CELIS, G. 1998. Tecnología de producción de maíz amarillo duro y transferencia tecnológica. Curso Proyecto Maíz. Ministerio de Agricultura. Tarapoto – Perú. 32 p.
6. COELHO y DALE R. F. 1980. An energy crop growth variable and temperatura function for predicting corn growth and development: Planting to silking. Agr. J. 72: 503 p.
7. CHAVEZ, A. J. L. 1995. Mejoramiento de plantas 2. Editorial Trillas. México. 143 p.
8. CHAVEZ, F. J. C. 2002. Comportamiento de cinco híbridos y una variedad de maíz (*Zea mays* L.) bajo un sistema de labranza mínima en Tulumayo. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva Tingo María – Perú. 86 p.

## VI. CONCLUSIONES

En base a los resultados y discusiones del estudio se concluye:

1. En promedio de los cultivares de maíz evaluados, sólo se encontró diferencias en el efecto de las densidades de siembra, para el carácter rendimiento en grano, en ambas localidades.
2. En Afilador y Tulumayo, la densidad de siembra de 74 074 plantas.ha<sup>-1</sup> (0.30 x 0.90 m, 2 plantas) y 62 500 plantas.ha<sup>-1</sup> (0.40 x 0.80 m, 2 plantas), influyeron favorablemente en el rendimiento en grano en promedio de los cultivares de maíz evaluados.
3. Para todas las características en estudio en ambas localidades, se encontró diferencias estadísticas altamente significativas entre los cultivares de maíz en promedio de las densidades de siembra. Sin embargo no se pudo probar estadísticamente el efecto de interacción entre densidades de siembra con cultivares de maíz.
4. En ambas localidades (Afilador y Tulumayo) en promedio de las densidades de siembra el cultivar de maíz que destacó en el rendimiento en grano; fue el XB-8010, con rendimientos de 7.370 y 8.529 t.ha<sup>-1</sup> respectivamente, superando a la variedad local de maíz Marginal 28-T (6.074 y 5.921 t.ha<sup>-1</sup>).
5. Los cultivares de maíz precoces, con menor altura de planta y mazorca para ambas localidades en promedio de las densidades de siembra resultó ser el XB-8010 y el G-5423; el cultivar tardío y de mayor altura fue el PM-702.