



**UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**T E S I S**

**EVALUACIÓN DEL POTENCIAL PRODUCTIVO DE DIEZ  
CULTIVARES DE MAÍZ AMARILLO DURO (*Zea mays* L.) EN  
CONDICIONES DE SANTA ANA, LA CONVENCIÓN –  
CUSCO**

**PRESENTADO POR:**

**BACHILLER RUTHER QUISPE FARFÁN**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**MOQUEGUA - PERÚ.**

**2017**

## ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
INTRODUCCIÓN .....	iv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT .....	xvi
<b>I. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....</b>	<b>1</b>
1.1. Descripción del problema.....	1
1.2. Antecedentes y diagnóstico de la situación actual del valle de la Convención, región Cusco. ....	2
1.3. Problemática de la investigación.....	7
1.4. Formulación del problema .....	8
1.5. Justificación.....	8
1.6. Alcances y limitaciones.....	9
1.7. Objetivos .....	10
1.7.1. Objetivo general. ....	10
1.7.2. Objetivos específicos.....	10

1.8.	Hipótesis. ....	11
1.8.1.	Hipótesis nula .....	11
1.8.2.	Hipótesis alternativa .....	11
1.9.	VARIABLES .....	11
1.9.1.	Identificación de variables .....	11
1.10.	Clasificación de las variables .....	12
1.11.	Diseño experimental.....	16
1.11.1.	Bloques completos al azar (DBCA).....	16
1.12.	Población y muestra .....	16
1.12.1.	Población.....	16
1.12.2.	Muestra.....	17
1.13.	Análisis de datos.....	17
1.14.	Selección de pruebas estadísticas.....	18
<b>II.</b>	<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>19</b>
2.1.	Consideraciones botánicas .....	19
2.1.1.	Centro de origen.....	19
2.1.2.	Heterosis o vigor híbrido.....	20
2.1.3.	Importancia del maíz híbrido .....	22
2.1.4.	Variabilidad genética.....	27
2.1.5.	Obtención de maíces híbridos .....	30
2.1.6.	Taxonomía y clasificación.....	34
2.1.7.	Descripción morfológica del maíz .....	35
2.1.8.	Descripción botánica del cultivo .....	35

2.1.9. Factores de producción.....	40
2.1.10. Diversidad genética .....	41
2.1.11. Plagas.....	42
2.1.12. Factores climáticos .....	42
2.1.13. Elección y preparación del terreno .....	43
2.1.14. Características de importancia económica: el rendimiento .....	44
2.1.15. Componentes del rendimiento de maíz .....	47
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>51</b>
3.1. Materiales. ....	51
3.1.1. Ubicación geográfica del campo Experimental.....	51
3.1.2. Condiciones del Campo experimental.....	51
3.1.3. Material genético experimental .....	52
3.1.4. Materiales y equipos utilizados .....	52
3.2. Métodos. ....	54
3.2.1. Diseño experimental.....	54
3.2.2. Características de la parcela experimental. ....	54
3.2.3. Historial de la parcela experimental.....	55
3.2.4. Análisis de caracterización del suelo.....	55
3.2.5. Interpretación de análisis de caracterización del suelo. ....	56
3.2.6. Datos meteorológicos.....	56
3.2.7. Conducción del experimento.....	57
3.2.8. Variables y características evaluadas. ....	63
3.2.9. Procesamiento de datos.....	67

<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>68</b>
4.1. Altura de planta (cm).....	68
4.2. Altura de mazorca (cm).....	72
4.3. Floración masculina (dds).....	75
4.4. Floración femenina (dds).....	78
4.5. Aspecto de planta (cualidad).....	80
4.6. Acame de raíz (%).....	82
4.7. Acame de tallo (%).....	83
4.8. Número de plantas cosechadas (und).....	84
4.9. Número de mazorcas cosechadas (und).....	87
4.10. Prolificidad (und).....	88
4.11. Calidad de las mazorcas (escala 1 a 5).....	90
4.12. Textura de grano (escala 1 a 4).....	92
4.13. Número de hileras por mazorca (hileras).....	93
4.14. Mazorcas sanas (%).....	96
4.15. Mazorcas enfermas (%).....	97
4.16. Incidencia de insectos plaga (%).....	98
4.17. Número de días a madurez de cosecha (dds).....	99
4.18. Índice de desgrane (%).....	100
4.19. Rendimiento de grano (t/ha).....	102
4.20. Análisis bromatológico (%).....	105
4.21. Peso hectolítrico (kg/Hl).....	107
4.22. Análisis de rentabilidad (S/.).....	107

<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	109
<b>VI.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	113

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Esquema de análisis de varianza.....	18
Tabla 2. Híbridos y variedades de maíz amarillo duro evaluados. ....	52
Tabla 3. Distribución de los tratamientos en la parcela experimental .....	54
Tabla 4. Interpretación del análisis de suelo .....	56
Tabla 5. Datos meteorológicos.....	57
Tabla 6. Análisis de varianza para altura de planta (cm). ....	68
Tabla 7. Prueba de tukey (5 %) para altura de planta por tratamientos. ....	69
Tabla 8. Prueba de tukey (5 %) para altura de planta por bloques .....	70
Tabla 9. Análisis de varianza para altura de mazorca (cm) .....	72
Tabla 10: Prueba de tukey (5 %) para altura de mazorca por tratamiento.....	73
Tabla 11. Prueba de tukey (5 %) para altura de mazorca por bloque. ....	74
Tabla 12. Análisis de varianza para floración masculina (dds). ....	75
Tabla 13. Prueba de tukey (5 %) para floración masculina por tratamiento.....	76
Tabla 14. Prueba de tukey (5 %) para floración masculina por bloque. ....	77
Tabla 15. Análisis de varianza para floración femenina (dds).....	78
Tabla 16. Prueba de tukey (5 %) para floración femenina por tratamiento. ....	79
Tabla 17. Aspecto de planta de diez cultivares de maíz amarillo duro.....	81
Tabla 18. Promedio número y porcentaje de plantas con acame de raíz (%) .....	82
Tabla 19. Promedio número y porcentaje de plantas con acame de tallo (%). ....	83
Tabla 20. Análisis de varianza para número de plantas cosechadas (und) .....	84
Tabla 21. Pruebas de tukey (5 %) para número de plantas cosechadas por tratamiento.....	85

Tabla 22. Análisis de varianza para número de mazorcas cosechadas (und).....	87
Tabla 23. Cuadro ordenado de número de mazorcas cosechadas .....	87
Tabla 24. Análisis de varianza para índice de prolificidad (und) .....	88
Tabla 25. Prueba de tukey (5%) para índice de prolificidad por tratamiento .....	89
Tabla 26. Calidad de las mazorcas (escala 1 a 5).....	91
Tabla 27. Textura de grano (escala 1 a 4). .....	92
Tabla 28. Análisis de varianza para número de hileras por mazorca (hileras) .....	93
Tabla 29. Prueba de tukey (5%) para número de hileras por mazorca por tratamiento .....	94
Tabla 30. Número y porcentaje de mazorcas sanas (%) .....	96
Tabla 31. Número y porcentaje de mazorcas enfermas (%) .....	97
Tabla 32. Incidencia del gusano cogollero (%).....	98
Tabla 33. Número de días a madurez de cosecha (dds) .....	99
Tabla 34. Análisis de varianza para índice de desgrane (%).....	100
Tabla 35. Pruebas de tukey (5%) para índice de desgrane por tratamiento .....	101
Tabla 36. Análisis de varianza para rendimiento de grano (t/ha) .....	102
Tabla 37: Prueba de tukey (5%) para rendimiento de grano (t/ha) por tratamiento .....	103
Tabla 38. Prueba de tukey (5%) para rendimiento de grano (t/ha) por bloques. ....	105
Tabla 39. Análisis bromatológico. ....	106
Tabla 40. Peso hectolítrico (kg/Hl). ....	107



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Altura de planta (cm). .....	70
Gráfico 2. Altura de planta (cm.) promedio por bloque.....	72
Gráfico 3. Altura de mazorca (cm) .....	74
Gráfico 4. Días a floración masculina (dds).....	77
Gráfico 5. Días a la floración femenina (dds).....	80
Gráfico 6. Número de plantas cosechadas (und).....	86
Gráfico 7. Prolificidad (und).....	90
Gráfico 8. Número de hileras por mazorca (hileras).....	95
Gráfico 9. Rendimiento de grano (t/ha). .....	104

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el maíz es uno de los tres cereales más importantes, según la FAO (2012) el año 2010 ocupó el primer lugar a nivel mundial, seguido del arroz y trigo. Se ha originado en la zona tropical americana, sin embargo, por su amplia adaptabilidad en la actualidad es posible cultivarlo en casi todas las latitudes del mundo, desde el nivel del mar hasta los 3800 msnm.

En el Perú, es uno de los cultivos de mayor importancia, por su uso como materia prima en la elaboración de alimentos balanceados para aves y cerdos y por su importancia socioeconómica. Según el Ministerio de Agricultura (2010) la cadena de maíz amarillo duro avícola y porcícola es generadora de más de 180 000 puestos de trabajo permanente en los sectores de agricultura, fabricación de alimento balanceado, crianza y comercialización de pollos y cerdos.

El maíz amarillo duro es un insumo imprescindible en la formulación de alimento balanceado avícola, siendo su participación en el PBI agropecuario del año 2010 en 2,6 % (MINAGRI, 2011), lo cual indica su importancia en la economía de los productores, industriales y en la población en general, ya que el pollo es consumido masivamente por su precio accesible a la población y su importante aporte de proteínas en su alimentación.

Una forma de disminuir la importación de grano, es incrementar la superficie sembrada y/o la productividad del cultivo, esto será factible si se realiza

mayor investigación en mejoramiento de maíces duros para la obtención de híbridos con alto rendimiento, los cuales deberán ser probados bajo diferentes condiciones ambientales, fechas de siembra, densidades, etc., para luego seleccionar los mejores y explotarlos comercialmente. Así mismo, se debe incrementar la eficiencia del productor en el manejo integral del cultivo para que pueda obtener mayores rendimientos con menores costos unitarios por hectárea, lo cual se puede lograr fortaleciendo los conocimientos de los productores.

Cada cierto tiempo empresas privadas generan nuevos híbridos, con altos rendimientos y mejor adaptabilidad a diversas condiciones climáticas, sin embargo, dicha alternativa no será viable si no se tecnifica en forma integral el cultivo, con mayor razón si se trata de maíces híbridos en los que la mayor capacidad productiva obtenida por medios genéticos, se manifiesta plenamente cuando las condiciones de suelo y manejo agronómico son óptimas.

Por lo indicado, es importante realizar trabajos de adaptación e identificación de híbridos y variedades de maíz amarillo duro con alto potencial productivo de grano bajo diferentes condiciones edafoclimáticas como es el caso de la provincia de La Convención, donde la productividad actual es de solo 1,495 t/ha.

## RESUMEN

Considerando que, en la provincia La Convención la superficie cosechada de maíz el año 2013 fue de 1349 ha con producción de 2016,50 t de grano y rendimiento de solo 1,495 t/ha de grano, en el presente trabajo se ha planteado el objetivo de evaluar el potencial productivo de diez cultivares de maíz amarillo duro siendo el testigo local la variedad Marginal 28 Tropical. La fase de campo se inició el 12 de junio y concluyó el 30 de noviembre del 2015, en condiciones de Santa Ana, (fundo Potrero), La Convención, Cusco. El diseño experimental fue de Bloques Completos al Azar (DBCA); en campo se evaluaron diversas variables agronómicas y productivas. Resultados: Los diez cultivares de maíz expresaron alto potencial productivo entre 10,660 y 7,722 t/ha, superiores al promedio obtenido en Santa Ana (1,417 t/ha), en La Convención (1,430 t/ha), la región Cusco (1,647 t/ha) y la región selva de 2,569 t/ha. El híbrido PAC-860 con 10,660 t/ha fue superior en productividad a la variedad testigo Marginal 28T con 7,722 t/ha. Desde el punto de vista productivo con un adecuado manejo agronómico constituirían alternativas viables para los productores de maíz del distrito de Santa Ana. Entre los híbridos destacan PAC-860, DK-7088, DK-399, PAC-105, ZAS y DK-1596 y entre las variedades INIA 617 – Chuska. De los diez tratamientos, nueve presentan granos con buena calidad industrial, mejores que los granos del testigo Marginal 28T. En la época seca la incidencia de enfermedades foliares fueron mínimas, el ataque de pudrición de mazorca fluctuó entre 0,52 y 5,43 %. En forma participativa se identificaron los híbridos DK-7088, PAC- 860 y DK-399.

Palabra clave: Evaluación; rendimiento; cultivares; maíz amarillo duro

## ABSTRACT

Whereas, in the province Convention harvested maize area in 2013 was 1,349 ha with production of 2016, 50 t of grain yield of only 1,495 t/ha of grain, has been in this work set the goal to evaluate the productive potential ten cultivars of yellow corn being the local variety witness Marginal 28 Tropical. The field phase began on June 12 and ended on 30 November 2015, under Santa Ana, (founded Potrero), the Convention, Cusco. The experimental design was a randomized complete blocks (DBCA); in the field various agronomic and productive variables were evaluated. The ten maize cultivars expressed high productive potential between 10,660 and 7,722 t/ha, higher than the average obtained in Santa Ana (1,417 t/ha), the Convention (1,430 t/ha), the region Cusco (1,647 t/ha) and the jungle region of 2,569 t/ha. The PAC- 860 hybrid with 10,660 t/ha productivity was higher to the control variety Marginal 28T with 7,722 t/ha. From the point of view of production with appropriate agronomic management constitute viable alternatives to corn growers in the district of Santa Ana. Among the hybrids stand PAC- 860, DK- 7088, DK -399, PAC- 105, ZAS and DK- 1596 and between varieties INIA 617 - Chuska. Of the ten treatments nine have good quality industrial grains, beans better than the control variety Marginal 28T. In the dry season the incidence of foliar diseases in cultivars were minimal, the attack of ear rot fluctuated between 0, 52 and 5, 43 %. In participatory form DK - 7088, DK- PAC 860 and 399 hybrids were identified.

Key words: Evaluation; yield; cultivars; hard yellow corn

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

#### **1.1. Descripción del problema**

En la provincia de La Convención debido a la implementación continua de granjas avícolas, de cerdos y otras crianzas en forma tecnificada y tradicional existe demanda creciente de maíz amarillo duro que es el insumo básico para la elaboración de los alimentos balanceados, sin embargo; la producción regional de este grano no abastece la demanda local debido al bajo rendimiento de grano promedio de 1,495 t/ha según (DRAC- AA La Convención, 2013), principalmente se debe a que más del 90 % de la producción es con la variedad Marginal 28 Tropical liberada por el INIA en 1984, de la cual los agricultores utilizan grano como semilla de sus propias cosechas genéticamente contaminadas con otros cultivares, y por el uso de variedades nativas tardías poco rendidoras como Laurel de la raza Chuncho y otras. Lo cual demuestra en los productores no disponen de nuevos cultivares de maíz amarillo duro con mejores características. Así mismo la producción solo se obtiene en una sola campaña agrícola (en época de lluvias).

## **1.2. Antecedentes y diagnóstico de la situación actual del valle de la Convención, región Cusco**

La Convención es una de las trece provincias que conforman el Departamento de Cusco, bajo la administración del Gobierno regional del Cusco. Geográficamente ubicada entre los 12°51'48" S y 72°41'35" O, y altitud alrededor de 1047 msnm con clima tropical; limita al norte con el Departamento de Junín y el Departamento de Ucayali; al este con el Departamento de Madre de Dios; al sur con las provincias de Calca, Urubamba y Anta y al oeste con el Departamento de Ayacucho y la Región Apurímac.

Comprenden 10 distritos con población total de 166833 habitantes, presenta relieve accidentado de 30061,82 km<sup>2</sup> de los cuales el 80 % es agrícola y el 20 % urbano. La agricultura es diversificada, el cultivo más importante es el café, y entre las crianzas son las aves de corral, con crecimiento de la industria avícola que demanda de grano de maíz amarillo duro como insumo básico para la elaboración de alimentos balanceados, que actualmente es importado del país vecino Bolivia.

En el Perú, por la creciente demanda principalmente de carne de aves, en el 2013 hubo demanda de 3'369,514 toneladas de grano de maíz amarillo duro, se ha producido el 41 % equivalente a 1'363, 823 toneladas y se ha importado 2'005,691 toneladas (60 %); los rendimientos de grano se han incrementado de manera notable durante los últimos años, en el 2013 el promedio nacional fue de

4,65 t/ha, en la costa con tecnología media a alta de 7,441 t/ha, sin embargo, el promedio de la región selva que incluye la ceja de selva, en la que se produce con tecnología baja o tradicional fue de 2,569 t/ha, considerado bajo comparado con la costa, promedio que puede ser incrementado mediante el uso de tecnología apropiada que incluya el uso de cultivares con alta productividad y grano con buena calidad industrial.

De acuerdo a información estadística del MINAGRI – SIEA, (2013), en los últimos años el maíz amarillo duro se ha incrementado en la producción nacional como sigue: 1'260,123 toneladas (2011), 1'392,972 (2012), y 1'363,823 toneladas (2013).

En el 2013, la región costa con 125268 ha representó el 42,71 % de la superficie nacional cosechada de maíz amarillo duro y con 932088 toneladas de grano el 68,34 % de la producción nacional de este tipo de maíz.

La costa norte con 71362 ha de maíz representa el 24,33 % de la superficie nacional cosechada y con 488024 toneladas de grano el 35,78 % de la producción nacional de maíz amarillo duro, destacan la región La Libertad con 32534 ha cosechadas que representa el 11,09 % y con 290931 toneladas el 21,33 %, con rendimiento de 8,94 t/ha; le siguen Piura con 18961 ha el 6,46 % y 76848 toneladas el 5,63 % con 4,05 t/ha, la región Lambayeque con 18,689 ha de maíz representa el 6,37 % de la superficie nacional cosechada y con 116662 toneladas



de grano el 8,55 % de la producción nacional de maíz amarillo duro con rendimiento de 6,24 t/ha.

La costa central con 53077 ha de maíz representa el 18,10 % de la superficie nacional cosechada y con 437460 toneladas de grano el 32,08 % de la producción nacional de maíz amarillo duro, destaca la región Lima con 25317 ha cosechadas el 8,63 % y con 241432 toneladas el 17,70 %, con rendimiento de 9,54 t/ha; le siguen Ancash con 14790 ha el 5,04 % y 76297 toneladas el 5,59 % con 5,16 t/ha, la región Ica con 12970 ha de maíz representa el 4,42 % de la superficie nacional cosechada y con 119731 toneladas de grano el 8,78 % de la producción nacional de maíz amarillo duro con rendimiento de 9,23 t/ha.

La costa sur con solo 829 ha de maíz representa el 0,28 % de la superficie nacional cosechada y con 6604 toneladas de grano el 0,48 % de la producción nacional de maíz amarillo duro con rendimiento de 7,97 t/ha.

La región selva con 168033 ha representa el 57,29 % de la superficie nacional cosechada con maíz amarillo duro y con 431735 toneladas de grano el 31,66 % de la producción nacional de este tipo de maíz.

La selva baja con 50816 ha de maíz representa el 17,33 % de la superficie nacional cosechada y con 143040 toneladas de grano el 10,49 % de la producción nacional de maíz amarillo duro. Destaca la región Loreto con 35891 ha cosechadas el 12,24 % y con 109207 toneladas el 8,01 %, con rendimiento de 3,04

t/ha; le sigue Ucayali con 9528 ha el 3,25 % y con 21042 toneladas el 1,54 % con 2,21 t/ha. La región Madre de Dios con 5397 ha de maíz representa el 1,84 % de la superficie nacional cosechada y con 12791 toneladas de grano el 0,38 % de la producción nacional de maíz amarillo duro con rendimiento de 2370 t/ha.

La selva alta con 117217 ha de maíz representa el 39,96 % de la superficie nacional sembrada y con 288695 t de grano el 21,17 % de la producción nacional de maíz amarillo duro. La región San Martín con 55502 ha cosechadas el 18,92 % y con 120593 toneladas el 8,84 %, con rendimiento de 2173 t/ha; le sigue Cajamarca con 21,090 ha el 7,19 % y 67,249 toneladas el 4,93 % con 3,19 t/ha. La región Cusco con 3,768 ha de maíz representa el 1,28 % de la superficie nacional cosechada y con 6,207 toneladas de grano el 0,46 % de la producción nacional de maíz amarillo duro con rendimiento de 1,65 t/ha.

Según la DRA Cusco (2013) en la región Cusco, en la provincia de Anta de 130 ha se cosecharon 260 toneladas con rendimiento de 2 t/ha; en la provincia de Calca en 629 ha se ha producido 582 toneladas con rendimiento de 2,19 t/ha; en la provincia de Paucartambo de 50 ha se cosecharon 75 toneladas con productividad de 1,5 t/ha; en la provincia de Quispicanchi en 248 ha se ha producido 606,4 toneladas con rendimiento de 2,45 t/ha; y en la provincia de La Convención se sembraron 1,763 ha, se cosecharon 1,349 ha con producción de 2 016,5 toneladas, con productividad promedio de 1,5 t/ha, por lo cual es importante incrementar la superficie sembrada y la productividad de maíz en esta región.

Específicamente es la provincia de La Convención en la campaña agrícola 2013 en el distrito de Echarati se cosecharon 1345 ha con rendimiento de 1,5 t/ha de maíz amarillo duro; en el distrito de Quellouno se cosecharon 430 ha con rendimiento de 1,50 t/ha; y en el distrito de Santa Ana se cosecharon 45 ha con productividad de 1,25 t/ha. No se especifica las variedades o híbridos producidos (DRAC- AA La Convención, 2013).

En el Perú el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), organismo adscrito al Ministerio de Agricultura y Riego, para la costa ha desarrollado los híbridos INIA 605, INIA 609 – Naylamp, INIA 611 – Nutrí Perú e INIA 619 – Megahíbrido con productividad superior a 10 t/ha (MINAGRI, 2012).

En el comparativo de cultivares de maíz duro en el Distrito de Huayopata – La Convención, los rendimientos en la época de lluvias fluctuaron de 12,07 t/ha (T-1 = DK-5005) a 7,12 t/ha (T-10 = INIA 611 - Nutrí Perú) y de 8,16 t/ha (T-15 = Marginal 28 - T) a 6,22 t/ha (T-5 = AG-5572) en la época de secas, y en lo referente a ciclo vegetativo del cultivo, la fenología en promedio de los híbridos evaluados en la temporada de secas fue de 123,83 días, el híbrido que presentó menor número de días (118 días) fue XB 8010 y el de mayor número de días (130 días) fue INIA 609 – Naylamp. Y en la época de lluvias la fenología en promedio fue 158,33 días, el híbrido con menor número de días (145 días) fue INIA 605 y el de mayor número de días (171 días) fue AG 5572 (Zamora, 2011).

Como resultado del comportamiento de 72 híbridos bajo las condiciones agroclimáticas del CAT- Sahuayaco (La Convención), los híbridos dobles 589\*575 y 606\*596 presentaron rendimientos de 8,5 t/ha; el híbrido testigo (PM-702) y el híbrido experimental 589\*684 con rendimientos de 11,041,70 y 10,310,90 kg/ha respectivamente (Huamán, 2008).

### **1.3. Problemática de la investigación**

El valle de La Convención presenta zonas con condiciones edafoclimáticas apropiadas para la producción de maíz amarillo duro, sin embargo, de acuerdo a la información estadística antes mencionada, la superficie cosechada de maíz el año 2013 solo fue de 1349 ha con producción de solo 2016,5 toneladas de grano y rendimiento bajo de 1,495 t/ha de grano, basada mayormente en la variedad Marginal 28 Tropical bastante antigua, deteriorada y contaminada genéticamente, siembra con grano como “semilla” proveniente de pocas mazorcas de su propia cosecha, los productores no compran semilla certificada para renovar la que tienen; producción con tecnología tradicional.

En el mercado nacional existen nuevas variedades e híbridos con alto potencial productivo, sin embargo, son pocos los trabajos de investigación referidos a la evaluación de la adaptación de nuevos cultivares que se ha realizado en este valle, razón por la cual se plantea la evaluación del potencial productivo de diez cultivares de maíz amarillo frente a la variedad Marginal 28 Tropical

(Testigo) con la finalidad de identificar los que expresen rendimientos superiores a 5 t/ha de grano y que presenten buena calidad de grano y mazorca.

#### **1.4. Formulación del problema**

¿Cuál será la evaluación del potencial productivo de diez cultivares de maíz amarillo duro en condiciones de Santa Ana, La Convención – Cusco?

#### **1.5. Justificación**

La investigación pretende resolver las principales deficiencias del proceso productivo mediante la identificación y posterior utilización de nuevos cultivares de maíz amarillo duro con mejores características agronómicas y productivas que las utilizadas por los productores, y con buenas características para la industria avícola, con aplicación de tecnología de manejo agronómico adecuado a las condiciones ambientales de la provincia, que permitan incrementar el rendimiento promedio y elevar los volúmenes de producción de maíz en La Convención y la región Cusco, así como generar ingresos económicos a los productores.

La investigación aportará alternativas de solución al problema de bajo rendimiento y demanda insatisfecha de maíz en la provincia de La Convención, que conllevará al abastecimiento de maíz en la cadena agroalimentaria, que se inicia con la producción de maíz y culmina en el consumidor de carne de aves.

En el mercado nacional existen nuevas variedades e híbridos con alto potencial productivo sobre los cuales en la región se han realizado pocos trabajos de investigación con algunos cultivares para evaluar su adaptación y potencial de rendimiento bajo las condiciones ambientales de La Convención, por lo que la ejecución de un trabajo de investigación para evaluar el potencial productivo de diez cultivares de maíz amarillo duro se considera como una alternativa para contribuir a solucionar el problema formulado, posteriormente al incremento de la productividad y producción de este tipo de maíz en la región y a la seguridad alimentaria e ingresos económicos a los productores.

Esta investigación servirá de base para futuras investigaciones, y en el aspecto personal es una oportunidad y experiencia para la aplicación de los conocimientos aprendidos e instrumentos en el campo laboral.

#### **1.6. Alcances y limitaciones**

El trabajo de investigación permitirá conocer la expresión de 10 cultivares de maíz amarillo duro bajo las condiciones ambientales de La Convención, referido a las características fenotípicas de las plantas y otras que serán evaluadas en cada uno de ellos.

Por la limitada disponibilidad de semilla, el presente trabajo se ejecutó en un solo lugar, y los resultados solo permitirán mostrar el potencial productivo del

material experimental evaluado, que constituirán información referencial para los productores de la provincia de la convención.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo general**

Evaluar el potencial productivo de diez cultivares de maíz amarillo duro en condiciones de Santa Ana, La Convención – Cusco.

### **1.7.2. Objetivos específicos**

Identificar cultivares de maíz amarillo duro con rendimiento de grano superior a 5 t/ha en condiciones de Santa Ana, La Convención – Cusco.

Determinar cultivares de maíz que tengan buena calidad en mazorca y grano para la industria avícola.

Evaluar el grado de incidencia de enfermedades en porcentaje de diez cultivares de maíz amarillo duro.

Establecer en forma participativa los cultivares que presenten características agronómicas y arquetipo de planta preferidos por los productores.

## **1.8. Hipótesis**

### **1.8.1. Hipótesis nula**

**H0.** Los cultivares de maíz amarillo duro provenientes de otras regiones expresan baja productividad similar al promedio en condiciones de Santa Ana, La Convención - Cusco.

### **1.8.2. Hipótesis alternativa**

**HA.** Los cultivares de maíz amarillo duro provenientes de otras regiones expresan productividad superior al promedio en condiciones de Santa Ana, La Convención - Cusco.

## **1.9. Variables**

### **1.9.1. Identificación de variables**

Según el objetivo y el problema general se identifican dos tipos de variables:

#### **a. Dependientes**

- Rendimiento de grano (t/ha)



## **b. Independientes**

- Cultivares de maíz amarillo duro

### **Variables complementarias:**

Número de días a floración masculina (dds), Número de días a floración femenina (dds), altura de planta (cm), altura de mazorca (cm), acame de raíz (%), acame de tallo (%), sanidad (evaluación de enfermedades en %), calidad de las mazorcas (escala 1 a 5), prolificidad (und), textura de grano (calidad industrial), número de días a madurez fisiológica (dds), índice de desgrane (%), número de hileras por mazorca (hileras), contenido de proteína (%), peso hectolítrico (Kg/Hl), análisis de rentabilidad considerando la variable productividad (S/).

### **1.10. Clasificación de las variables**

**Variable Dependiente.** Rendimiento de grano (t/ha)

**Variable independiente.** 10 cultivares de maíz amarillo duro

### **Variables complementarias:**

Según INIA (2004):

- **Número de días a floración masculina (dds).** Es el número de días transcurridos desde la fecha de siembra hasta el momento en que haya iniciado la emisión de polen en el 50 % de plantas.
- **Número de días a floración femenina (dds).** Es el número de días transcurridos desde la fecha de siembra hasta el momento en que estén visibles los estigmas con 2 a 3 cm De largo en el 50 % de plantas.
- **Altura de planta (cm).** Es el promedio de la mediación de cinco a diez plantas identificadas al azar, de la distancia de la base de una planta el nudo donde se forma la última hoja (hoja bandera). La medición se puede realizar desde las dos a tres semanas después de la floración hasta momentos antes de la cosecha.
- **Altura de mazorca (cm).** Se miden en cm desde la base de su inserción en el pedúnculo hasta su ápice.
- **Acame de raíz (%).** Al final del ciclo del cultivo, antes de la cosecha se registra el número de plantas con inclinación de 30° o más a partir de la perpendicular en la base de la planta donde comienza la zona radicular.
- **Acame de tallo (%).** Al final del ciclo del cultivo, antes de la cosecha se registra el número de plantas con el tallo quebrado por debajo de las mazorcas, pero no más arriba.

- **Sanidad** (evaluación de enfermedades utilizando escalas internacionales %).  
 Para obtener una calificación precisa de la incidencia y severidad de la enfermedad registrar el daño causado en las etapas finales del ciclo del cultivo, pero antes de que las hojas se tornen de color marrón, evaluar los daños en cada unidad parcela, concentrándose en las enfermedades importantes en su región, se proporcionará el nombre científico del patógeno para la identificación de las enfermedades, para la infección de enfermedades foliares se utilizará la escala de evaluación de 1 a 5, donde 1 indica ausencia de enfermedad y 5 infección muy severa.
- **Calidad de las mazorcas (escala 1 a 5).** El aspecto de la mazorca se calificará después de la cosecha, antes de tomar las muestras para contenido de humedad, las mazorcas son extendidas frente a cada unidad experimental, se califica conjugando las siguientes características: daños por enfermedad o insectos, uniformidad de tamaño de las mazorcas, llenado, textura (dentado, semidentado, semicristalino, cristalino) y uniformidad del grano en la mazorca, se utiliza la escala de 1 a 5 en números enteros sin decimales; donde 1 es óptimo, 2 bueno, 3 regular, 4 malo, 5 deficiente.
- **Prolificidad (und).** Es el equivalente al número de mazorcas por planta, se evaluará el número de mazorcas cosechas y se dividirá con el número de plantas cosechadas.

$$P = \frac{\text{Número de mazorcas cosechadas}}{\text{Número de plantas cosechadas}}$$

- **Textura de grano (cristalino, semicristalino, semidentado y dentado).** Se consideran cuatro consistencias las cuales se identifican visualmente observando los granos en la parte central de la mazorca.
  1. = Cristalino
  2. = Semicristalino
  3. = Semidentado
  4. = Dentado
- **Número de días a madurez fisiológica (dds).** Número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando sea visible la capa negra en la base del grano.
- **Índice de desgrane (%).**  $ID = (\text{peso de grano de una mazorca}) / (\text{peso de grano más peso de tusa de una mazorca})$ . Se obtiene de un total de diez mazorcas.
- **Número de hileras por mazorca (hileras).** Para determinar el número de hileras promedio se contarán las hileras en cada una de las diez mazorcas escogidas al azar de cada unidad experimental.
- **Contenido de Proteína en grano (%).** Para saber el % de proteína se tendrá que hacer el análisis en laboratorio.

- **Peso hectolítrico (kg/Hl).** Se medirá utilizando el determinador o balanza de peso hectolítrico, se expresa en kg/Hl.
- **Análisis de Rentabilidad considerando la variable productividad (S/).** Se determinará en base al costo de producción de una hectárea de maíz amarillo duro en La Convención.

## **1.11. Diseño Experimental**

### **1.11.1. Bloques Completos al Azar (DBCA)**

En la planeación o diseño de este experimento agronómico, se aplicará un conjunto de disciplinas y conocimientos con el fin de encontrar una respuesta correcta al problema.

El experimento se evaluará bajo el diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con diez tratamientos y cuatro repeticiones.

## **1.12. Población y muestra**

### **1.12.1. Población**

Plantas de diez cultivares (variedades e híbridos) de maíz amarillo duro.

### **1.12.2. Muestra**

Diez cultivares de maíz amarillo duro (tratamientos) de los que se evaluará su potencial productivo.

Cada muestra corresponde al número de mazorcas de las plantas cosechadas en dos surcos de cada unidad experimental (parcela), de cada uno de los diez cultivares, de cuatro repeticiones, en total 40 parcelas.

### **1.13. Análisis de datos**

Los datos registrados en el libro de campo de los parámetros evaluados serán ordenados y digitados manualmente en hojas de cálculo y analizados utilizando un software adecuado. Y luego será plasmado en el informe de tesis en cuadros, gráficos de la forma cualitativa y cuantitativa, descriptiva de los resultados obtenidos según las pruebas estadísticas.

El Análisis de Varianza Individual en diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) se analizará considerando el siguiente esquema:

**Tabla 1.** Esquema de análisis de varianza

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	<b>Significancia Ft 5 y1 %</b>
Tratamientos	t-1	$\Sigma(\Sigma t)^2 - \frac{\Sigma(X)^2}{N}$	SCt/ GLt	CMt/ CME	GLE con GLt	
Bloques	b-1	$\Sigma(\Sigma b)^2 / n - \frac{\Sigma(X)^2}{N}$	SCB/GLB	CMB/CME	GLE con GLB	
Error	GLT - GLB - GLt	SCT- SCB- Sct	SCE/ GLE			
Total	n- 1					

Coeficiente de variabilidad (CV)  $CV = \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \times 100$

Fuente: Cox y Cochran ,1974

### 1.14. Selección de pruebas estadísticas

Para llegar a una confiabilidad y tener datos verídicos y el que los resultados del trabajo de investigación no sean ambiguos se realizarán las siguientes pruebas estadísticas:

ANOVA con nivel de significación al 5 y 1 %

PRUEBA DE TUKEY con nivel de significación al 5 %

Coeficiente de variabilidad (%).

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Consideraciones botánicas

##### 2.1.1. Centro de origen

León (1987) afirma el origen del maíz ha sido objeto de muchos estudios muy intensos, de los que han resultado varias hipótesis para explicarlo, sin que ninguna de ellas haya logrado aceptación general. Como el maíz no es conocido en estado silvestre, las explicaciones sobre su origen se basan en su relación con las dos entidades taxonómicas más afines las teocintes (*Euchlaena*) y las especies del género *Tripsacum*. En ninguna de las hipótesis se considera la posibilidad de que haya habido otras entidades taxonómicas ya desaparecidas, que pudieran haber participado en el origen del maíz.

- a. Los teocintes, antes colocados en un género separado *Euchlaena*, y ahora considerados como congéneres del maíz, incluyen especies diploides



- b. tetraploides, anuales o perennes. *Zea mexicana*, *Z. diploperennes*, *Z. luxurians* que se encuentra desde México hasta Honduras, a menudo como malezas en los maizales.
- c. Tienen características fenotípicas muy cercanas al maíz; el mismo número cromosómico,  $2x (5)10$ ; se cruzan fácilmente en forma natural y los híbridos son fértiles.
- d. *Tripsacum* es un complejo de especies americanas que se encuentran desde el sur de Estados Unidos hasta Bolivia, de mucha menor afinidad que los teocintes, de  $2n:18$ ; se pueden cruzar artificialmente con el maíz pero los híbridos no son estables.

### **2.1.2. Heterosis o vigor híbrido**

Allar (1974) plantea que el vigor híbrido o heterosis puede ser considerado el fenómeno inverso de la degradación que acompaña a la consanguinidad. Sin embargo, el efecto beneficioso de la hibridación es un fenómeno mucho más conocido que la depresión debido a la consanguinidad, por que observa en casi todos los híbridos F<sub>1</sub>, entre progenitores relacionados. Hasta las especies que parecen no degenerar por la autofecundación (autogamas) suelen beneficiarse de la hibridación. Por tanto, no es sorprendente que los primeros hibridadores de plantas observaran más y dieran más importancia al vigor híbrido que a la depresión debida a la consanguinidad. Esto se comprende si se considera que los

efectos beneficiosos de la hibridación aparecen inmediatamente en la F1 y tienen su máxima expresión en dicha generación. Cubero (2003), coincide con Allard al señalar que la consanguinidad es el fenómeno opuesto al vigor híbrido o heterosis, que puede definirse como el aumento en la expresión de ciertos caracteres que surgen tras el cruzamiento entre especies, variedades o líneas puras.

Segovia y Alfaro (2009) consideran que la magnitud de la heterosis en maíz para rendimiento de grano y sus componentes es más alta cuando la divergencia genética de los padres es moderada o intermedia, lo cual es tomado en cuenta en la selección de los progenitores para la hibridación.

Shull (1949) y Sánchez (1989) coincidieron en proponer que el término heterosis para denotar el estímulo del tamaño y el vigor en un híbrido como expresión del vigor híbrido. Así mismo mencionan que ambos términos, vigor híbrido y heterosis, son sinónimos y pueden usarse indistintamente. Para que sea útil, la planta híbrida necesita exceder en cuanto a producción productiva al mejor progenitor. Con más frecuencia, los efectos del vigor híbrido de las plantas se manifiesta en un mayor crecimiento vegetativo y una mayor producción del producto cosechado; sin embargo, el vigor híbrido también podría reflejarse en el tamaño de las células, la altura de las plantas, el tamaño de las hojas, el desarrollo de las raíces, el tamaño de las mazorcas o las inflorescencias, el número de granos o el tamaño de las semillas.

Según Scheuch (1989) y Jugenheimer (1981) coinciden en decir que es el complementario al fenómeno de depresión endogámica, la progenie muestra un incremento en aquellos caracteres que previamente sufrieron reducción por endogamia. En términos generales, la pérdida de vigor sufrida por endogamia tiende a ser restaurada en el cruzamiento.

Poehlman y Sleper (2003) afirma que la explicación más aceptada acerca de la causa del vigor híbrido es aquella hipótesis que plantea que la heterosis es el resultado de una serie de genes dominantes favorables. Según la teoría, los alelos que determinan el vigor y crecimiento son dominantes, mientras que los alelos recesivos podrían ser neutrales o perjudiciales para el individuo. Por lo tanto, la generación F1 tendrá una combinación de alelos más favorables que sus progenitores.

### **2.1.3. Importancia del maíz híbrido**

El maíz híbrido es la población resultante del cruzamiento entre progenitores no emparentados o líneas endogámicas (líneas puras). Estas son plantas obtenidas por autofecundación de plantas heterocigotas, hasta que la mayor proporción de descendencia alcance la homocigosidad. La descendencia de estas plantas presenta mejores características de rendimiento y vigor que sus progenitores, originado por la manifestación de la heterosis o vigor híbrido.

Según Paliwal (2001) el desarrollo del maíz híbrido es innegablemente una de las mejores y productivas innovaciones en el ámbito del Fitomejoramiento. Esto ha dado lugar a que el maíz haya sido el principal cultivo alimenticio a ser sometido a transformaciones tecnológicas en su cultivo y en su productividad, rápida y ampliamente difundida.

Poehlman y Sleper (2003) aseveran que una cruce simple es la progenie híbrida derivada de una polinización entre dos líneas endogámicas homocigóticas. Las plantas de cruzamiento simple son heterocigóticas en todos los loci en lo que los progenitores endogámicos difieren; no obstante, dentro del cruzamiento simple, las plantas son genéticamente idénticas (o casi idénticas). En el campo del agricultor, el híbrido de cruzamiento simple es uniforme en cuanto a apariencia, madurez y potencial de rendimiento; sin embargo, presenta el vigor y la productividad que se perdieron durante la endogamia.

Cubero (2003) hace una observación importante concerniente al uso por el agricultor de generaciones sucesivas del híbrido. Al ser este heterocigoto para todos sus caracteres (al menos para los de interés comercial), su descendencia dará, para cada locus, la mitad de heterocigotos ( $1/2 Aa$ ) y la mitad de homocigotos ( $1/4 AA$  y  $1/4 aa$ ); así pues, si la heterosis es consecuencia de la heterocigosis, la descendencia de un híbrido verá reducida su ventaja a la mitad para cada gen. Por tanto no se debe utilizar el híbrido más que en la primera generación, debiendo el agricultor adquirir la semilla cada campaña.

Beingolea et al. (1993) explican que el maíz híbrido procede de una semilla obtenida de un cruzamiento controlado de líneas seleccionadas por su alta capacidad productiva. La semilla resultante da origen a plantas que demuestran un gran vigor híbrido, que se traduce en mayores rendimientos por hectárea, que pueden ser superiores en 20 ó 30 % a los usualmente obtenidos con las semillas de variedades comunes.

Según el CIMMYT (1987) en los ambientes templados de los países desarrollados el 98 % del área sembrada con maíz está cubierto con híbridos, para lo cual los agricultores todos los años compran las semillas. En Argentina y China, donde la mayor parte del cultivo del maíz se lleva a cabo en ambientes templados, cerca del 75 % del área de maíz está sembrada con híbridos, 11 % con semillas comercial de variedades mejoradas y el 14 % es sembrado con semillas de los propios agricultores.

Vásquez (2003) Después de evaluar y seleccionar híbridos de maíz amarillo duro tropicales de madurez precoz en Paiján, La Libertad, concluyeron que la importancia del maíz híbrido está basado principalmente respecto al uso de las semillas, las cuales 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, de la producción avícola y poder competir en el ámbito internacional.

Beingolea et al. (1993) refieren que los agricultores utilizan, desde 1950, las semillas híbridas en la producción de maíz para grano. Los primeros híbridos en el Perú fueron: HLM-1, HLM-2, HLM-3 y los Top- cross Cañete N° 1 y N° 2, que alcanzaron amplia difusión en los valles de las Costa Central. Los híbridos dobles PM producidos por el Programa Cooperativo de Investigación en Maíz se comenzaron a utilizar en forma comercial desde 1958.

De acuerdo a Sevilla (2000) la principal estrategia en el desarrollo del maíz amarillo duro es el aumento de la productividad en la Costa, la productividad se puede aumentar por varias vías. A corto plazo, haciendo dos cultivos al año o rotando cultivos industriales con maíces precoces para disminuir los riesgos por plagas o enfermedades, mejorando la oportunidad y precisión de la fertilización y el riego; implementando programas de control integrado de plagas, sembrando híbridos resistentes a enfermedades y controlando la interacción híbrido por localidad. Esto último podría aumentar la productividad significativamente si se siembra el híbrido apropiado en cada valle. La oferta de semilla de híbridos para la costa es suficiente y variada, pero los híbridos varían en su adaptación. Es conveniente realizar pruebas en cada valle, en invierno y verano, probando todos los híbridos del mercado.

En un estudio de transferencia tecnológica y buenas prácticas agrícolas en el valle de Huaura, Sánchez (2004) expone que el agricultor, conoce la importancia en la campaña de la elección de las semillas de híbridos, sin embargo aplica su criterio libremente al decidir la adquisición del cultivar comercial (híbrido) de

maíz amarillo duro a sembrar. Cuando las circunstancias son normales, es decir, cuando existe suficiente anticipación tanto para la compra como para la siembra, puede tener suficiente y oportuna información respecto al comportamiento de los híbridos que ofrece el mercado. Excepcionalmente, ante la escasez de semilla o frente a la eventualidad de una siembra retrasada o no prevista, adquiere cualquier semilla y resuelve su urgencia impostergable de siembra. Por lo tanto, la elección de semillas de híbridos por parte del agricultor, puede determinar el éxito o fracaso de la campaña.

Jugenheimer (1981) asevera que la utilización de híbridos, el nitrógeno y densidades más altas de plantas incrementaron los rendimientos de maíz en EE.UU en 157 quintales/ hectárea por año desde 1950 a 1970. La utilización de maíz híbrido en 15 países europeos y mediterráneos en 1955, incrementó la producción en esos países en 844,900 t, valuadas en más de 67 millones de dólares. Los aumentos de los rendimientos de maíz en el mundo, resultantes del uso de híbridos, probablemente equivalen a 2 mil millones de dólares por año. El mejoramiento de otras características económicas, como la resistencia al acame, a enfermedades e insectos, son otras ventajas de los híbridos seleccionados.

Salhuana y Scheuch (2004) destacan que la importancia de utilizar semillas híbridas de buena calidad se manifiesta en los rendimientos. Los autores mencionan que en un trabajo de siete años en la costa, entre 1982 y 1988, se comprobó que el promedio de rendimiento del maíz híbrido PM podría ser de 8,2 t/ha, cuando el promedio en la costa era de 4,2 t/ha, utilizando semilla certificada,

la época apropiada (según el híbrido a sembrar) y la densidad adecuada según el ambiente de siembra.

Sánchez y Nakahodo (1990) mencionan que el desarrollo del cultivo de maíz amarillo duro es relevante, principalmente en la selva alta del país, en donde ha sido estimulado su manejo en los últimos años, tanto por la apertura de nuevas vías de comunicación hacia áreas agrícolas potenciales, como por el paulatino y necesario desplazamiento de este cultivo desde la costa hacia dicha región. Además, agregan, la precocidad de variedades introducidas, así como el porte relativamente bajo de las plantas, podría permitir mayores poblaciones por hectárea y con ello un mejor aprovechamiento de la humedad del suelo y de la energía solar incidente en el trópico, asegurando rendimientos superiores a los obtenidos con los testigos mejorados y variedades locales.

#### **2.1.4. Variabilidad genética**

Según León (1987):

**a. Selección masal.** La selección masal o individual es el método de mejoramiento más antiguo y simple, basado en la selección intrapoblacional de los individuos de acuerdo a su fenotipo.

Aun cuando la atención de los mejoradores de maíz se volcó hacia la producción de maíces híbridos, desde 1930 que prevaleció la idea que la selección



masal era inefectiva para mejorar el rendimiento; este método ha venido jugando primordial papel en la conservación de sintéticos y variedades de libre polinización. La selección masal merece consideración como un método rápido y económico de selección en nuevas áreas y complementario de otros métodos más complejos y costosos.

Actualmente este método ha venido siendo ampliamente utilizado en los programas de mejoramiento de maíz (Obregón, 1971) con las innovaciones sugeridas por (Gardner y Lonquist, 1961).

**b. Líneas Mejoradas.** La selección del pedigrí es el método de mejoramiento más usado para el desarrollo de líneas mejoradas (Bauman, 1981, Russell y Lamkey, 1988; Hallauer, 1990); consiste esencialmente de la autofecundación de plantas individuales seleccionadas durante varias generaciones. Algunas veces la cruce entre hermanas de la misma familia evita la rápida pérdida de vigor y aumenta la variabilidad; estas cruces permiten la recombinación y segregación de *loci* que tienen más de un alelo en la progenie lo que da a los fitomejoradores más oportunidades para seleccionar caracteres favorables (Stringfield, 1974).

El número de generaciones de autofecundación o de cruce con las líneas hermanas requeridas para el desarrollo de líneas mejoradas es variable, pero por lo general está entre cuatro y diez generaciones. La metodología y el éxito del desarrollo de las líneas puras dependen de la habilidad del fitomejorador, del origen de las poblaciones, de los recursos disponibles, de la prueba y evaluación

de las líneas (Hallauer, Russell y Lamkey, 1988), Bauman (1981) señaló que el desarrollo de líneas mejoradas superiores que pueden llevar a combinaciones híbridas productivas implica interacciones genéticas y ambientes muy complejos y también requiere insumos muy valiosos por un largo periodo; sugirió también algunas normas que los fitomejoradores de maíz deberían considerar en la planificación y ejecución de sus trabajos, deberían considerar, (1) usar un número adecuado y manejable de accesiones; (2) hacer buenas selecciones y descartar el resto; (3) obtener un buen resultado de las pruebas de rendimiento y usarlos efectivamente.

**c. Híbrido.** La hibridación varietal por medio de la polinización controlada o de la polinización abierta fue el origen para el desarrollo de muchas variedades de maíz; aun hoy en día, las nuevas variedades evolucionan en los campos de los agricultores generadas por cruza derivadas de la polinización abierta. El uso intencional de la hibridación para el desarrollo de híbridos fue iniciado por Beal (1880), sembró dos variedades en surcos adyacentes, una de las cuales fue elegida como progenitor femenino y por lo tanto, fue despanojada, mientras que la otra variedad sirvió como polinizadora masculina; este híbrido entre variedades rindió más que las variedades parentales de polinización abierta, sin embargo, los híbridos entre variedades no encontraron gran aceptación entre los agricultores, posiblemente porque las ganancias en rendimiento eran modestas (Lonnquist y Gardner, 1961; Moll, Salhuana y Robinson, 1962) o probablemente porque el concepto de híbrido era demasiado avanzado para esa época (Poehlman, 1987).

Técnicamente, un híbrido exitoso es la primera generación - F1 - de un cruzamiento entre dos genotipos claramente diferentes. Normalmente se producen numerosos tipos de híbridos en todos los programas de mejoramiento para combinar diferentes caracteres de los distintos genotipos. En el caso de mejoramiento del maíz, el término híbrido implica un requerimiento específico y diferente, o sea que el híbrido F1 es usado para la producción comercial. El híbrido debe mostrar un razonable alto grado de heterosis para que el cultivo y su producción sean económicamente viables (Poehlman, 1987).

#### **2.1.5. Obtención de maíces híbridos**

Jugenheimer (1981) menciona que una cruce simple (AxB), se hace combinando dos líneas puras. Las cruces simples tienden a ser de rendimiento ligeramente mayor y más uniformes en las características de la planta y la mazorca que otros tipos de híbridos. Asimismo, el autor expone que los híbridos pueden formarse por polinización manual o cultivando dos variedades en bloques alternos en una parcela aislada y desespigando (emasculando), antes de que hayan esparcido polen, todas las plantas de la variedad en la que se va a producir la semilla. Los híbridos experimentales que solo requieren pequeñas cantidades de semilla pueden hacerse por polinización manual. La siembra en surcos apareados es útil para efectuar estos cruzamientos. El polen se toma de las plantas de un surco y se aplica en los estigmas de las plantas del otro surco.

Cubero (2003) refiere 3 pasos en la generación de híbridos: 1) Obtención y

Evaluación de parentales, los cuales han de ser líneas puras, que se obtienen y evalúan convenientemente. Para la obtención de híbridos, la característica esencial de las mismas es su aptitud combinatoria específica, 2) Mantenimiento de los parentales, una vez decidida la combinación adecuada, es preciso mantener las líneas puras parentales de manera que se garantice su identidad con objeto de que el híbrido sea reproducible por el semillista en años sucesivos. El proceso de mejoramiento de líneas puras es continuo y favorece tanto al productor, que coloca así en el mercado nuevas variedades de forma periódica, como al agricultor, que va teniendo un producto cada vez mejor y 3) Obtención comercial del híbrido, en donde el esquema general es el de disponer las líneas parentales elegidas en un campo aislado de polen extraño. Una de ellas actuará de hembra previa emasculación. La semilla recogida sobre las plantas hembras es la semilla que se vende al agricultor.

Hidalgo y Gálvez (2000) consideran la hibridación de maíz como un método genotécnico que tiene como objeto el aprovechamiento de la generación F1 proveniente del cruzamiento entre dos poblaciones (P1 y P2), con cualquier estructura genotípica, las cuales pueden ser líneas endogámicas, variedades de polinización libre, variedades sintéticas o las poblaciones F1 mismas, en el caso de las cruas dobles.

Jenkins (1978) menciona a Shull quien en 1909 inició los conceptos de hibridación, cuyos pasos esenciales son: a) Obtención de líneas homocigóticas; b)

Evaluación y selección de líneas puras en todas las cruzas posibles; y c) Utilización de las mejores cruzas para la producción comercial de híbridos.

De acuerdo con Vasal et al. (1993) en el desarrollo de híbridos convencionales es muy importante identificar fuentes de germoplasma con tolerancia a endocria y alta aptitud combinatoria. Los autores consideran que los patrones heteróticos deben ser considerados para el desarrollo eficiente de híbridos en el menor tiempo posible.

Poehlman y Sleper (2003) afirman que los cultivarse híbridos se obtienen en tres etapas: a) Obtención de líneas endogámicas, por lo general mediante varias generaciones de endogamia en una población natural o segregante de una especie de polinización cruzada, b) Cruzamiento de pares de líneas endogámicas no emparentadas para producir un cultivar híbrido F1 de cruzamiento simple que posea muchos loci heterocigóticos, y c) Producción de semilla del cultivar híbrido de cruzamiento simple para distribuirla a los agricultores.

De acuerdo a Segovia y Alfaro (2009) para la formación de híbridos competitivos a nivel comercial se enfatiza sobre la necesidad de identificar líneas progenitoras sobresalientes, con base en sus efectos de aptitud combinatoria general y específica, su comportamiento, adaptación y producción de semilla. Generalmente se emplean cruzamientos dialélicos completos o parciales para la evaluación de la heterosis o vigor híbrido, cuyos valores siempre son dependientes del grupo de progenitores que participan en el cruzamientos dialélicos.

Camarena et al. (2008) aseveran que las poblaciones híbridas provenientes de dos padres o líneas se forman cruzando dos de ellos. Los padres o líneas son materiales homocigotas, tales como las líneas altamente endocriadas en variedades alógamas. La cruce tiene como fin formar un material híbrido llamado F1. Las plantas F1 de la cruce entre dos progenitores homocigotos serán idénticas y heterocigotos para los loci en los cuales los padres tienen alelos diferentes.

Según Aldrich y Leng (1974) para la obtención de maíces híbridos simples, se utilizan dos líneas parentales endocriadas mientras que para los maíces híbridos de doble cruce, se utilizan cuatro. Como las líneas empleadas en la producción de semilla híbrida han sido cuidadosamente seleccionadas y endocriadas durante muchas generaciones, con el cruzamiento de solo dos de ellas se obtiene un híbrido muy homogéneo. Cada planta tiene una constitución genéticamente esencialmente similar a la del resto de las plantas procedentes del mismo cruzamiento, por lo cual la totalidad del cultivo es muy uniforme.

Manrique (1997) explica que la metodología clásica para la obtención de híbridos es la siguiente: a) Elegir variedades genéticamente divergentes y con alta aptitud combinatoria general y específica, b) Para obtener líneas, de cada una de las dos variedades se realizan autofecundaciones. Este proceso, partiendo de una planta  $S_0$  vigorosa y sana, tiende a incrementar la homocigosis en un 50% en cada generación. Simultáneamente, las plantas provenientes de una autofecundación presentan menor vigor y pérdida de la productividad, estabilizándose en la generación  $S_7$  o  $S_8$ .

Según Allard (1975) en resumen, las operaciones que han llevado al gran éxito práctico del maíz híbrido son las siguientes: 1) Selección de plantas adecuadas en poblaciones de polinización libre; 2) Autofecundación de estas plantas durante varias generaciones para producir líneas puras homocigóticas, y 3) Cruzamiento de las líneas escogidas. El autor señala, respecto al procedimiento en campo, que un híbrido simple se fabrica sembrando líneas alternadas de las dos líneas puras en una parcela aislada. La línea pura elegida para progenitor femenino se emascula. Es práctica común sembrar dos líneas del genitor femenino por cada línea del polinizador. La semilla del híbrido doble se produce de modo análogo pero la mayor producción de polen del polinizador híbrido simple permite sembrar seis líneas de progenitor femenino por cada dos líneas del progenitor masculino o hasta cuatro líneas por una.

#### **2.1.6. Taxonómica y clasificación**

Cronquist, A. (1986) realiza la siguiente clasificación taxonómica del maíz:

Reyno	:	Vegetal
Sub – Reyno	:	Embriophyta
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Liliopsida
Sub – Clase	:	Commelinidae
Orden	:	Ciperales
Familia	:	Poaceae
Tribu	:	Maydeas

Género : *Zea*

Especie : *Zea mays* L.

### **2.1.7. Descripción morfológica del maíz**

Manrique (1988) menciona que el maíz es una gramínea monoica, anual, de ciclo vegetativo corto de tres a siete meses; que transforma nutrientes y minerales en sustancias complejas de reservas como: azúcar, almidón, proteínas, aceites vitaminas, etc. localizadas en el grano y en los demás órganos de la planta.

### **2.1.8. Descripción botánica del cultivo**

#### **a. Raíz**

Aldrich (1974) indica que la raíz presenta un sistema radicular, fibroso, superficial, localizado alrededor de 30 cm de profundidad en un radio de 40 cm presenta 3 clases de raíces.

- Raíz primaria o embrionaria. Nace de la semilla, son raíces temporales de corta duración, se les denomina también “raíces seminales”.
- Raíz secundaria o permanente. Son raíces adventicias, nacen del nudo del tallo y del rizoma, son numerosas, se forman a manera de nudos, superpuestas, abundantes en el sistema radicular permanente y se divide en:



- Raíces principales. Nacen directamente del tallo y se curvan ligeramente, luego se dirigen hacia abajo.
- Raíces laterales. Nacen de las raíces principales, son más pequeñas, dan origen a muchas ramificaciones.
- Raíces capilares. Son raíces de dimensiones microscópicas, se localizan y nacen en los puntos de crecimiento de las raíces principales y laterales, tiene vida corta y son los órganos activos de la absorción de nutrientes.
- Raíces aéreas. Son aquellas que brotan de los dos o tres primeros nudos del tallo por encima del suelo, se inclinan hacia abajo y se introducen hacia el suelo ramificándose, sirven de sostén y anclaje, están cubiertos por un mucilago que los protege de la desecación.
- Rizoma. Es una estructura que conecta a la semilla y a la planta misma (es una parte subterránea del tallo).

## **b. Tallo**

Es un eje vertical, alargado y cilíndrico de 2,50 m de longitud en promedio, termina en una panoja que constituye la inflorescencia masculina. Presenta nudos y entrenudos, siendo más cortos en la base y más largos a medida que se alejan de ella (Poething, 1994).

FAO (2001) las plántulas de maíz, son visibles sobre la superficie cuando tienen tres hojas, sus puntos de crecimiento están aún bajo tierra. En esta etapa la planta muestra un crecimiento vigoroso el cual se origina en un solo punto de crecimiento que es el meristemo apical; todas las partes del tallo del maíz, tanto vegetativas como reproductivas, se producen a partir de este meristemo. El tallo consiste de cuatro estructuras básicas: los internudos, las hojas, el profilo y la yema o meristemo apical, que colectivamente son conocidas como el fitomero. El número de fitomeros producido durante la fase vegetativa del desarrollo es regulada tanto por factores genéticos como ambientales (Galinat, 1959, 1994, Poething, 1994) cuando la planta tiene seis hojas abiertas, el punto de crecimiento y el primordio de la espiga ya han sobrepasado la superficie del suelo. Los internudos comienzan a elongarse rápidamente y la planta pasa a través de un periodo de rápido crecimiento y elongación. En general, en los trópicos el periodo de crecimiento no está limitado por el régimen de temperaturas. Las plantas de maíz tropical, por lo tanto, producen un mayor número de hojas y más grandes que en las plantas producidas en las zonas templadas. La variación en el número total de hojas es más afectada por el momento de la iniciación de la espiga que por la variación en la velocidad de iniciación de las hojas (Poething, 1994) el gen para foliosidad (*Lfy*) prolonga el crecimiento vegetativo del tallo, demora la iniciación de la espiga y de la mazorca e incrementa el número de hojas en forma diferente en los distintos ambientes (Shaver, 1983).

### **c. Hojas**

Manrique (1988) indica que generalmente las hojas son largas y angostas, envainadoras, formadas por la vaina y el limbo, presentan nervaduras lineales y paralelas a la nervadura central, el crecimiento de las hojas se realiza en la punta, quedando la parte más vieja en la base, en la vaina el crecimiento se efectúa en la parte superior.

El número de hojas es dependiente del cultivar, puede variar entre 12 y 24, siendo lo común que oscile entre 15 y 22. Las hojas son alternas, alargadas, de borde áspero, finalmente ciliado y algo ondulado. Las hojas están compuestas por las siguientes estructuras:

- Vaina. Se origina en el nudo del tallo, envolviendo prácticamente al entrenudo superior.
- Lamina. Se origina a partir de la vaina, comprendiendo la vena central, un conjunto de venas paralelas a esta y el tejido intracelular.
- Lígula. Corresponde a una lengüeta membranosa y transparente; se sitúa en la parte terminal de la vaina, justamente en el punto en que comienza a desarrollarse la lámina.

#### **d. Flor**

Manrique (1988) menciona que el maíz es una planta monoica, con flores unisexuales en la misma planta, donde las masculinas o estaminadas están agrupadas en una inflorescencia denominada penacho o panoja, las femeninas o pistiladas están agrupadas en una espiga modificada llamada mazorca.

- **Biología floral**

El polen madura poco antes de que salgan los estilos, pelos o cabellos y puedan ser polinizados. Las flores estaminadas se abren por la acción de los lodículos que se agrandan al absorber agua, empujando hacia afuera a las glumas y lemas, lo que permite la salida de las anteras. En estos el polen sale por varios polos y la totalidad de grano que produce una panoja normal se estima en más de 20 millones. Las primeras flores en abrirse son las situadas arriba de la mitad del eje central de la panoja; luego se van abriendo hacia arriba y hacia abajo. Los granos de polen caen sobre un área considerable y pueden alcanzar los estilos, y en cuya parte superior hay prolongaciones muy finas que los detienen. Los granos de polen germinan rápido y luego bajan por el pelo o estilo hasta el ovario (Manrique, 1988).

- **Inflorescencia masculina**

Manrique (1988) la panoja se encuentra localizada en la parte terminal del tallo,

formada por un eje principal que es la prolongación del tallo y termina en una panoja, presenta ramas primarias, secundarias y terciarias.

En estas ramas se asientan las espiguetas formadas por espiguillas, cada espiguilla es biflora, es decir, que está formada por dos flores masculinas, cada una de ellas presenta un pistilo rudimentario y tres estambres y cada estambre tiene dos anteras que producen abundante polen. Las espiguillas están cubiertas exteriormente por las glumas, seguidas por las lemas, luego, las dos florecillas están separadas por las paleas (Manrique, 1988).

#### **e. Semilla**

La semilla madura se compone esencialmente de dos partes: el endospermo que ocupa la mayor parte, y el embrión. Los tejidos externos forman el pericarpio, compuesto por varias capas celulares coloreadas y blancas, que en los maíces tropicales aparecen por lo común unos pocos colores básicos: blanco, diversos tonos de amarillo, rojo o púrpura. Debajo del pericarpio esta la capa de aleurona, rica en proteína (Manrique, 1988).

#### **2.1.9. Factores de producción**

Según la Universidad del Estado de Iowa (1993) la producción en el cultivo de maíz depende de muchos factores que deben ser tomados en cuenta, entre los más importantes se tiene:

- Fertilizar de acuerdo al análisis del suelo y del nivel de producción que requiere.
- Seleccionar el mejor híbrido apropiado para la operación de la explotación agrícola.
- Sembrar en la época adecuada el híbrido, utilizando la correcta población y espaciamiento (densidad poblacional).
- Eliminar la competencia entre las malezas, enfermedades e insectos procurando disminuir al mínimo su efecto.
- Realizar todas las prácticas culturales, para maximizar la tasa y duración del periodo de acumulación de materia seca en el grano.

#### **2.1.10. Diversidad genética**

Crum (1973) citado por Reyes (1985) indica que las poblaciones fuente pueden visualizarse como una cuenta de ahorros de germoplasma genético para el futuro. Para acumular interés, las poblaciones fuente deben mantenerse bajo presiones de selección determinadas, también debe verificarse la dirección y frecuencia del mejoramiento; el germoplasma no puede acumular interés si está en un estante o en un cuarto de almacenamiento refrigerado.

### **2.1.11. Plagas**

Manrique (1988) menciona que las primeras plagas del maíz son el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), el barrenador de tallo (*Diatrea sp.*), el gusano ejército (*Mocis latipis*) y ocasionalmente los gusanos cortadores (*Agrotis sp.*) y (*Phyllophaga spp.*). Los mejores resultados para el combate de estas plagas se consiguen integrando varias medidas de control, especialmente las labores culturales, el control biológico y el uso racional de los insecticidas. El propósito de este combate es mantener las poblaciones de las plagas en niveles que no ocasionen pérdidas económicas al productor, las labores culturales que perjudican las condiciones de vida de las plagas son: destrucción de rastrojos o residuos de cosecha, preparación del suelo, rotación de cultivo (maíz-soya), fecha de siembra, combate de malezas, eliminación de plantas atacadas por (*Diatrea spp.*), etc.

### **2.1.12. Factores climáticos**

#### **a. Clima**

Parson (1997) señala que el maíz crece rápido y tiene buen rendimiento a temperaturas entre 20 y 30 °C con un suministro adecuado de agua; en la noche el maíz necesita un ambiente fresco y no demasiado húmedo, para su crecimiento requiere pleno sol; en cuanto a la floración, el maíz es una planta de días cortos, los mayores rendimientos se obtienen con 11 a 14 horas luz por día, es decir cuando el maíz florece tardíamente; la precipitación promedio debe ser de 550 mm / campaña.

### **2.1.13. Elección y preparación del terreno**

Bautista (1990) indica que el maíz se desarrolla de mejor manera en suelos de textura intermedia, bien drenados, aireados, profundos y fértiles que contengan abundante materia orgánica. La preparación del terreno se realiza para que al momento de distribuir las semillas, estas puedan estar en contacto con la tierra húmeda; así al tener suficiente agua y aire poder germinar como cualquier otro cultivo.

#### **a. Época de siembra**

Parson (1997) manifiesta que la época de siembra varía de acuerdo a las condiciones de la región y a la variedad. En climas semiáridos, se siembra al inicio de la época de lluvias, en ambos casos se debe esperar a que la temperatura del suelo alcance los 10 °C.

#### **b. Densidad de siembra**

Sallo (1995) señala que la densidad depende de las características agronómicas de la variedad, también del uso que se le dé; la distancia más adecuada entre líneas es de 0,80 m y 0,40 m entre golpes.

Parson (1997) manifiesta que la densidad varía de 40, 000 plantas por hectárea para plantas altas, hasta 120, 000 plantas por hectárea para el maíz forrajero. La distancia entre hileras es de 0,75 a 1 m y 0,45 a 0,75 m. entre golpes.



#### **2.1.14. Características de importancia económica: el rendimiento**

Poehlman y Sleper (2003) aseveran que el potencial para obtener altos rendimientos de grano es un objetivo complejo determinado por la expresión de genes relacionados con la absorción de nutrientes, la fotosíntesis, la transpiración, la translocación y el metabolismo de la planta de maíz, así como por la interacción de esos genes en diferentes ambientes. Su rendimiento de grano también es determinado por genes relacionados con caracteres que contribuyen a mejorar la estabilidad de la producción, como madurez óptima, calidad de tallo, resistencia a situaciones de estrés ambiental o resistencia a patógenos y plagas de insectos. El potencial para altos rendimientos de grano no es posible evaluarlo con precisión por medio de la observación visual; se evalúa en ensayos de rendimiento que se llevan a cabo en varias localidades y en varias temporadas a fin de poder medir las interacciones genotipo por ambiente.

Según Jugenheimer (1981) la genética de rendimiento es cuantitativa y está controlada por muchos genes. Probablemente los fitomejoradores del maíz no podrán obtener los máximos rendimientos posibles hasta que tengan un conocimiento más amplio de la herencia de los caracteres cuantitativos, de la naturaleza y la causa del vigor híbrido. El desarrollo eficiente de variedades de elevado rendimiento requiere del esfuerzo coordinado de varias disciplinas.

Bejarano (2003) indica que el rendimiento de maíz se podría incrementar utilizando híbridos simples mediante el desarrollo de líneas endogámicas más vigorosas y productivas, al respecto Paliwal (2001), manifiesta que los

cruzamientos de prueba en un programa de mejoramiento de maíz tienen como objetivo: a) evaluación del valor de cruzamiento de los genotipos para el mejoramiento de la población, y b) evaluación de la habilidad combinatoria de las líneas puras para el desarrollo de híbridos. La mejor y más completa información sobre el comportamiento de las líneas endocriadas en las combinaciones híbridas se obtiene por medio del análisis de cruzamiento dialélicos, que ofrece información sobre la habilidad combinatoria general y específica.

Jugenheimer (1981) menciona que los híbridos deseables deben proporcionar consistentemente elevados rendimientos de grano, ensilaje, pastura verde o pienso. Los elevados rendimientos de los híbridos de maíz actuales son el resultado de buenas combinaciones de plantas de tamaño promedio. Jenkins (1978), señala que las plantas híbridas son en realidad menos vigorosas que muchas de las plantas superiores que se presentan comúnmente en variedades de polinización libre. Por lo tanto, es del todo posible producir híbridos de rendimientos más elevados cuando se logren las combinaciones adecuadas de genes.

Aldrich y Leng (1974) respecto a la elección de híbridos por rendimiento, destacaron que la producción total de grano por hectárea puede lograrse de tantas formas, que es imposible anticipar si el híbrido "A" rendirá más o menos que el "B" de acuerdo con la cantidad, tamaño o longitud de las espigas, tamaño de los granos o número de hilera. En otras palabras, no se puede elegir un híbrido porque tenga espigas grandes, muchas hileras de granos, granos grandes o varias espigas

por planta e inmediatamente asegurar que producirá un rendimiento inmejorable. Más aun, es imposible afirmar con seguridad que un híbrido tendrá la misma relación de rendimiento con otro, de un año al siguiente. En suma, el procedimiento más apropiado para elegir híbridos de acuerdo a su rendimiento consiste en examinar los registros o historial de las pruebas de comportamiento realizadas en las zonas a producir, durante varios años.

Un tema importante en la obtención de mayores rendimientos de maíces amarillos duros es el manejo agronómico, el cual influye uno de los aspectos más influyentes en el rendimiento de grano: La densidad de siembra, la distribución espacial de plantas ha mostrado efectos importantes sobre el rendimiento. Es posible aumentar los rendimientos incrementando la densidad por disminución de la distancia entre surcos hasta ciertos límites, bajo adecuadas condiciones de manejo de campo, en siembras por “golpes” porque permiten una mejor distribución y aprovechamiento de la energía radiante y mayor eficiencia del nitrógeno. El incremento del número de plantas por hectárea en siembras equidistantes (espacio entre surcos similar a espacio dentro del surco) puede permitir rendimientos correspondientemente altos y superiores al de los surcos convencionales y se ha señalado también que el rendimiento de grano por unidad de área tiene un límite dado por la densidad y la variedad, mientras que el rendimiento de biomasa total puede seguir incrementándose con densidades aún más altas (Sánchez y Nakahodo, 1990).

Arca (1964) en un ensayo sobre rendimiento obtenido con maíces híbridos bajo diferentes densidades de siembra y dosis de abonamiento en la costa peruana, concluyó que, es posible aumentar significativamente los rendimientos en maíces para grano cuando se adopta una densidad de siembra relativamente alta de alrededor de 75, 000 plantas por hectárea, siempre que se aplique una fertilización apropiada que es mayor cuando menor sea la fertilidad natural del suelo. El empleo de densidades mayores usualmente determina una mayor tumbada del cultivo debido a la competencia entre plantas, y en ciertos casos se produce una reducción marcada en los rendimientos.

#### **2.1.15. Componentes del rendimiento de maíz**

Wong et al. (2007) evaluaron la aptitud combinatoria de componentes del rendimiento en líneas de maíz para grano, para lo cual consideraron a los siguientes parámetros como contribuyentes en el rendimiento de grano: diámetro de la mazorca, diámetro del olote (tuza), longitud de mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera y peso de 1000 granos.

En un estudio comparativo de híbridos comerciales de maíz, Ferraris y Couretot (2004) evaluaron el comportamiento de 26 híbridos de maíz y los siguientes componentes del rendimiento: número de granos/m<sup>2</sup>, peso de 1000 granos y número de hileras por mazorca. Observaron que los híbridos tuvieron diferentes componentes que ayudaron a forjar sus rendimientos, a saber: NK900, AW190, NK940, DK722, LT630 MG, NK Siroco y DK752 MGCL fijaron un alto

número de granos, mientras que P30F15, Nidera Ax 888 Bt, NK830 y GH2715 MG presentaron granos de peso elevado.

Concha (2007) al realizar una investigación sobre el efecto de la fertilización N-P-K en el crecimiento y rendimiento de tres híbridos de maíz bajo riego por goteo, determino que en el EXP 9, los híbridos comerciales PM-701 y PM-104 con 53 785, 50 008 y 52 292 plantas/ha, alcanzaron rendimientos promedio de 7 924,4, 8 932 y 7,257 kg/ha, presentando 1,02, 1,03 y 1,00 mazorcas/plantas y un peso promedio de grano/mazorca de 160,25, 183,74 y 144,62 g, respectivamente.

En un ensayo sobre la generación del rendimiento en el cultivo de maíz y los efectos de la nutrición nitrogenada, Satorre (2000) explica que las diferencias de rendimiento entre lotes de producción de maíz amarillo duro están ligadas, fundamentalmente, a variaciones en el número de granos por mazorca de los cultivos. Asimismo menciona que en cultivos manejados con diferentes niveles de fertilización nitrogenada, la diferencia de rendimiento es positiva y fuertemente asociada al diferente número de granos cosechados en cada tratamiento.

Espinoza et al. (2004) al estudiar el rendimiento de grano y sus componentes en poblaciones prolíficas de maíz, en dos densidades de siembra, concluyeron que uno de los componentes del rendimiento más importantes en maíz es el número de mazorcas por planta. Según Oyervides et al. (1990) una

planta prolífica es aquella que desarrolla más de una mazorca en el tallo principal, característica deseable para un híbrido de maíz.

En un estudio sobre la producción de maíz, rendimiento en grano y sus componentes bajo diferentes regímenes de riego complementario, Rivetti (2006) estableció los siguientes componentes del rendimiento: número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, número de granos/m<sup>2</sup> y el peso de 1000 granos. Además concluyó que dos componentes del rendimiento (número de granos/m<sup>2</sup> y peso de 1000 granos) fueron significativamente afectados por el déficit de agua en el perfil del suelo.

Reta et al. (2003) estudiaron el rendimiento del maíz y sus componentes en diferentes arreglos espaciales en campo, evaluando el número de granos/m<sup>2</sup>, peso de 2000 granos y el porcentaje de plantas estériles. Concluyó que el uso de surcos estrechos en maíz (surcos sencillos a 0,38 y 0,50 m y surcos dobles a 1 m) incrementó el rendimiento de grano entre 13 a 32 % respecto a surcos convencionales (0,76 m), debido a la formación de un mayor número de granos/m<sup>2</sup> (16 a 18 %).

Vásquez (2007) investigó el efecto de fertilización nitrogenada en maíz y de la aplicación de zinc bajo las modalidades foliar y al suelo, concluyó que el híbrido PM-702 logró rendimiento promedio de 7,91 t/ha para una población de 51 250 plantas/ha., presentando 1,22 mazorcas/plantas y peso promedio de grano/mazorca de 131,10 g.

Salvagiotti et al. (2000) estudiaron el efecto de la fertilización balanceada con nitrógeno y azufre sobre el rendimiento y sus componentes en maíz amarillo duro, concluyeron que existió una marcada interacción entre campañas y la fertilización combinada con nitrógeno y azufre sobre el peso de 1000 granos y el número de granos/m<sup>2</sup>. Además señalaron que la asociación entre estos componentes y el rendimiento fue siempre positiva, bajo dos condiciones diferentes.

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Materiales**

##### **3.1.1. Ubicación geográfica del campo Experimental**

Departamento : Cusco  
Provincia : La Convención  
Distrito : Santa Ana  
Sector : Macamango  
Fundo : Potrero

##### **3.1.2. Condiciones del Campo experimental**

Altitud : 1234 msnm  
Latitud : 74°69'45"  
Longitud (UTM) : 85°74'25"



Precipitación : 3,14 mm/ha

Temperatura media : 25,59 °C

Humedad Relativa : 76,9 %

### 3.1.3. Material genético experimental

**Tabla 2.** *Híbridos y variedades de maíz amarillo duro evaluados*

<b>Tratamiento</b>	<b>Nombre del tratamiento</b>	<b>Tipo de híbrido</b>
T1	PAC 105	Híbrido simple
T2	PAC 860	Híbrido doble
T3	DK 399	Híbrido simple
T4	8420	Híbrido simple
T5	DK 7088	Híbrido simple
T6	DK 1596	Híbrido simple
T7	ZAS	Híbrido simple
T8	INIA 619 – Megahíbrido	Híbrido simple
T9	INIA 617- Chuska	Variedad sintética
T10	Marginal 28 Tropical (Testigo)	Variedad PL

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.4. Materiales y equipos utilizados

#### a. Materiales de campo

- Machete
- Pico
- Curvo
- Rastrillo
- Cordel o rafia
- Cinta métrica
- Estacas

- Baldes
- Atomizadora manual
- Cámara fotográfica
- Balanza
- Computadora
- Libro de campo

**b. Materiales de gabinete**

- Memoria USB
- Papel bond
- Lápiz
- Lapiceros
- Plumón indeleble
- Calculadora
- Etiquetas
- Cuaderno de notas

**c. Insumos**

- Fertilizantes
- Pesticidas

## 3.2. Métodos

### 3.2.1. Diseño experimental

El experimento se ha evaluado bajo el diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA) con diez tratamientos y cuatro repeticiones.

### 3.2.2. Características de la parcela experimental

**Tabla 3.** *Distribución de los tratamientos en la parcela experimental*

Tratamiento	Nombre del Tratamiento	Repeticiones			
		I	II	III	IV
T1	PAC - 105	T 6	T 5	T 2	T 4
T2	PAC - 860	T 10	T 7	T 8	T 1
T3	DK - 399	T 2	T 1	T 3	T 8
T4	8420	T 5	T 9	T 6	T 2
T5	DK - 7088	T 3	T 4	T 10	T 6
T6	DK - 1596	T 7	T 8	T 1	T 9
T7	ZAS	T 9	T 6	T 5	T 3
T8	INIA 619 – Megahíbrido	T 1	T 2	T 7	T 10
T9	INIA 617- Chuska	T 4	T 10	T 9	T 5
T10	Marginal 28 tropical (testigo)	T 8	T 3	T 4	T 7

Fuente: Elaboración propia

Lugar experimental : Sector Macamango (Santa Ana, La Convención)

Diseño experimenta : Bloques completos al azar (DBCA)

Número de repeticiones : 4

Número de tratamientos : 10

Número de surcos / tratamiento : 4

Longitud de surco : 5,50 m

Distancia entre surcos : 0,80 m

Número de golpes por surco : 11  
Distancia entre golpes : 0,50 m  
Número de semillas / golpe : 3  
Número de semillas / surco : 33

### **3.2.3. Historial de la parcela experimental**

<b>Campaña</b>	<b>Cultivo</b>
2012-2013	Maíz
2013-2014	Forraje
2014-2015	Maíz

### **3.2.4. Análisis de caracterización del suelo**

El día cinco de junio del 2015, se efectuó el muestreo del suelo para su respectivo análisis, el cual se realizó de la siguiente forma; se obtuvo cinco muestras que fueron extraídas en diversos puntos recorriendo la parcela en forma de zig- zag, a una profundidad de 20 cm cada una con un peso de 0,5 kg, las cuales se juntaron, se mezclaron en forma homogénea y por división de cuarteos sucesivos se ha reducido a 1 kg, seguidamente se hizo secar a la sombra, para luego ser etiquetado y llevado al laboratorio de suelos de la Universidad d San Antonio Abad del Cusco.

### 3.2.5. Interpretación de análisis de caracterización del suelo

Tabla 4. Interpretación del análisis de suelo del fundo Potrero

Determinación	Unidad	Cantidad	Interpretación
Análisis químico (M-1)			
Materia orgánica (MO)	%	4,63	Alto
Fosforo disponible	ppm	37,10	Medio
Potasio disponible	ppm	80,00	Medio
Reacción	pH	5,70	Mac
Conductividad eléctrica	mmhos/cm	0,14	Normal
Análisis mecánico			
Arena	%	38	38 %
Limo	%	37	37 %
Arcilla	%	25	25 %
Clase textural	F		Franco

Fuente: CISA, 2015

### 3.2.6. Datos meteorológicos

Los Registros Meteorológicos que se muestran en la tabla 5, corresponden a los promedios mensuales de junio a noviembre del 2015, registrados en la estación climatológica principal de SENAMHI - Quillabamba reportados a la central del SENAMHI regional del Cusco, de la cual se ha obtenido la información.

En dicha información se observa que, la temperatura máxima promedio fue de 31,97 °C y la mínima de 19,22, y la temperatura media promedio de 25,59 °C durante la fase de campo del experimento; la precipitación total registrada fue de 18,85 mm con promedio de 3,14 mm/mes y una humedad relativa promedio de 76,9 %, condiciones similares a las que menciona Parson (1997) indica que el maíz crece rápido y tiene buen rendimiento a temperaturas entre 20 y 30 °C con

un suministro adecuado de agua; en la noche el maíz necesita un ambiente fresco y no demasiado húmedo, para su crecimiento requiere pleno sol; en cuanto a la floración, el maíz es una planta de días cortos, los mayores rendimientos se obtienen con 11 a 14 horas luz por día, es decir cuando el maíz florece tardíamente; la precipitación promedio mínima debe ser de 550 mm / campaña.

**Tabla 5.** *Datos meteorológicos de la zona de estudio*

Meses	Temperatura			Humedad relativa	Precipitación mm
	Máxima	Media	Mínima		
Junio	30,30	24,50	18,70	71,00	0,82
Julio	30,70	24,30	17,90	70,50	0,47
Agosto	31,70	25,05	18,40	75,00	0,92
Setiembre	32,60	26,10	19,60	77,50	3,75
Octubre	34,10	27,15	20,20	83,50	6,09
Noviembre	32,40	26,45	20,50	83,90	6,80
Promedio	31,97	25,59	19,22	76,90	3,14

Fuente: SENAMHI CUSCO, 2015

### **3.2.7. Conducción del experimento**

#### **a. Preparación del terreno y diseño del experimento**

Primero se realizó la limpieza del terreno que consistió en la eliminación manual de las malezas, traslado de las malezas al borde de la parcela, al tercer día se hizo la remoción del suelo con un tractor agrícola que realizó dos pasadas de rastra (12 de junio del 2015), luego de desterronar se procedió a diseñar y marcar los bloques, tratamientos y calles utilizando estacas, cordel y wincha métrica en base

al croquis del experimento con dimensiones de 34 m de ancho x 25 m de largo, siendo el área total de 850 m<sup>2</sup>; para la aplicación de agua se habilitaron los canales de riego del terreno; al no estar habilitado el sistema de riego por aspersión inicialmente el agua se suministró mediante riego por gravedad.

**b. Material genético**

La semilla de los diez tratamientos evaluados fue donada por el programa de investigación agraria en maíz del INIA Cusco, debidamente desinfectada, pesada, semillas contadas para cada repetición por tratamiento e identificada con el número y nombre de cada tratamiento.

**c. Instalación del experimento**

El día 13 de junio del 2015, se procedió con la preparación del suelo para la siembra del experimento en un terreno del Fundo Potrero de la Municipalidad Provincial de La Convención.

Primero se diseñaron y trazaron los cuatro bloques y calles con estacas y cordel, luego en cada bloque en forma manual utilizando curvos (k'ituchi) se formaron los surcos distanciados a 0,80 m alineados con un cordel, todo en la parte más plana y uniforme del terreno con ligera pendiente para la aplicación de riegos por gravedad, los canales se aperturaron utilizando lampas y zapapicos.

De acuerdo al sorteo de tratamientos realizado, los cuatro sobres con semilla de cada tratamiento, debidamente identificados, se distribuyeron en cada uno de los cuatro bloques o repeticiones.

Seguidamente, con apoyo de carrizos marcados, se procedió a la siembra colocando tres semillas por golpe cada 50 cm a una profundidad de 5 cm.

**d. Fertilización en la siembra**

En el experimento se ha aplicado el nivel de fertilización 160-140-120 kg/ha de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, utilizando como fuentes de nutrientes, de Nitrógeno (N) la urea (N 46%), de Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) el Fosfato di amónico (N 18 % y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 46 %) y de Potasio (K<sub>2</sub>O) el Cloruro de Potasio (K<sub>2</sub>O 60 %). En la siembra, se aplicó el 100 % de la mezcla de los fertilizantes fosforado y potásico, en dosis de 20 gramos/golpe en fondo del surco a una distancia de 10 cm. de las semillas.

**e. Primer riego**

A los siete días después de la siembra se ha evaluado la emergencia de plántulas, se observó en todos los tratamientos y repeticiones más de 85 % de emergencia, al octavo día se procedió a aplicar el primer riego por gravedad, por un tiempo de cinco horas con un caudal de agua de 1,5 l/seg. Equivalente a una hora con 15 minutos/ bloque.



**f. Desahije**

Una vez realizada la evaluación de número de plantas a los 20 días después de la siembra, al día siguiente cuando las plantas tenían tres hojas, se realizó el desahije dejando solo dos plantas/ golpe, eliminando la planta más débil o enferma.

**g. Fertilización post siembra**

A los 48 días cuando las plantas tenían de 6 a 7 hojas se realizó la segunda aplicación nitrogenada con la dosis de 9 gramos/golpe, que se complementó con el aporque para tapar el fertilizante y darle sostén a las plantas.

**h. Riego**

El sistema de riego por aspersión fue habilitado y se instaló el día 26 de junio, los riegos por aspersión se aplicaron cada semana, en 16 oportunidades durante el ciclo vegetativo del maíz, en promedio de siete a ocho horas por vez; los primeros riegos se aplicaron por gravedad para dotar de mayor humedad al suelo de todo el experimento, por cuanto, por las temperaturas altas la evaporación de la humedad del suelo y la evapotranspiración de las plantas fueron también altas.

El agua aplicada vía riego por aspersión durante el ciclo vegetativo fue de 4500 m<sup>3</sup>/campaña, con un caudal de agua de 0,83 l/seg. Por un tiempo de ocho

horas en cada riego, se observó que el maíz necesita en los primeros meses de desarrollo y etapa de floración y llenado de grano más frecuente el riego.

**i. Aporque**

A los 22 días después de la siembra se realizó un ligero aporque para remover el suelo, al mismo tiempo eliminar malezas, a manera de un control cultural para evitar el ataque de plagas entre ellos el gusano cogollero del maíz; posteriormente a los 48 días se realizó otro aporque para tapar el fertilizante y darle sostén a las plantas y oxigenar las raíces.

**j. Deshierbes**

El control de malezas manual fue simultaneo con los aporques, en toda la campaña agrícola del experimento solo se ha desmalezado durante la ejecución de los dos aporques utilizando lampas como herramienta.

**k. Control de plagas (insectos y enfermedades)**

A los 17 días después de la siembra se presentó el ataque del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), cuyas larvas pequeñas producen raspados en las hojas y a partir del tercer estadio “mascan” y perforan el “cogollo”, atacan las plantas desde que éstas tienen entre 10 a 15 cm. de altura, ttambién se presentaron plantas

cortadas en la base del tallo a causa del ataque de gusanos de tierra (*Agrotis ipsilon* y *Feltia spp.*).

Para el control se utilizó un insecticida de amplio espectro y acción inmediata que actúa por contacto e ingestión cuyo principio activo es Cypermethrin<sup>®</sup>, a la dosis de 30 ml/ 15 litros de agua, en total se aplicó siete bombas de 15 litros en todo el experimento por cada control incluido la aplicación para el control de los gusanos de tierra.

En total se realizaron 3 aplicaciones, la primera a los 17 dds, la segunda 14 dds después de la primera y la tercera 21 días después de la primera aplicación. El ataque del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) fue superior a 11,85% de infestación, por lo cual fue necesario el control químico.

En la etapa de floración a los 79 días se detectó la infestación de pulgones, luego de observar el incremento de la población de pulgones se procedió a su control aplicando el insecticida superfuran<sup>®</sup> 480 S.C. cuyo principio activo es Carbofuran, que actúa de manera sistémica, contacto e ingestión, de amplio espectro, controla comedores de hojas, barrenador de tallos y brotes, perforadores y picadores chupadores, el cual dio buen resultado.

Para decidir el control de insectos plaga, primero se evaluó la población y de acuerdo a la incidencia se realizó el control necesario; en el caso de las

enfermedades no se hicieron aplicaciones de fungicidas, se ha evaluado síntomas y severidad del ataque en cada tratamiento utilizando escalas internacionales.

## **I. Cosecha**

La cosecha se realizó en el mes de noviembre a los 143 días, cuando las plantas estaban seca al 95 %, con la participación de cinco personas se cosecharon las mazorcas de las plantas de los dos surcos centrales de cada tratamiento (unidad experimental), dejando los dos surcos laterales influenciados por efecto de bordes. Antes de la cosecha se ha evaluado número de plantas cosechadas, luego de la cosecha: número de mazorcas, peso de mazorcas, contenido de humedad del grano y sanidad, al día siguiente se evaluaron las características de las mazorcas de cada tratamiento, aspecto y calidad de mazorca, color y textura del grano, número de hileras y de granos por mazorca.

### **3.2.8. Variables y características evaluadas**

- **Número de días a floración masculina (dds).** A partir de los 65 días transcurridos desde la siembra aparecieron las primeras inflorescencias masculinas (panojas), se ha evaluado cada tres días y se ha registrado el número de días cuando el 50 % de las plantas tenían las panojas totalmente emergidas.

- **Número de días a floración femenina (dds).** Al evaluar los días de floración masculina se ha realizado la evaluación de días a floración femenina, se ha evaluado cada tres días y se ha registrado el número de días cuando el 50 % de las plantas tenían visibles los pistilos con dos a tres cm de largo.
- **Altura de planta (cm).** Este carácter se ha evaluado en la etapa fenológica de madurez fisiológica (**R6**) en cinco plantas de cada tratamiento en cada repetición, con una cintra métrica se midió desde la base del tallo hasta el último nudo donde se inserta la hoja bandera.
- **Altura de mazorca (cm).** Este carácter se ha evaluado en la etapa fenológica de madurez fisiológica (**R6**) en las mismas cinco plantas en las que se ha evaluado la altura de planta, con una cintra métrica se midió desde la base del tallo hasta el punto de inserción de la primera mazorca.
- **Acame de raíz (%).** Al final del ciclo del cultivo, antes de la cosecha se registra el número de plantas con inclinación de 30° o más a partir de la perpendicular en la base de la planta donde comienza la zona radicular. Se expresa en %.
- **Acame de tallo (%).** Al final del ciclo del cultivo, antes de la cosecha se registra el número de plantas con el tallo quebrado por debajo de las mazorcas. Se expresa en %.

- **Sanidad (evaluación de enfermedades en %).** Para obtener una calificación precisa de la incidencia y severidad de la enfermedad se ha registrado el daño causado en la etapa reproductiva del cultivo, antes de que las hojas se tornen de color pajizo a marrón, se ha evaluado los daños en cada unidad experimental de las enfermedades más importantes en la región, para la identificación de las enfermedades se ha utilizado la guía del programa de maíz del CIMMYT, para la infección de enfermedades foliares se ha utilizado la escala de evaluación internacional de 1 a 5, donde 1 indica ausencia de enfermedad y 5 infección muy severa.
- **Calidad de las mazorcas (escala 1 a 5).** El aspecto de la mazorca se ha calificado después de la cosecha, antes de tomar las muestras para contenido de humedad, las mazorcas fueron extendidas frente a cada unidad experimental, se ha calificado conjugando las siguientes características: daños por enfermedades o insectos, tamaño y uniformidad de las mazorcas, color, tamaño y llenado de grano, textura del grano (cristalino, semicristalino, semidentado, dentado), se ha aplicado la escala de 1 a 5 en números enteros sin decimales; donde 1 es óptimo, 2 bueno, 3 regular, 4 malo, 5 deficiente.
- **Prolificidad (und).** Se ha determinado aplicando la siguiente fórmula:

$$P = \frac{\text{Número de mazorcas cosechadas}}{\text{Número de plantas cosechadas}}$$

- **Textura de grano (cristalino, semicristalino, semidentado, dentado).** Se consideraron cuatro consistencias, las cuales se identificaron visualmente observando los granos en la parte central de la mazorca.
  - 1 = Cristalino
  - 2 = Semicristalino
  - 3 = Semidentado
  - 4 = Dentado
- **Número de días a madurez fisiológica (dds).** Se ha evaluado el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando los granos presentan visible la capa negra en la base del grano.
- **Índice de desgane (%).** Se ha determinado aplicando la siguiente fórmula:  

$$ID = (\text{peso de grano de una mazorca}) / (\text{peso de grano más peso de tusa de una mazorca}).$$
 Se ha determinado en 10 mazorcas representativas.
- **Número de hileras por mazorca (hileras).** Para determinar el promedio del número de hileras por mazorca se han contado las hileras en 10 mazorcas de cada unidad experimental.
- **Proteína de grano (%).** El % de proteína de cada tratamiento se ha determinado mediante el análisis en el laboratorio.
- **Peso hectolítrico (Kg/hl).** Se ha determinado utilizando una balanza de peso hectolítrico y se ha expresado en Kg/hl.

- **Análisis de rentabilidad considerando la variable productividad (s/).** Se determinará en base al costo de producción de una hectárea de maíz amarillo duro en La Convención.

### **3.2.9. Procesamiento de datos**

Para realizar los análisis estadísticos se ordenaron y consolidaron todos los datos registrados (cualitativos y cuantitativos) de las diferentes variables en hojas de un programa excel, luego se aplicó el programa estadístico STATGRAPHICS que permitió realizar el análisis de varianza entre tratamientos y bloques, de acuerdo a la significación estadística a los promedios se aplicó la prueba de Tukey al 5 %.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. Altura de planta

**Tabla 6.** Análisis de varianza para altura de planta (cm) de diez cultivares de maíz amarillo duro

FV	GL	SC	CM	F C	FT		Sig.
					0,05	0,01	
Tratamientos (t)	9	9343,625	1038,180	8,470	2,250	3,150	**
Bloques (B)	3	4771,475	1590,492	12,973	2,960	4,600	**
Error	27	3310,275	122,603				
Total	39	17425,375					

CV: 5,43 %                      \*\*: Altamente significativo

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza para la variable altura de planta evaluada en la etapa de madurez fisiológica (tabla 6) existe diferencia altamente significativa entre tratamientos y entre bloques, es decir por lo menos un tratamiento y un bloque es diferente. Para esta variable el coeficiente de variación es de 5,43 %.

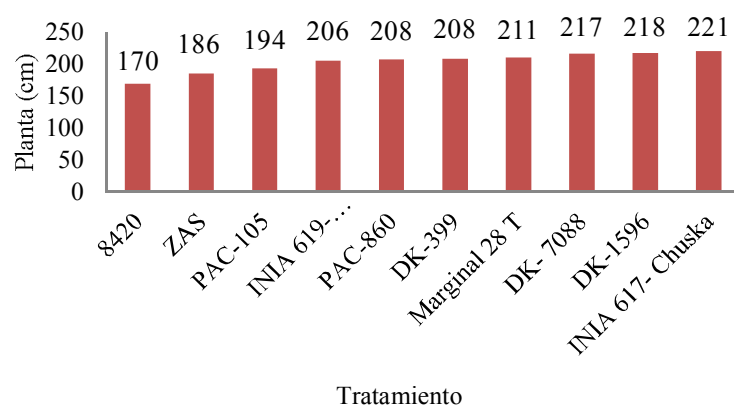
**Tabla 7.** Prueba de Tukey (5 %) para altura de planta de diez cultivares de maíz amarillo duro

<b>OM</b>	<b>Nombre del tratamiento</b>	<b>Altura de planta (cm)</b>	<b>Significación Tukey 5 %</b>
1	INIA 617- Chuska	221	a
2	DK-1596	218	a b
2	DK-7088	217	a b
3	Marginal - 28T (testigo)	211	a b c
3	DK-399	208	a b c
3	PAC-860	208	a b c
3	INIA 619- Megahibrido	206	a b c
4	PAC-105	194	b c d
5	ZAS	186	c d
6	8420	170	d

OM: Orden de méritos

Fuente: Elaboración propia

Al realizar la prueba de significación de Tukey al 5 %, para altura de planta de tratamientos, se observa que los tratamientos INIA 617 – Chuska, DK – 1596, DK – 7088, Marginal – 28T (testigo), DK – 399, PAC – 860 y INIA 619 – Megahibrido tienen alturas de planta estadísticamente similares con promedios de 221, 218, 217, 211, 208, 208 y 206 cm respectivamente, consideradas plantas de porte intermedio a bajo. En el cuarto grupo se aprecia que los tratamientos PAC – 105, ZAS y 8420 con 194, 186 y 170 cm tienen plantas con alturas similares consideradas de porte bajo.



*Gráfico 1.* Altura de planta (cm) de diez cultivares de maíz amarillo duro

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 1, los promedios de altura de planta, se aprecia que INIA 617 - Chuska, DK-1596, DK-7088 expresaron plantas con mayor altura calificados como de porte intermedio, seguidos del testigo Marginal 28T y los híbridos DK-399, PAC-860, INIA 619 - Megahíbrido, PAC-105, ZAS y 8420 considerados como plantas de porte intermedio a bajo. En general todos los tratamientos presentaron plantas con alturas adecuadas para las condiciones del lugar experimental.

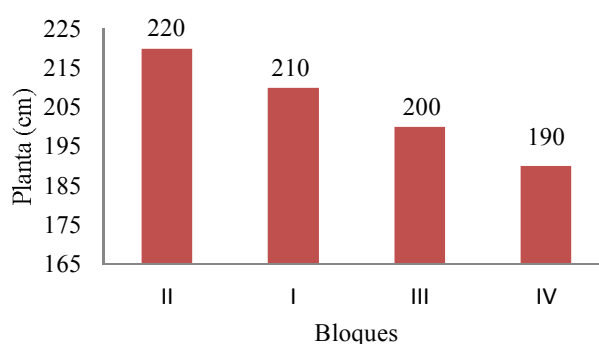
**Tabla 8.** Prueba de Tukey (5 %) para altura de planta por bloques de diez cultivares de maíz amarillo duro

OM	Bloques	Altura de planta (cm)	Significación Tukey 5 %
1	II	220	a
2	I	210	a b
3	III	200	b
4	IV	190	c

OM: Orden de merito

Fuente: Elaboración propia

Al realizar la prueba de significación de Tukey al 5 % para altura de planta por bloques de diez cultivares de maíz amarillo duro, (tabla 8) se observa que en los bloques II y I los tratamientos presentaron plantas con porte estadísticamente iguales con medias de 220 y 210 cm respectivamente, siendo superior la altura de planta del bloque II respecto a la altura promedio registrado en el bloque IV que presentó plantas de porte bajo debido a la menor calidad del suelo de este bloque.



*Gráfico 2.* Altura de planta (cm.) promedio de diez cultivares de maíz amarillo duro evaluados en cuatro bloques experimentales

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 2, se puede apreciar que en los bloques II y I los 10 cultivares presentaron plantas con alturas promedio estadísticamente similares de 220 y 210 cm. respectivamente, al mismo tiempo las alturas del bloque I son similares al del bloque III, y del bloque II son superiores al promedio expresado en el bloque IV con menor calidad de suelo.

#### 4.2. Altura de mazorca

**Tabla 9.** Análisis de varianza para altura de mazorca de diez cultivares de maíz amarillo duro

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.
					0,05	0,01	
Tratamiento (t)	9	0,263	0,029	2,260	2,250	3,150	*
Bloque (B)	3	0,382	0,127	9,840	2,960	4,600	**
Error	27	0,349	0,013				
Total	39	0,994					

CV: 11,37 %      \*: Significativo      \*\*: Altamente significativo

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de varianza (tabla 9) para la variable altura de inserción de mazorca, evaluada en la etapa fenológica de madurez fisiológica se observa que para tratamientos hay diferencia significativa, mientras que para bloques existe diferencia altamente significativa, es decir por lo menos un tratamiento y un bloque es diferente. Para esta variable el coeficiente de variación es de 11,37 % que expresa la confiabilidad de los datos registrados en el experimento.

**Tabla 10.** Prueba de Tukey (5 %) para altura de mazorca de diez cultivares de maíz amarillo duro

OM	Nombre de tratamientos	Altura de planta (cm)	Significación Tukey 5 %
1	INIA 617- Chuska	114	a
2	DK-1596	113	a b
2	Marginal 28T (testigo)	106	a b
2	DK-7088	103	a b
2	DK-399	101	a b
2	PAC-860	99	a b
2	INIA 619 - Megahíbrido	98	a b
2	ZAS	98	a b
2	PAC-105	93	a b
3	8420	86	b

OM: Orden de mérito

Fuente: Elaboración propia

En la prueba de Tukey al 5 % realizada para altura de inserción de mazorca de los tratamientos, se observa que los cultivares INIA 617- Chuska, DK-1596, Marginal 28T (testigo), DK-7088, DK-399, PAC-860, INIA 619 - Megahíbrido, ZAS y PAC-105 tienen alturas de mazorca estadísticamente iguales que varían entre 114 y 93 cm, INIA 617- Chuska con 114 cm tiene altura de mazorca más alta que 8420 con 86 cm.

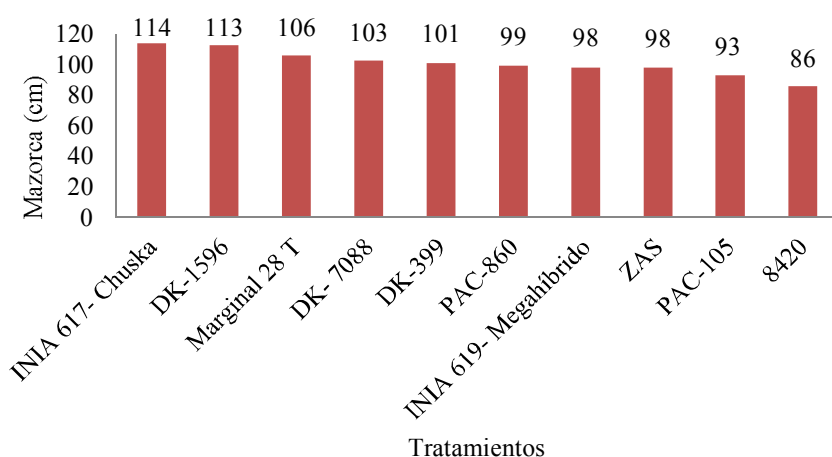


Grafico 3. Altura de mazorca de diez cultivares de maíz amarillo duro

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Prueba de Tukey (5 %) para altura de mazorca por bloques de 10 cultivares de maíz amarillo duro

OM	Bloques	Altura de mazorca (cm)	Significación Tukey 5 %
1	II	112	a
2	I	108	a b
3	III	99	b
4	IV	86	c

OM: Orden de mérito

Fuente: Elaboración propia

Al realizar la prueba de significación de Tukey al 5 % para altura de mazorca por bloques de diez cultivares de maíz amarillo duro, (tabla 11) se observa que en el bloque II y I los tratamientos presentaron plantas con porte estadísticamente iguales con medias de 112 y 108 cm respectivamente, siendo superior la altura de

mazorca del bloque II respecto a la altura promedio registrado en el bloque IV que presentó plantas de porte bajo debido a la menor calidad del suelo de este bloque.

#### 4.3. Floración masculina

**Tabla 12.** *Análisis de varianza para floración masculina de diez cultivares de maíz amarillo duro*

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.
					0,05	0,01	
Tratamiento (t)	9	220,725	24,525	19,490	2,250	3,150	**
Bloque (B)	3	22,275	7,425	5,900	2,960	4,600	**
Error	27	33,975	1,258				
Total	39	276,975					

CV: 1,58 %                      \*\*: Altamente significativo

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de varianza (tabla 12) para la variable días a floración masculina, se observa que para tratamientos y bloques existen diferencias altamente significativas, es decir que por lo menos un tratamiento y un bloque es diferente. Para esta variable el coeficiente de variación es de 1,58 %.



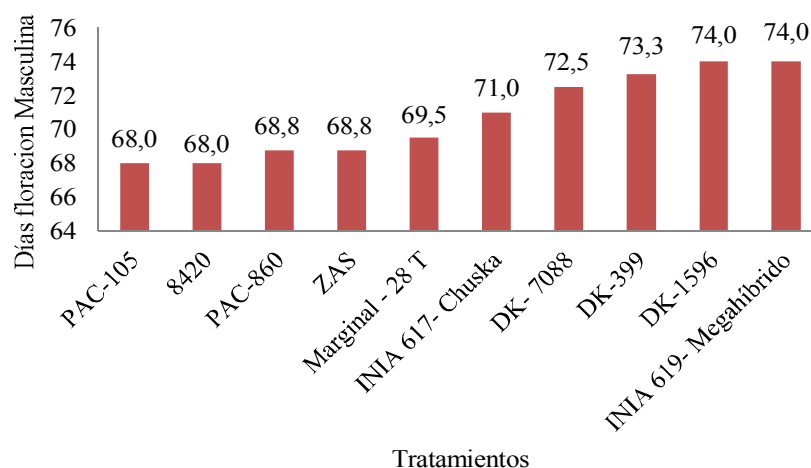
**Tabla 13.** Prueba de Tukey (5 %) para floración masculina de diez cultivares de maíz amarillo duro

<b>OM</b>	<b>Nombre de tratamientos</b>	<b>Nº días FM</b>	<b>Significación Tukey 5 %</b>
1	INIA 619 - Megahíbrido	74,0	a
1	DK-1596	74,0	a
2	DK-399	73,3	a b
2	DK-7088	72,5	a b
2	INIA 617 - Chuska	71,0	a b
3	Marginal 28T (testigo)	69,5	b c
4	ZAS	68,8	c d
4	PAC-860	68,8	c d
5	PAC-105	68,0	d
5	8420	68,0	d

OM: Orden de mérito

Fuente: Elaboración propia

En la prueba de Tukey al 5 % realizada para floración masculina, se observa que los cultivares INIA 619 - Megahíbrido, DK – 1596, DK – 399, DK – 7088 y INIA 617 – Chuska presentan mayor número de días a floración masculina estadísticamente similares, los dos primeros con 74 días, seguidamente el tercero, cuarto y quinto con 73,3, 72,5 y 71 días y el testigo con 69,5 días. Los tratamientos ZAS, PAC – 860, PAC – 105 Y 8420 expresaron días a floración entre 68,8 y 68 días siendo los últimos cuatro estadísticamente iguales. PAC-105 y 8420 con 68 días tiene menos días que INIA 619 - Megahíbrido y DK-1596 ambos con 74 días.



*Gráfico 4.* Días a floración masculina de diez cultivares de maíz amarillo duro  
Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 4, se aprecia de mejor manera las diferencias de los promedios para días a floración masculina, los híbridos PAC-105, 8420, ZAS, PAC-860 y la variedad testigo Marginal 28T muestran ser más precoces que los otros cinco tratamientos.

**Tabla 14.** Prueba de Tukey (5 %) para floración masculina por bloque de diez cultivares de maíz amarillo duro

OM	Bloque	Nº días FM	Significación Tukey 5 %
1	IV	71,90	a
1	III	71,00	a
2	II	70,10	b
3	I	70,10	b

OM: Orden de mérito

Fuente: Elaboración propia

Al realizar la prueba de significación de Tukey al 5 %, para floración masculina a nivel de bloques (tabla 14) se observa que en los bloques I, II y III los días a floración masculina son estadísticamente iguales con promedios de 70,10, 70,10 y 71,00 días, los dos primeros estadísticamente con menor número de días que en bloque IV con 71,9 días.

#### 4.4. Floración femenina

**Tabla 15.** *Análisis de varianza para floración femenina de diez cultivares de maíz amarillo duro*

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.
					0,05	0,01	
Tratamientos (t)	9	54,000	6,000	3,910	2,250	3,150	**
Bloques (B)	3	8,100	2,700	1,760	2,960	4,600	NS
Error	27	41,400	1,533				
Total	39	103,500					

CV: 1,73 %                      \*\*: Altamente significativo                      NS: No significativo

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de varianza (tabla 15) para la variable días a la floración femenina, se observa para tratamientos existen diferencias altamente significativas, es decir que por lo menos un tratamiento es diferente; mientras que para bloques no hay diferencia significativa. El coeficiente de variación es de 1,73 %.

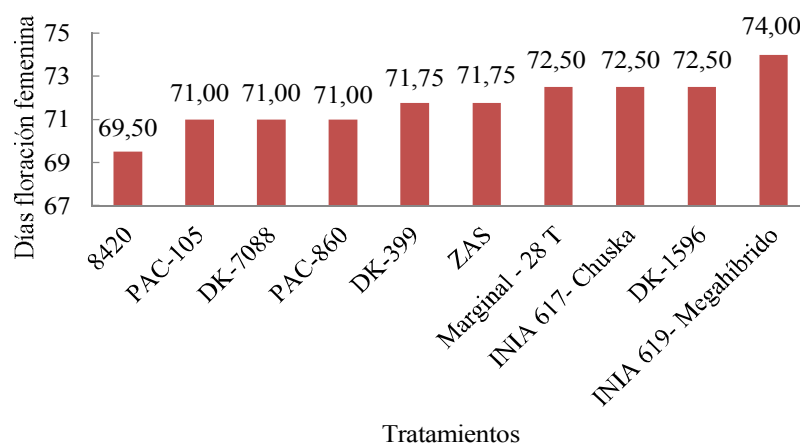
**Tabla 16.** Prueba de Tukey (5 %) para floración femenina por tratamiento de diez cultivares de maíz amarillo duro

<b>OM</b>	<b>Nombre de tratamientos</b>	<b>Nº días FF</b>	<b>Significación Tukey 5 %</b>
1	INIA 619 - Megahíbrido	74,00	a
2	Marginal 28T (Testigo)	72,50	a b
2	INIA 617- Chuska	72,50	a b
2	DK-1596	72,50	a b
2	DK-399	71,75	a b
2	ZAS	71,75	a b
2	PAC-105	71,00	a b
2	DK-7088	71,00	a b
2	PAC-860	71,00	a b
3	8420	69,50	b

OM: Orden de Mérito

Fuente: Elaboración propia

En la prueba de Tukey al 5 % (tabla 16) realizada para floración femenina, se aprecia que los tratamientos INIA 619 – Megahíbrido, Marginal 28T (testigo), INIA 617 – Chuska, DK – 1596, DK – 399, ZAS, PAC – 105, DK – 7088 Y PAC - 860 presentan número de días a floración femenina estadísticamente similares con valores que varían entre 74 y 71 días. El híbrido 8420 con 69,5 días presenta menor número de días a floración femenina que INIA 619 – Megahíbrido con 74 días.



*Grafico 5.* Días a la floración femenina de diez cultivares de maíz amarillo duro

Fuente: Elaboración propia

En el grafico 5, los promedios de número de días a floración femenina se observa claramente la diferencia en días del híbrido 8420 con 69,5 días con respecto al tratamiento INIA 619 - Megahíbrido con 74 días.

#### **4.5. Aspecto de planta**

El aspecto de la planta se ha evaluado mediante observación visual, conjugando características cualitativas y cuantitativas como altura de planta, altura de mazorca, uniformidad de crecimiento y desarrollo de las plantas, cobertura de mazorca, sanidad, sobre todo presencia de enfermedades, y acame de plantas, aplicando la escala de 1 a 4, donde 1= Excelente, 2= Bueno, 3= Regular y 4= Deficiente o Malo.

**Tabla 17.** *Aspecto de planta de diez cultivares de maíz amarillo duro*

Nombre tratamiento	Altura planta (cm)	Altura mazorca (cm)	Acame raíz (%)	Acame tallo (%)	Rto. t/ha	Aspecto mazorca	Aspecto planta
8420	169,75	85,75	0,00	0,58	8,679	2	1
ZAS	185,50	98,00	0,00	1,17	9,860	2	2
PAC-105	193,50	93,00	0,00	0,00	9,980	2	1
INIA 619- Megahíbrido	205,75	98,25	0,00	2,34	8,586	2	2
PAC-860	207,75	99,25	0,00	0,00	10,660	2	1
DK-399	208,25	101,00	0,00	0,00	10,170	2	1
Marginal 28 T (testigo)	210,50	106,00	0,00	5,95	7,722	3	3
DK- 7088	216,50	102,50	0,65	0,59	10,251	2	1
DK-1596	217,75	112,75	0,00	0,65	9,750	2	1
INIA 617- Chuska	221,00	114,25	0,00	2,98	8,791	2	3

Fuente: Elaboración propia

En aspecto de planta (tabla 17) destacan los tratamientos 8420, PAC-105, PAC-860, DK-399, DK-7088 y DK-1596 calificados como excelente (1) en aspecto de planta, le siguen ZAS e INIA 619 – Megahíbrido con calificación de buenos; la variedad sintética INIA 617 – Chuska y la variedad PL testigo Marginal 28T fueron calificadas como Regulares, lo cual es dable, por cuanto los ocho primeros son híbridos, por lo mismo tienen plantas idénticas con arquetipo definido, con altura de planta y mazorca uniforme, mientras que las variedades que tienen amplia base genética no presentan la uniformidad que tienen los híbridos.

#### 4.6. Acame de raíz

**Tabla 18.** Promedio número y porcentaje de plantas con acame de raíz de diez cultivares de maíz amarillo duro

<b>Nombre de tratamiento</b>	<b>Promedio plantas acame raíz</b>	<b>% Plantas acame raíz</b>	<b>N° plantas cosechadas</b>
PAC-860	0,00	0,00	43,80
PAC-105	0,00	0,00	43,00
DK-399	0,00	0,00	43,00
8420	0,00	0,00	42,80
INIA 619 - Megahíbrido	0,00	0,00	42,80
ZAS	0,00	0,00	42,50
INIA 617- Chuska	0,00	0,00	42,00
Marginal 28 T (testigo)	0,00	0,00	42,00
DK-1596	0,00	0,00	41,50
DK-7088	0,25	0,64	38,80

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 18, para la variable porcentaje de acame de raíz, se observa que con excepción del tratamiento DK-7088 que presentó promedio de 0,25 plantas con acame de raíz equivalente a 0,64 %, valor no significativo, nueve tratamientos no presentaron plantas con acame de raíz, por el buen desarrollo radicular y presencia de raíces adventicias (zancos) característica predominante en los maíces amarillos duros que hace que tengan buen anclaje en el suelo por tal razón no se realiza el análisis estadístico (ANVA).

#### 4.7. Acame de tallo

**Tabla 19.** Promedio número y porcentaje de plantas con acame de tallo de diez cultivares de maíz amarillo duro

<b>Nombre de tratamiento</b>	<b>Promedio plantas acame tallo</b>	<b>% Plantas acame tallo</b>	<b>N° Plantas cosechadas</b>
PAC-860	0,00	0,00	43,80
DK-399	0,00	0,00	43,00
DK-1596	0,00	0,00	41,50
PAC-105	0,25	0,58	43,00
ZAS	0,25	0,59	42,50
DK-7088	0,25	0,64	38,80
INIA 619 - Megahíbrido	0,50	1,17	42,80
8420	1,00	2,34	42,80
INIA 617- Chuska	1,25	2,98	42,00
Marginal 28 T (testigo)	2,50	5,95	42,00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19, para la variable porcentaje de acame de tallo, se observa que los híbridos PAC-860, DK-399 y DK-1596 no presentaron plantas con acame de tallo, PAC-105, ZAS y DK-7088 presentaron promedio de 0,25 plantas con acame de tallo equivalente a 0,58, 0,59 y 0,64 % respectivamente, INIA 619 – Megahíbrido promedio de 0,50 plantas (1,17 %), 8420 promedio de 1 planta (2,34 %), INIA 617- Chuska promedio de 1,25 plantas (2,98 %), y la variedad testigo Marginal 28T promedio más alto de 2,50 plantas con acame de tallo equivalente a 5,95 %, por esta razón no se realiza el análisis estadístico (ANVA).



#### 4.8. Número de plantas cosechadas

**Tabla 20.** *Análisis de varianza para número de plantas cosechadas por unidad experimental de diez cultivares de maíz amarillo*

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.
					0,05	0,01	
Tratamientos (t)	9	67,400	7,489	3,027	2,250	3,150	*
Bloques (B)	3	12,200	4,067	1,644	2,960	4,600	NS
Error	27	66,800	2,474				
Total	39	146,400					

CV: 3,73 %                      \*: Significativo                      NS: No significativo

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de varianza (tabla 20) del variable número de plantas cosechadas por unidad experimental para tratamientos existe diferencia significativa, lo que indica que por lo menos un tratamiento es diferente y para bloques no existe diferencia significativa. Para esta variable el coeficiente de variación es de 3,73 %.

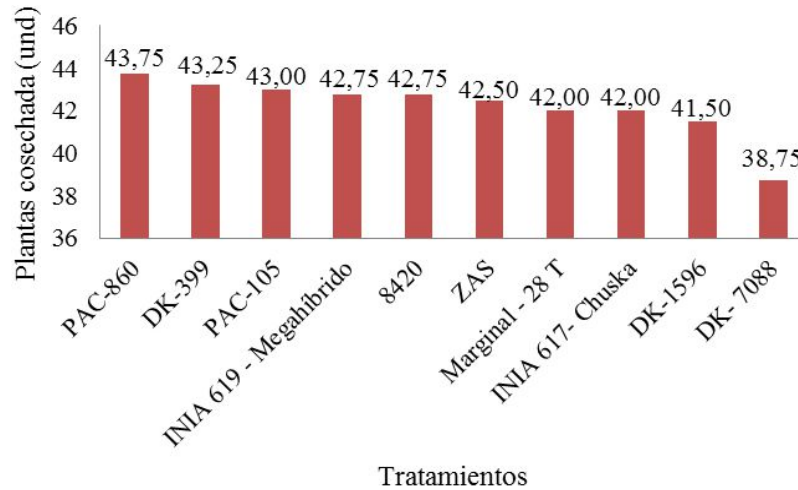
**Tabla 21.** Pruebas de Tukey (5 %) para número de plantas cosechadas por unidad experimental de diez cultivares de maíz amarillo

<b>OM</b>	<b>Nombre de tratamiento</b>	<b>N° Plantas cosechadas</b>	<b>Significación Tukey 5 %</b>
1	PAC-860	43,80	a
1	DK-399	43,00	a
1	PAC-105	43,00	a
1	INIA 619 - Megahíbrido	42,80	a
1	8420	42,80	a
2	ZAS	42,50	a b
2	Marginal 28T (Testigo)	42,00	a b
2	INIA 617- Chuska	42,00	a b
2	DK-1596	4150	a b
3	DK-7088	38,80	b

OM: Orden de Mérito

Fuente: Elaboración propia

La tabla 21, muestra los resultados de la prueba de Tukey al 5 % para número de plantas cosechadas por unidad experimental, donde se observa que los tratamientos PAC-860, DK-399, PAC-105, INIA 619 - Megahíbrido, 8420 se cosecharon mayor número de plantas cercano a la población planificada de 44 plantas por unidad experimental (dos surcos), con promedios estadísticamente iguales. En DK-7088 el número de plantas cosechadas fue menor, 38,80 plantas.



*Grafico 6.* Número de plantas cosechadas por unidad experimental de diez cultivares de maíz amarillo duro

Fuente: Elaboración propia

En el grafico 6, se observa de mejor manera el número de plantas cosechadas promedio en cada uno de los diez tratamientos, observándose que en los primeros nueve tratamientos que incluye al testigo Marginal 28T se han cosechado cantidades de plantas entre 43,80 y 41,50 cercanas a la población planificada de 44 plantas por unidad experimental; solo en DK-7088 se ha cosechado 38,80 plantas.

#### 4.9. Número de mazorcas cosechadas

**Tabla 22.** *Análisis de varianza para número de mazorcas cosechadas por unidad experimental de diez cultivares de maíz amarillo*

FV	GL	SC	CM	F C	FT		Sig.
					0,05	0,01	
Tratamientos (t)	9	109,100	12,122	1,390	2,250	3,150	NS
Bloques (B)	3	46,700	15,567	1,790	2,960	4,600	NS
Error	27	235,300	8,715				
Total	39	391,100					

CV: 6,54 %

NS: No significativo

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza para número de mazorcas cosechadas (tabla 22) no existe diferencia significativa entre tratamientos y bloques. Para esta variable el coeficiente de variación es de 6,54 %.

**Tabla 23.** *Cuadro ordenado de número de mazorcas cosechadas de diez cultivares de maíz amarillo duro*

Nombre del tratamiento	Promedio mazorcas
PAC-860	47,75
DK-399	46,50
PAC-105	46,25
8420	46,00
INIA 619- Megahíbrido	45,75
ZAS	45,50
INIA 617- Chuska	44,50
Marginal 28T (testigo)	44,50
DK-1596	42,50
DK- 7088	42,25

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al ANVA no existe diferencia significativa entre tratamientos, es decir que el número de mazorcas cosechadas en cada uno de los tratamientos es estadísticamente similar.

#### 4.10. Prolificidad

**Tabla 24.** *Análisis de varianza para prolificidad de diez cultivares de maíz amarillo*

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.
					0,05	0,01	
Tratamientos (t)	9	0,132	0,015	4,450	2,250	3,150	**
Bloques (B)	3	0,026	0,009	2,580	2,960	4,600	NS
Error	27	0,089	0,003				
Total	39	0,247					

CV: 5,37 %

\*\* : Altamente significativo

NS: No significativo

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza para prolificidad (tabla 24) existen diferencias altamente significativas entre tratamientos por lo menos un tratamiento es diferente; mientras que para bloques no hay diferencia significativa. Para esta variable el coeficiente de variación es de 5,37 %.

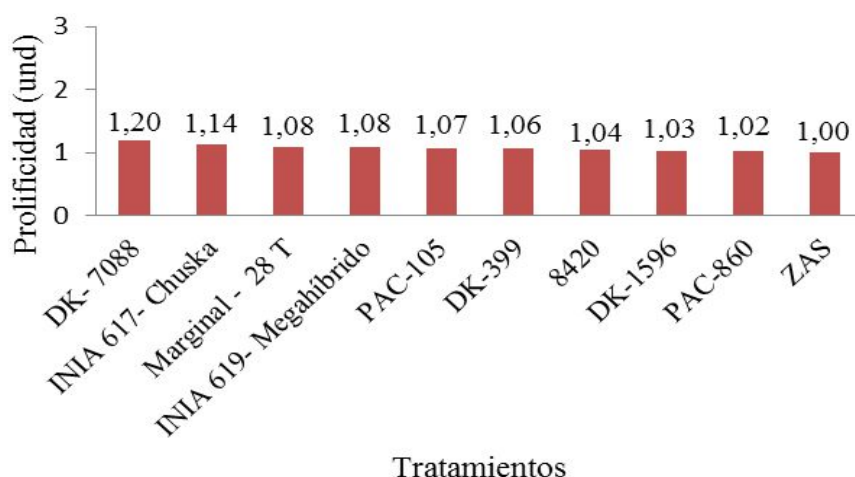
**Tabla 25.** Prueba de Tukey (5 %) para prolificidad de diez cultivares de maíz amarillo

<b>OM</b>	<b>Nombre de tratamientos</b>	<b>Prolificidad (mazorcas/planta)</b>	<b>Significación Tukey 5 %</b>
1	DK-7088	1,20	a
2	INIA 617 - Chuska	1,14	a b
3	Marginal 28T (testigo)	1,08	a b c
3	INIA 619 - Megahíbrido	1,08	a b c
3	PAC-105	1,07	a b c
3	DK-399	1,06	a b c
4	8420	1,04	b c
4	DK-1596	1,03	b c
4	PAC-860	1,02	b c
5	ZAS	1,00	c

OM: Orden de mérito

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25, muestra los resultados de la prueba de Tukey al 5 % para prolificidad, donde se observa que los tratamientos DK-7088, INIA 617 - Chuska, Marginal 28T, INIA 619 - Megahíbrido, PAC-105 y DK-399 tienen prolificidad estadísticamente similar con medias de 1,20, 1,14, 1,08, 1,08, 1,07 y 1,06 mazorcas por planta respectivamente; a la vez INIA 617 - Chuska, Marginal 28T, INIA 619 - Megahíbrido, PAC-105 y DK-399 estadísticamente tienen similar prolificidad que 8420, DK-1596 y PAC-860 con 1,04, 1,03 y 1,02 mazorcas por planta, ZAS solo tiene Índice de 1,0 equivalente a 1,0 mazorca por planta, estadísticamente es superado por DK-7088 con 1,20 mazorcas por planta. Es importante mencionar que los cultivares que tienen más de una buena mazorca por planta tenderán a tener mayor productividad.



*Grafico 7.* Prolificidad de diez cultivares de maíz amarillo.

Fuente: Elaboración propia

En el grafico 7, se aprecia de mejor manera la prolificidad expresado por los diez cultivares de maíz amarillo, destacando los tratamientos DK-7088, INIA 617 - Chuska, Marginal 28T (testigo), INIA 619 - Megahíbrido, PAC-105 y DK-399 con promedios de 1,20, 1,14, 1,08, 1,08, 1,07 y 1,06 unidades respectivamente. ZAS no manifestó prolificidad, solo tuvo en promedio una mazorca por planta.

#### **4.11. Calidad de las mazorcas**

En esta variable se ha evaluado el aspecto general de las mazorcas al momento de la cosecha mediante observación visual, conjugando uniformidad en tamaño de mazorca, llenado de mazorcas y granos, textura y color de grano, cobertura de mazorca y sanidad de mazorca, aplicando la escala de 1 a 5, donde: 1= Optimo, 2 = Bueno, 3 = Regular, 4 = Malo, 5 = Deficiente. (INIA, 2014).

**Tabla 26.** *Calidad de las mazorcas de diez cultivares de maíz amarillo*

<b>Nombre de tratamiento</b>	<b>Longitud mazorca (cm)</b>	<b>Diámetro mazorca (cm)</b>	<b>Textura de grano</b>	<b>Aspecto mazorca</b>	<b>Calidad mazorca</b>
DK- 7088	17,21	5,45	Semicristalino	Bueno	2
PAC-105	18,28	5,16	Semicristalino	Bueno	2
INIA 617 – Chuska	17,81	5,04	Semicristalino	Bueno	2
8420	17,69	5,18	Semicristalino	Bueno	2
INIA 619 – Megahíbrido	19,63	4,74	Semicristalino	Bueno	2
PAC-860	18,63	5,26	Semidentado	Bueno	2
DK-399	18,30	5,28	Semidentado	Bueno	2
ZAS	17,08	5,76	Semidentado	Bueno	2
DK-1596	17,82	5,42	Semidentado	Bueno	2
Marginal 28 T (testigo)	17,46	4,93	Semidentado	Regular	3

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 26, se observa que los tratamientos DK- 7088, PAC-105, INIA 617 – Chuska, 8420 e INIA 619 – Megahíbrido con calificación de dos presentan mazorcas de buena calidad con granos de textura semicristalina preferidos por la agroindustria, los tratamientos PAC-860, DK-399, ZAS y DK-1596 presentan mazorcas con tendencia a buena calidad, un tanto menor a los primeros por la textura que presentan sus grano calificados como semidentados, la variedad Marginal 28T (testigo) presenta mazorcas de tamaño des uniforme con textura semidentado tendiente a dentado, características que hacen que sus mazorcas sean calificadas como de regular calidad. En general de los diez tratamientos, nueve presentan mazorcas con buena calidad, mejores que las mazorcas de la variedad testigo Marginal 28T.



#### 4.12. Textura de grano

En la evaluación de la textura de grano se utilizó la escala de 1 a 4 (1 = Cristalino, 2 = Semicristalino, 3 = Semidentado, 4 = Dentado). (INIA, 2014).

**Tabla 27.** *Textura de grano de diez cultivares de maíz amarillo duro*

<b>Nombre de tratamiento</b>	<b>Textura</b>	<b>Descripción</b>
PAC-105	2	Semicristalino
8420	2	Semicristalino
DK-7088	2	Semicristalino
INIA 619 - Megahíbrido	2	Semicristalino
INIA 617- Chuska	2	Semicristalino
PAC-860	3	Semidentado
DK-399	3	Semidentado
DK-1596	3	Semidentado
ZAS	3	Semidentado
Marginal 28T (testigo)	3	Semidentado

Fuente: Elaboración propia

La textura de grano es importante en la industria de alimentos balanceados, los granos cristalinos y semicristalinos son preferidos por cuanto los granos se quiebran y tienen menos pérdidas en forma de partículas de polvo o harina durante la molienda, con estas texturas fueron calificados los tratamientos PAC-105, 8420, DK-7088, INIA 619 – Megahíbrido e INIA 617 - Chuska. Sin embargo, cultivares con texturas de grano semidentado y dentado siguen teniendo aceptación, sobre todo si estos son de alta productividad y no se dispone de otros cultivares con textura semicristalina o cristalina.

#### 4.13. Número de hileras por mazorca

**Tabla 28.** *Análisis de varianza para número de hileras por mazorca de diez cultivares de maíz amarillo duro*

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.
					0,05	0,01	
Tratamientos (t)	9	108,284	12,032	19,880	2,250	3,150	**
Bloques (B)	3	1,420	0,473	0,782	2,960	4,600	NS
Error	27	16,340	0,605				
Total	39	126,044					

CV: 4,95 %    \*\*: Altamente significativo    NS: No significativo

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de varianza (tabla 28) para el variable número de hileras por mazorca, se observa que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, es decir por lo menos uno de los tratamientos es diferente; mientras que para bloques no hay diferencia significativa. Para esta variable el coeficiente de variación es de 4,95 %.

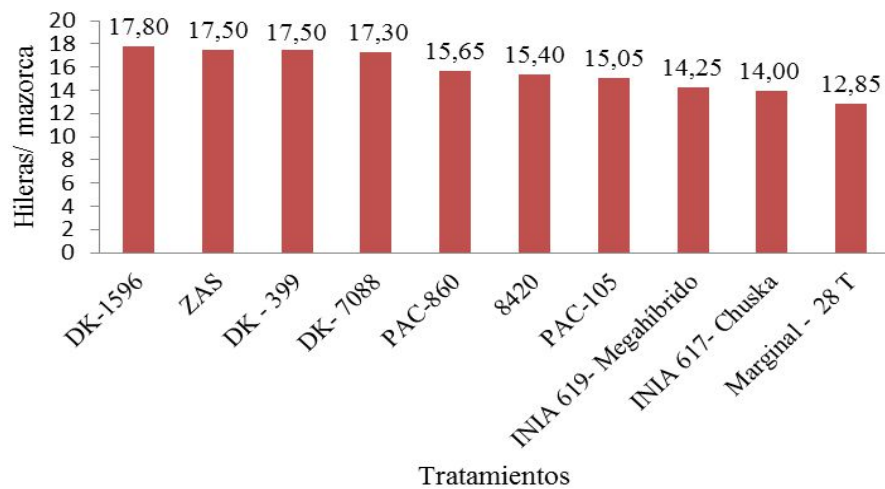
**Tabla 29.** Prueba de Tukey (5 %) para número de hileras por mazorca de diez cultivares de maíz amarillo duro

<b>OM</b>	<b>Nombre de tratamientos</b>	<b>N° hileras/maz</b>	<b>Significación Tukey 5 %</b>
1	DK-1596	18,00	a
2	ZAS	17,00	a b
2	DK-399	17,00	a b
2	DK-7088	17,00	a b
3	PAC-860	16,00	b c
4	8420	15,00	c
4	PAC-105	15,00	c
5	INIA 619 - Megahíbrido	14,00	c d
5	INIA 617 - Chuska	14,00	c d
6	Marginal 28T (testigo)	13,00	d

OM: Orden de mérito

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 29, muestra los resultados de la prueba de Tukey al 5 % para número de hileras por mazorca, donde se observa que los híbridos DK-1596, ZAS, DK-399 y DK-7088 presentan mayor número de hileras, estadísticamente iguales, con promedios de 18,00, 17,00, 17,00 y 17,00 hileras respectivamente. PAC-860, 8420, PAC-105, INIA 619 – Megahíbrido e INIA 617 – Chuska expresaron número de hileras entre 16,00 y 14 hileras, estadísticamente similares; DK-1596 con 17,8 hileras es superior a Marginal 28T (testigo) que con respecto a los otros nueve tratamientos tiene menor número de hileras de 13.



*Grafico 8.* Número de hileras por mazorca de diez cultivares de maíz amarillo duro

Fuente: Elaboración propia

En el grafico 8, se observa más claramente que los híbridos DK-1596, ZAS, DK-399 y DK-7088 presentan mayor número de hileras con promedios de 17,80, 17,50, 17,50 y 17,30 hileras respectivamente y que el híbrido DK-1596 con 17,8 hileras estadísticamente es superior a la variedad testigo Marginal 28T que tiene el menor número de hileras de 12,85, menor que loa otros nueve tratamientos.

#### 4.14. Número de mazorcas sanas

**Tabla 30.** *Número y porcentaje de mazorcas sanas de diez cultivares de maíz amarillo duro*

<b>Nombre de tratamiento</b>	<b>Total mazorcas</b>	<b>Mazorcas sanas</b>	<b>Mazorcas sanas (%)</b>
INIA 617 - Chuska	47,75	47,50	99,48
INIA 619 - Megahíbrido	46,25	45,50	98,38
PAC-860	44,50	43,75	98,31
ZAS	42,25	41,50	98,22
DK-399	45,75	44,75	97,81
Marginal 28T (testigo)	45,50	44,50	97,80
DK- 7088	46,50	45,00	96,77
8420	44,50	42,50	95,51
DK-1596	42,50	40,50	95,29
PAC-105	46,00	43,50	94,57

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 30, se observa que los cultivares con mayor número y porcentaje de mazorcas sanas son INIA 617 – Chuska con 47,5 mazorcas sanas (99,48 %), INIA 619 - Megahíbrido con 45,5 (98,38 %), PAC-860 con 43,75 (98,31 %) y ZAS con 41,5 (98,22 %), les siguen -399, Marginal 28T (testigo) y DK – 7088 con 44,75 (97,81 %), 44,5 (97,80 %) y 45 (96,77 %) de mazorcas sanas respectivamente, 8420, DK-1596 y PAC-105 presentan menos mazorcas sanas, 42,5 (95,51 %), 40,5 (95,29 %) y 43,5 (94,57 %) respectivamente.

#### 4.15. Número de mazorcas enfermas

**Tabla 31.** *Número y porcentaje de mazorcas enfermas de diez cultivares de maíz amarillo duro*

<b>Nombre de tratamiento</b>	<b>Total mazorcas</b>	<b>Mazorcas enfermas (promedio)</b>	<b>Mazorcas enfermas (%)</b>	<b>Grado infestación</b>
INIA 617 - Chuska	47,75	0,25	0,52	1
INIA 619 - Megahíbrido	46,25	0,75	1,62	2
PAC-860	44,50	0,75	1,69	2
ZAS	42,25	0,75	1,78	2
DK-399	45,75	1,00	2,19	2
Marginal 28T (testigo)	45,50	1,00	2,20	2
DK- 7088	46,50	1,50	3,23	2
8420	44,50	2,00	4,49	2
DK-1596	42,50	2,00	4,71	2
PAC-105	46,00	2,50	5,43	2

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 31, se observa que los cultivares con menor número y porcentaje de mazorcas enfermas son INIA 617 – Chuska con 0,25 mazorcas enfermas (0,52 %), INIA 619 - Megahíbrido con 0,75 (1,62 %), PAC-860 con 0,75 (1,69 %) y ZAS con 0,75 (1,78 %), les siguen DK-399, Marginal 28T (testigo) y DK – 7088 con 1,0 (2,19 %), 1,0 (2,20 %) y 1,5 (3,23 %) de mazorcas enfermas respectivamente, 8420, DK-1596 y PAC-105 presentan más mazorcas enfermas, con 2,0, 2,0 y 2,5 mazorcas equivalentes a 4,49, 4,71 y 5,43 % respectivamente, sin embargo, observando que las mazorcas presentan daños que no afectan toda la mazorca, los porcentajes de daño son considerados bajos.

No hubo ataque de enfermedades foliares, que puede deberse a la resistencia de los cultivares evaluados o por haberse evaluado los cultivares en época seca.

#### 4.16. Incidencia de insectos plaga

**Tabla 32.** Incidencia del gusano cogollero en diez cultivares de maíz amarillo duro

Nombre de tratamiento	Total, N° plantas	N° plantas afectadas	Incidencia %	Índice de daño
DK-399	42,25	5	11,83	3
INIA 617- Chuska	43,25	6	13,87	3
ZAS	43,25	6	13,87	3
INIA 619- Megahíbrido	42,75	7	16,37	3
PAC-860	41,75	7	16,77	3
8420	42,50	8	18,82	3
PAC-105	42,25	8	18,93	3
DK- 7088	39,50	9	22,78	3
Marginal 28T (testigo)	43,25	10	23,12	3
DK-1596	41,50	11	26,51	4

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 32, el ataque del gusano cogollero al momento de la evaluación tuvo entre 11,83 y 26,51 % de incidencia, los tratamientos más afectados fueron DK -1596, Marginal 28T (testigo) y DK-7088 y los tratamientos menos afectados fueron DK-399, INIA 617 – Chuska y ZAS.

El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) desde el punto de vista económico, es la plaga más importante que ataca al maíz, se presentó con mayor daño e incidencia entre las etapas fenológicas V6 (6 hojas) y V8 (8 hojas), para su

control se recurrió a la aplicación de insecticidas químico cada siete días en tres oportunidades, asimismo, se realizó una aplicación de insecticidas químico para el control del pulgón de la hoja del maíz (*Rhopalosiphum maidis*).

#### 4.17. Número de días a madurez de cosecha

**Tabla 33.** Número de días a madurez de cosecha de diez cultivares de maíz amarillo

<b>Nombre de tratamiento</b>	<b>Floración masculina (dds)</b>	<b>floración femenina (dds)</b>	<b>Humedad cosecha (%)</b>	<b>Madurez fisiológica (dds)</b>
8420	68	68	21,93	131
PAC-105	68	71	24,15	135
PAC-860	68	71	24,23	135
DK-399	71	71	23,70	135
DK-7088	71	71	25,00	140
DK-1596	71	71	23,48	135
ZAS	68	71	27,25	143
INIA 617- Chuska	71	71	22,15	131
Marginal 28T (testigo)	71	71	22,93	131
INIA 619 - Megahíbrido	74	74	23,58	135

Fuente: Elaboración propia

La diferencia de ciclo vegetativo de los diez tratamientos varía en pocos días deducido de los días a floración masculina y femenina relacionado con el contenido de humedad del grano en la cosecha. Todos los cultivares son considerados como de ciclo intermedio, varía entre 131 y 143 días a madurez fisiológica.



#### 4.18. Índice de desgrane

**Tabla 34.** Análisis de varianza para índice de desgrane de diez cultivares de maíz amarillo duro

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.
					0,05	0,01	
Tratamiento (t)	9	0,015	0,002	38,020	2,250	3,150	**
Bloques (B)	3	0,000	0,000	0,750	2,960	4,600	NS
Error	27	0,001	0,000				
Total	39	0,016					

CV: 0,81 %

\*\* : Altamente significativo

NS: No significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 34, muestra los resultados del análisis de varianza para índice de desgrane de diez cultivares de maíz, donde se aprecia que para tratamientos existe diferencias altamente significativas, es decir que por lo menos un tratamiento es diferente; para bloques no existe diferencia significativa. Para esta variable el coeficiente de variación es de 0,81 %

**Tabla 35.** Pruebas de Tukey (5 %) para índice de desgrane de diez cultivares de maíz amarillo duro

<b>OM</b>	<b>Nombre de tratamientos</b>	<b>Índice de desgrane (%)</b>	<b>Significación Tukey 5 %</b>
1	DK-1596	0,85	a
2	DK-7088	0,84	a b
3	PAC-860	0,84	b
3	PAC-105	0,84	b
3	DK-399	0,83	b
4	INIA 619 - Megahíbrido	0,81	c
4	Marginal 28T (testigo)	0,81	c
4	INIA 617- Chuska	0,80	c
4	8420	0,80	c
4	ZAS	0,80	c

OM: Orden de mérito

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 35, muestra los resultados de la prueba Tukey al 5 % para la variable índice de desgrane, donde los híbridos DK-1596 y DK-7088 son estadísticamente iguales, presentan los mayores índices de desgrane de 0,85 y 0,84 y son superiores a los tratamientos INIA 619 – Megahíbrido (0,81), Marginal 28T (testigo) con 0,81, INIA 617- Chuska (0,80), 8420 (0,80) y ZAS con 0,80. A su vez, DK-7088 tiene índice de desgrane similar a PAC-860 (0,84), PAC-105 (0,84) y DK-399 con 0,83 que también tienen índices de desgrane superiores a los tratamientos INIA 619 – Megahíbrido (0,81), Marginal 28T (testigo) con 0,81, INIA 617- Chuska (0,80), 8420 (0,80) y ZAS con 0,80 %.

#### 4.19. Rendimiento de grano (t/ha)

**Tabla 36.** *Análisis de varianza para rendimiento de grano (t/ha) de diez cultivares de maíz amarillo*

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.
					0,05	0,01	
Tratamientos (t)	9	31,694	3,522	9,290	2,250	3,150	**
Bloques (B)	3	28,654	9,552	25,200	2,960	4,600	**
Error	27	10,233	0,379				
Total	39	70,581					

CV: 6,52 %                      \*\*: Altamente significativo

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al análisis de varianza para rendimiento de grano (t/ha) (tabla 36) existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos y entre bloques, es decir por lo menos un tratamiento y un bloque es diferente a los otros. Para esta variable el coeficiente de variación es de 6,52 %.

**Tabla 37.** Prueba de Tukey (5 %) para rendimiento de grano (t/ha) de diez cultivares de maíz amarillo

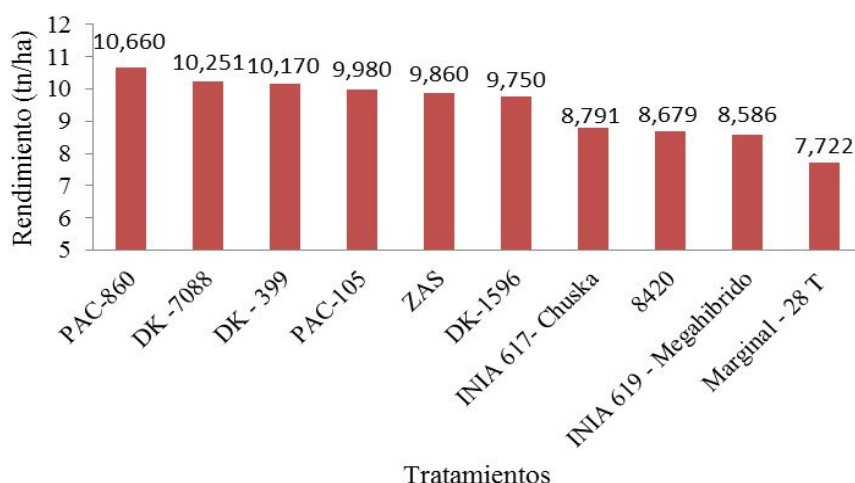
OM	Nombre de tratamientos	Rdto (t)	Significación Tukey 5 %
1	PAC-860	10,660	a
2	DK-7088	10,251	a b
3	DK-399	10,170	a b c
4	PAC-105	9,980	a b c d
4	ZAS	9,860	a b c d
4	DK-1596	9,750	a b c d
5	INIA 617 - Chuska	8,791	b c d e
6	8420	8,679	c d e
7	INIA 619 - Megahíbrido	8,586	d e
8	Marginal 28T (testigo)	7,722	e

OM: Orden de mérito

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 37, se observa que los tratamientos PAC-860 con 10,660 t/ha, DK-7088 (10,251 t/ha), DK-399 (10,170 t/ha), PAC-105 (9,980 t/ha), ZAS (9,860 t/ha), DK-1596 con 9,750 t/ha de grano son los que expresaron los mayores rendimientos, estadísticamente similares, al mismo tiempo, DK-7088, DK-399, PAC-105, ZAS y DK-1596 tienen rendimientos similares a INIA 617 – Chuska (8,791 t/ha). A la vez, DK-399, PAC-105, ZAS y DK-1596 tienen productividad estadísticamente igual al híbrido 8420 con 8,679 t/ha, y a su vez PAC-105, ZAS y DK-1596 tienen rendimientos similares a INIA 619 – Megahíbrido con 8,586 t/ha; en el último lugar la variedad testigo Marginal 28T con 7,722 t/ha estadísticamente tiene productividad similar a INIA 617 – Chuska y a los híbridos 8420 e INIA 619 – Megahíbrido. Destaca la superioridad del híbrido PAC-860

con 10,660 t/ha con relación a la variedad testigo Marginal 28T con 7,722 t/ha. Los rendimientos obtenidos son considerados altos similares a los que Zamora (2011) reportó entre 6,22 y 8,16 t/ha en época de siembra (seca) similar en la que se evaluó el presente trabajo, lo que ratifica que en La Convención se puede producir maíz amarillo duro con rendimientos superiores a 5 t/ha. Todos los cultivares expresaron rendimientos superiores al promedio del distrito Santa Ana (1,417 t/ha) donde se ejecutó el experimento, de la provincia La Convención (1,430 t/ha), de la región Cusco (1,904 t/ha) y de la región selva que es de 2,6 t/ha (DRAC, 2015).



*Grafica 9.* Rendimiento de grano (t/ha) de diez cultivares de maíz amarillo duro.

Fuente: Elaboración propia

En el grafico 9, se aprecia de mejor manera el rendimiento de grano (t/ha) expresado por los diez cultivares de maíz amarillo, destacando la superioridad del híbrido PAC-860 con 10,660 t/ha con relación a la variedad testigo Marginal 28T con 7,722 t/ha.

**Tabla 38.** Prueba de Tukey (5 %) para rendimiento de grano (t/ha) en bloques, de diez cultivares de maíz amarillo

<b>OM</b>	<b>Bloques</b>	<b>Rdto. promedio</b>	<b>Significación Tukey 5 %</b>
1	II	10,25	a
1	I	10,19	a
3	III	9,14	b
4	IV	8,19	c

OM: Orden de mérito

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 38, se aprecia que, en promedio de todos los tratamientos, los rendimientos de grano más altos se han obtenido en los bloques II y I de 10,25 y 10,19 t/ha respectivamente, estadísticamente superiores a los obtenidos en los bloques III con 9,14 y IV con 8,19 t/ha debido a la menor calidad de suelo que presentaron estos dos bloques.

#### **4.20. Análisis bromatológico**

El análisis bromatológico se realizó en QUÍMICA LAB – Cusco donde se evaluaron los diez cultivares de maíz amarillo duro.

**Tabla 39.** *Análisis bromatológico de diez cultivares de maíz amarillo duro*

Nombre del tratamiento	Humedad (%)	Proteínas (%)	Carbohidratos (%)	Grasa (%)	Ceniza	Fibra	pH
ZAS	11,3	8,6	71,9	4,1	1,1	3,0	6,8
INIA- 617 (Chuska)	10,8	8,6	73,2	4,2	1,2	2,8	6,8
DK - 1596	12,3	8,3	71,5	4,2	1,3	3,0	6,8
PAC – 860	12,5	8,2	71,5	4,6	1,3	3,0	6,8
8420	11,8	8,2	70,2	3,8	1,3	3,1	6,8
Marginal - 28T	12,3	8,2	70,5	4,5	1,3	3,3	6,8
PAC - 105	12,5	8,1	70,4	4,8	1,2	3,0	6,8
DK – 399	12,7	8,0	70,1	4,4	1,5	3,3	6,8
DK- 7088	10,6	8,0	73,0	3,9	1,1	3,4	6,8
INIA- 619 (Megahíbrido)	12,3	8,0	70,2	4,5	1,2	3,0	6,8

Fuente: QUÍMICA LAB – Cusco, 2015

En el análisis bromatológico de diez cultivares de maíz amarillo duro (tabla 39) se observa que los contenidos de proteína de los tratamientos varían entre 8,0 y 8,6 %; el contenido de carbohidratos varía entre 70,1 y 73,0 %; el contenido de grasa varía entre 3,8 y 4,8 %, valores que están dentro de lo que normalmente contienen los maíces con endospermo normal.

#### 4.21. Peso hectolítrico

**Tabla 40.** *Peso hectolítrico de diez cultivares de maíz amarillo duro*

<b>Nombre de tratamiento</b>	<b>Kg/Hl</b>
PAC-105	79,6
INIA 617- Chuska	79,2
INIA 619- Megahíbrido	78,0
DK- 7088	76,8
DK-1596	69,2
Marginal 28 T (testigo)	67,2
DK-399	65,1
8420	64,7
ZAS	63,9
PAC-860	63,1

Fuente: EEA ANDENES CUSCO (INIA ,2015)

En la tabla 40, se observa el peso hectolítrica de cada uno de los tratamientos, la cual varía entre 79,6 (PAC-105) y 63,1 Kg/Hl de PAC-860, destacan los primeros cuatro con valores de 79,6 (PAC-105), 79,2 (INIA 617 – Chuska), 78 (INIA 619 – Megahíbrido) y 76,8 Kg/Hl (DK-7088).

#### 4.22. Análisis de rentabilidad

Para realizar el análisis de rentabilidad primero se determinó el costo de producción del maíz amarillo duro con tecnología media utilizando semilla de híbridos que es de 6 867,75 soles/ha y semilla de variedad de 6 202,75 soles/ha, la rentabilidad se ha determinado con el rendimiento más alto obtenido con el



híbrido PAC-860 de 10,660 t/ha y con el más bajo obtenido con el testigo Marginal 28 T de 7,722 t/ha, con precio en chacra de S/. 1,00 por kilogramo de maíz amarillo duro en la zona. El ingreso total con el rendimiento más alto (híbrido PAC-860) es de 10 660,00 soles/ha con una utilidad neta de S/. 3 792,25 con relación beneficio / costo de 1,55 y con el testigo Marginal 28T el ingreso total es de 7 722,00 soles/ ha con utilidad neta de S/. 1 519,25 y beneficio / costo de 1,24 con S/. 2 273,00 de diferencia a favor del mayor rendimiento, lo que indica que los agricultores pueden obtener mayor rentabilidad utilizando tecnología adecuada sobre todo sembrando híbridos con alta productividad como PAC-860. **Ver apéndice. 2**

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

**Primera.** Los cultivares de maíz amarillo duro evaluados provenientes de otras regiones expresaron productividad entre 10,660 y 7,722 t/ha, superior al promedio en condiciones de Santa Ana, La Convención - Cusco con 1,417 t/ha, de la provincia de La Convención 1,430 t/ha, de la región Cusco 1,647 t/ha y de la región selva que es de 2,569 t/ha, por lo cual rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa.

**Segunda.** El híbrido PAC-860 con 10,660 t/ha fue superior en productividad a la variedad testigo Marginal 28T con 7,722 t/ha.

**Tercera.** Los híbridos PAC-860 con 10,660 t/ha, DK-7088 (10,251 t/ha), DK-399 (10,170 t/ha), PAC-105 (9,980 t/ha), ZAS (9,860 t/ha) y DK-1596 con 9,750 t/ha de grano expresaron los mayores rendimientos de grano, la

Variedad INIA 617 – Chuska rindió 8,791 t/ha, el híbrido 8420 dio 8,679 t/ha, INIA 619 – Megahíbrido rindió 8,586 t/ha, el rendimiento más bajo dio la variedad testigo Marginal 28T con 7,722 t/ha, por lo cual rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa en condiciones de Santa Ana, La Convención – Cusco.

**Cuarta.** Los diez cultivares de maíz amarillo duro evaluados desde el punto de vista productivo con un adecuado manejo agronómico constituirían alternativas viables para los productores de maíz del distrito de Santa Ana, entre los híbridos destacan PAC-860, DK-7088, DK-399, PAC-105, ZAS y DK-1596 y entre las variedades INIA 617 – Chuska.

**Quinta.** En general de los diez tratamientos, nueve presentan granos con buena calidad industrial, mejores que los granos de la variedad testigo Marginal 28 Tropical destacan DK-7088, PAC-105, INIA 617 – Chuska y 8420.

**Sexta.** No hubo incidencia de enfermedades foliares en condiciones secas, pero hubo ataque de pudrición de mazorca ocasionado por hongos del género *Fusarium* entre 0,52 y 5,43% de mazorcas con ataque parcial. También hubo ataque de insectos plaga, sobre todo del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) que al momento de la evaluación tuvo entre 11,83 y 26,51% de incidencia, los tratamientos más afectados fueron DK -1596, Marginal 28T (testigo) y DK-7088 y los tratamientos menos afectados fueron DK-399, INIA 617 – Chuska y ZAS.

**Séptima.** Los cultivares identificados en forma participativa con buenas características agronómicas y buen arquetipo de planta fueron los híbridos DK-7088, PAC- 860 y DK-399.

## 5.2. Recomendaciones

**Primera.** Proseguir con la evaluación de los mismos cultivares en el ámbito de la provincia de La Convención en dos épocas de siembra (secano y lluvioso) para comprobar los resultados obtenidos en el presente trabajo, así poder recomendar el mejor o los mejores cultivares a los productores.

**Segunda.** Se recomienda evaluar niveles de fertilización (sintéticos y orgánicos) y densidades de siembra con los genotipos evaluados en este trabajo para obtener mayores alternativas rentables para recomendar al agricultor.

**Tercera.** Es necesario realizar monitoreo permanente del cultivo de maíz para tomar la decisión de realizar un control químico de insectos plaga como el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), y gusanos de tierra (*Agrotis ipsilon* y *Feltia spp.*) sobre todo en siembra de época seca donde hay mayor incidencia.

**Cuarta.** Se recomienda realizar nuevos análisis de costos de producción y de rentabilidad con la finalidad de bajar los costos de producción para obtener mayor rentabilidad considerando precios en épocas de mayor oferta y mayor demanda del mercado local y regional.

## CAPÍTULO VI

### BIBLIOGRAFÍA

- Aldrich, S. y Leng, E. (1974). Produccion Moderna de maiz: primera edicion Editorial Hemisferio Sur S.R.R. Buenos Aires, Argentina.
- Allard, R. W. (1974). Principios de la mejora genética de las plantas. Barcelona, España 498 pp.: Segunda edición: Edicion omega.
- Arca, M. N. (1964). Rendimiento obtenidos en maices híbridos bajo diferentes densidades de siembra y dosis de abonamiento de la costa Peruana. Universidad Nacional Agraria la Molina: Separatas de anales científicos 2(4): 387 - 389. Lima, Peru.
- Bautista, B. J. (1990). Titulo: Estudio Agro botánico de 38 entradas de maiz (*Zea mays* L.) UNSAAC. Cusco, Peru.
- Beingolea, L., y otros (1993). Manual del maiz para la costa . 93 pp.: Primera edicion: Publicación de la coordinacion general de la actividad difusion de tecnologia del proyecto TTA. Lima, Peru.

- Bejarano, A. (2003). El maiz hibrido en la costa peruana: Programa experimental agropecuario, Ministerio de Agricultura. Lima, Peru.
- Camarena, F., y J. y Blas, R. Chura (2008). Mejoramiento genetico y biotecnologico de plantas: Primera Edicion: Universidad Nacional Agraria la Molina, Consejo nacional de ciencia y tecnologia e innovacion tecnologica. Lima, Peru.
- CIMMYT (1987, 1994). World maize and trends: the economics of comercial maize seed production in developing countries. Mexico, DF.
- Concha, M. R. (2007). Efectos de la fertilizacion N - P -K en el crecimiento y rendimiento de tres hibridos de maiz (*Zea Mays L.*) bajo riego por goteo. Tesis: Ingeniero agronomo, Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Peru.
- Cox y Cochran (1974). Diseños Experimentales. Mexico: Trillas.
- Cronquist, A. (1986). Introduccion a la botanica. Mexico: Octava Editorial: S.A.
- Cubero, J.I. (2003). Introduccion a la mejora genetica vegetal . España. 567 pp.: Segunda edicion: ediciones Mundi - Prensa.
- DRA, AA La Convencion (2013).«Campaña agricola .» En Oficina de Informaticva y estadistica de agencia agraria . La Convencion, Cusco, Peru.
- DRA, Cusco (2013). Campaña agricola 2012 - 2013: Oficina de informacion agraria Direccion regional de agricultura. Cusco,Peru.
- Espinoza, E., y M. y Ortiz, J. Mendoza (2004). Rendimeinto de grano y sus componentes prolificas de maiz, en dos densidades de siembra. Recuperado: el 15 de enero de 2015,

<http://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/271%20especial%201/8a.pdf>.

FAO (2001). El maíz en los trópicos, mejoramiento y producción . Brighton. UK, USA: Institute of Development studies at the University of sussex.

Ferraris, G.y Couretot, L. (2004). Ensayo comparativo de híbridos comerciales de maíz en el area de colon - Wheelwright, Argentina. Recuperado el 15 de agosto 2015, <http://www.elsitioagricola.com/articulos/ferraris/ensayo%20comparativo%20de%20híbridos%20comerciales%20de%20maíz%20en%20en%20el%20area%20de%20colon-wheelwright.asp>.

Hallauer, A.R. y Miranda, J.B. (1988). Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press: Second edition: Ames.

Hidalgo, E.y Galvez, M. (2000).Evaluación de híbridos simples y triples de maíz entre posibles grupos heteroticos en la selva peruana: Primera edicio: Boletin tecnico. Lima, Peru.

Huaman E., Wilbert (2008). Tesis: Introducción y Evaluación de 72 Híbridos Dobles Experimentales de Maíz Amarillo Duro (Zea mays L.). Quillabamba: UNSAAC. Cusco, Peru.

INIA (2004). Manual para la evaluación de experimentos de maíz. Programa Nacional de Innovación Agraria en Maíz. Cusco, Peru.

Jara, C., Wladimir (2008).Desarrollo de Cultivares de Maíz Amarillo Duro con endospermo normal y de alta calidad proteica, alto rendimiento y estabilidad para condiciones de Selv. Cusco, Peru: Programa nacional de investigacion en maiz (INIA).



- Jenkins, M.T. (1978). Maize breeding during the development and early years of hybrid maize. In D. B. Walden, ed. Maize breeding and genetics, p. 13 – 28. New York, NY, USA, J. Wiley and Sons.
- Jugenheimer. Robert W. (1981). Variedades, métodos de cultivo y producción de maíz. Editorial limusina, S. A.
- León, J. (1987). “Botánica de Cultivos Tropicales”. San José de Costa Rica. ICA p. 445.
- Manrique, CH. Antonio (1988). “El maíz en el Perú”, Fondo del libro del Banco Agrario, Lima, Perú: Editorial Grafica Lima S.A.
- Manrique, A. (1997). El maíz en el Perú. Segunda Edición. Concejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. Lima, Perú.
- Minagri (2013). Estadística Mensual. Sistema Integrado de Estadística Agraria. Perú.
- Minagri. OGPA – DGPA (2010). “Estadística anual del departamento de informática y estadística”.
- Obregón G., Pedro (1971). Avances en el mejoramiento de poblaciones de maíz en Venezuela. Tercera conferencia de Mejoramiento de Maíz de la zona Andina Universidad Agraria La Molina, Lima, Perú. 1968. pp. 52-53. (Folleto multigrafiado por CIAT. Cali, Colombia.
- Oyervides, G.A.; Ortiz, J. C.; González, V. A. y Carballo, A. C. (1990). El número de mazorcas por planta y la formación de arquetipos de maíz. Revista agro ciencia Fito ciencia 1(4): 103-117.

- Paliwal, R.L. (2001). El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción. Colección FAO: producción y protección vegetal N° 28. Editor. Roma. 350 pp.
- Parson B. David (1997). “Maíz”, México: Trillas.
- Poehlman, J.M. y Sleper, D. A. (2003). Mejoramiento genético de las cosechas. México: Segunda edición. Noriega editores.
- Reta, D.; Gaytán, A. y Carrillo, J. (2003). Rendimiento y componentes del rendimiento de maíz en respuesta a arreglos topológicos. Revista fitotecnia mexicana 26 (2): 75-80, recuperado el 20 de febrero del 2015: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/artpdfRed.jsp?;Cve=61026201>
- Reyes, R. (1985). “Fitogenotecnia Básica y Aplicada”. 1° Edición México: Editor S.A.
- Rivetti, A. R. (2006). Producción de maíz bajo diferentes regímenes de riego complementario en rio cuarto, Córdoba, Argentina. I. Rendimiento en grano de maíz y sus componentes. Revista de la facultad de ciencias agrarias UNCUYO 38 (2): 25 -36, recuperado el 25 de enero del 2015: <http://bdigital.uncu.edu.ar/309>.
- Salhuana, W. y Scheuch, H. (2004). Programa cooperativo de investigaciones en maíz (PCIM): logros y perspectivas. 50° Aniversario: Editorial Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
- Sallo. H. Gualberto (1995). “Estimación de Parámetros de Estabilidad para Rendimiento de cinco cultivares de Maíz (*Zea mays* L.), en tres ambientes de Kayra”. Tesis Ing. Agrónomo FAZ- UNSAAC. Cusco, Perú.

- Salvagiotti, F.; Pedro, H. M. Castellarin, J.; Vernizzi, A. y Rosso, O. (2000). Efecto de la fertilización balanceada con nitrógeno y azufre sobre el crecimiento de maíz y sus componentes y sobre la rentabilidad. Recuperado el 20 de diciembre de 2015: <http://www.fertilizando.com/articulos/maiz%20efecto%20fertilizacion%20balanceada.asp>.
- Sánchez, H. (1989). Divergencia genética, heterosis y producción de híbridos no convencionales de maíz Amarillo duro en el trópico de la zona andina. IICA-BID-PROCIANDINO. XIII Curso corto. Mejoramiento genético del maíz, Quito, Ecuador: edición PROCIANDINO.
- Sánchez, H. (2004). Manual tecnológico del maíz amarillo duro y de buenas prácticas agrícolas para el valle de Huaura: Editores Juan Chávez y Freddy Rojas. Lima, Perú.
- Sánchez, H. y Nakahodo, J. (1990). Colaboración internacional: densidad de siembra y potencial de rendimiento de poblaciones foráneas de maíz amarillo duro en la selva peruana. Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz: Editorial Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
- Scheuch, F. (1989). Producción y manejo de líneas e híbridos. IICA-BID-PROCIANDINO. XIII Curso corto. Mejoramiento genético de maíz: Edición PROCIANDINO. Quito, Ecuador.
- Segovia, V. y Alfaro, Y. (2009). Formación, evaluación y descripción del híbrido simple de maíz (*Zea mays* L.) amarillo INIA 21. Revista UDO agrícola, 9 (3): 499 – 508.

- Sevilla, R. (2000). Perspectivas del cultivo de maíz en el Perú. El autoabastecimiento del maíz amarillo duro. *Revista Agro enfoque*, 15 (111): 10-12.
- Shull, G.H. (1949). A pure –line method in corn breeding. *American Breeders Association*, 5:51 – 59.
- Vasal, S.K.; Vergara, N.; Arreola, J. y Mclean, S. (1993). Análisis y comentario: Estrategias en el desarrollo de híbridos tropicales de maíz. *Revista Agronómica Mesoamericana*, 5: 184 – 189. Presentado en la XXXIX Reunión Anual del PCCMCA en Guatemala.
- Vásquez, S. B. (2007). Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de zinc bajo dos modalidades: foliar y al suelo, en el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) híbridos PM – 702 bajo riego por goteo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
- Vásquez, V. (2003). Ensayos de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) tropicales de grano amarillo de madurez precoz en Paijan, La Libertad. *Revista Caxamarca*, 11(2): 45-47.
- Zamora Q., Eva D. (2011). “Evaluación de 14 Híbridos de Maíz Amarillo Duro en el Distrito de Huayopata - La Convención”. UNSAAC. Cusco, Perú.