



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
“PEDRO RUIZ GALLO”  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**

**“EVALUACION DE NUEVE HIBRIDOS EXPERIMENTALES  
DE MAIZ AMARILLO DURO (*Zea mays* L.) EN  
RENDIMIENTO DE GRANO, BAJO CONDICIONES DE  
GUADALUPE-LA LIBERTAD 2013”**

**Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo**

**AUTORES:  
Manuel Hurtado Rodríguez  
Tony Rony Alarcón Monteza**

**Asesor:  
Ing MSc. GILBERTO CHAVEZ SANTA CRUZ**

**Lambayeque – Perú**

**2018**

**UNERSIDAD NACIONAL  
“PEDRO RUIZ GALLO”**

**FACULTAD AGRONOMIA**

**“EVALUACION DE NUEVE HIBRIDOS EXPERIMENTALES DE  
MAIZ AMARILLO DURO (*Zea mays* L.) EN RENDIMIENTO DE  
GRANO BAJO CONDICIONES DE GUADALUPE-LA LIBERTAD  
2013”**

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

**PRESENTADO POR:**

**BACH. Manuel Hurtado Rodríguez  
BACH.Tony Rony Alarcón Monteza**

**LAMBAYEQUE – PERÚ  
2016**



# UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"



## FACULTAD DE AGRONOMÍA

**"EVALUACIÓN DE NUEVE HÍBRIDOS EXPERIMENTALES DE MAÍZ  
AMARILLO DURO (Zea mays L.) EN RENDIMIENTO DE GRANO, BAJO  
CONDICIONES DE GUADALUPE – LA LIBERTAD 2013"**

**TESIS:**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

MANUEL HURTADO RODRÍGUEZ  
AUTOR

TONY RONY ALARCÓN MONTEZA  
AUTOR

  
M.Sc. GILBERTO CHAVEZ SANTA CRUZ  
PATROCINADOR

**APROBADO POR:**

  
Ing. CESAR MORANTE RAMÍREZ  
PRESIDENTE  
Ing. NEPTALÍ PEÑA ORREGO  
SECRETARIO  
M.Sc. JOSÉ A. NECIOSUP GALLARDO  
VOCAL

## **DEDICATORIA.**

**A mis padres Luis Hurtado Vega y Julia Rodriguez Piedra, a la familia Rodriguez Piedra por el el apoyo brindado durante la formación profesional, por hacer posible tan grande anelo y estar insentivandome en cada momento de mi viada.**

**(M. HURTADO R.)**

**A mis abuelospo Castinaldo Monteza Saldaña y Emelina Olivera Delgado y a todos mis familiares que de alguna u otra manera me apoyaron a lo largo de mi formación profesional y por estar en cada momento y convertirse en el motor y motivo de mi vida**

**(T. ALARCON M.)**

## **AGRADECIMIENTO**

**Agradecer a Dios todo poderoso por darnos las fuerzas necesarias para lograr nuestro trabajo de tesis, y guiarnos por el camino correcto.**

**Agradecer a nuestros padres y familiares por el apoyo moral e incondicional que nos brindaron.**

**Agradecer a Nuestra alma mater U.N.P.R.G, en especial a la FACULTAD DE AGRONOMÍA, a todos y a cada uno de nuestros docentes de la FACULTAD DE AGRONOMIA, en especial a nuestro asesor Ing. M.Sc. Gilberto Chavez Santa Cruz, por cada enseñanza científica, moral y espiritual brindada hacia nosotros.**

## INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	Pag. 1
II.	HIPÓTESIS	Pag. 4
III.	OBJETIVOS	Pag. 5
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA	Pag. 6
<b>4.1.</b>	<b>DESARROLLO DEL MAÍZ HÍBRIDO</b>	Pag. 6
<b>4.1.1.</b>	<b>FUENTES DE GERMOPLASMA PARA PROGENITORES PARA COMBINACIONES HÍBRIDAS</b>	Pag. 6
<b>4.1.2.</b>	<b>MÉTODOS PARA EL DESARROLLO DE LÍNEAS ENDOCRIADAS</b>	Pag. 6
<b>4.1.3.</b>	<b>EVALUACIÓN Y PRUEBA DE LAS LÍNEAS ENDOCRIADAS</b>	Pag. 9
<b>4.1.4.</b>	<b>DESARROLLO Y USO DE LOS PROBADORES</b>	Pag. 10
<b>4.2.</b>	<b>HETEROSIS Ó VIGOR HÍBRIDO</b>	Pag.11
<b>4.2.1.</b>	<b>VARIEDAD</b>	Pag.12
<b>4.2.2.</b>	<b>EXTRACCIÓN DE LÍNEAS</b>	Pag.13
<b>4.2.3.</b>	<b>DEPRESIÓN POR ENDOCRIA</b>	Pag.14
<b>4.2.4.</b>	<b>CAUSAS GENÉTICAS DE LA DISMINUCIÓN DEL VIGOR</b>	Pag.14
<b>4.3.</b>	<b>SEMILLA DE MAÍZ EN EL MERCADO NACIONAL</b>	Pag.14
<b>4.4.</b>	<b>PROYECCIÓN DE LA DEMANDA NACIONAL</b>	Pag.15
<b>4.5.</b>	<b>HABILIDAD COMBINATORIA</b>	Pag.16
<b>4.5.1.</b>	<b>LA SEGREGACIÓN EN LOS MAICES HIBRIDOS</b>	Pag.17
<b>4.6.</b>	<b>TAXONOMÍA DEL MAÍZ</b>	Pag.18
<b>4.7.</b>	<b>TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS</b>	Pag.19
<b>4.8.</b>	<b>MARCO TEORICO</b>	Pag.20
<b>4.8.1.</b>	<b>MODELO GENÉTICO PARA CARACTERES CUANTITATIVOS</b>	Pag.20
<b>4.8.2.</b>	<b>PARÁMETROS POBLACIONALES PARA CARACTERES CUANTITATIVOS</b>	Pag.22
<b>4.8.3.</b>	<b>NUEVAS TECNOLOGIAS EN LA OBTENCION DE LINEAS DE MAIZ</b>	Pag.26
<b>4.8.4.</b>	<b>FORMACIÓN DE OS DE MAÍZ</b>	Pag.28

4.8.5.	PRODUCCIÓN MUNDIAL DE MAIZ	Pag.29
4.8.6.	PRODUCCIÓN NACIONAL DE MAIZ	Pag.31
4.8.7.	VARIEDADES HÍBRIDAS EN MAÍZ	Pag.40
4.8.8.	MEJORAMIENTO DEL MAÍZ AMARILLO DURO	Pag.42
4.8.9.	ANTECEDENTES DE LOS RESULTADOS ENCONTRADOS EN COSTA NORTE	Pag.47
4.9.	BASE TEÓRICA	Pag.51
4.9.1.	HÍBRIDOS	Pag.51
4.9.2.	RENDIMIENTO DE MAÍZ	Pag.52
4.9.3.	MANEJO DEL CULTIVO	Pag.52
4.9.4.	ANÁLISIS MULTIVARIADO	Pag.52
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	
5.1.	AREA EXPERIMENTAL	Pag.54
5.1.1.	LOCALIZACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL	Pag.54
5.1.2.	CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS	Pag.54
5.1.3.	ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL SUELO	Pag.56
5.2.	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL EXPERIMENTAL	Pag.57
5.2.1.	TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	Pag.57
5.3.	METODOLOGÍA	Pag.61
5.3.1.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	Pag.61
5.3.2.	ACTIVIDADES	Pag.62
5.3.3.	DISEÑO EXPERIMENTAL	Pag.63
5.4.	ESTABLECIMIENTO Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	Pag.64
5.4.1.	PREPARACIÓN DEL TERRENO	Pag.64
5.4.2.	SIEMBRA	Pag.64
5.4.3.	FERTILIZACIÓN	Pag.65
5.4.4.	DESAHIJE	Pag.65
5.4.5.	RIEGO	Pag.65
5.4.6.	DESHIERBO Y CONTROL DE MALEZAS	Pag.66
5.4.7.	CONTROL FITOSANITARIO	Pag.66
5.4.8.	COSECHA	Pag.66
5.5.	EVALUACIONES DURA CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	Pag.66
5.5.1.	PORCENTAJE DE EMERGENCIA	Pag.66
5.5.2.	ALTURA DE PLANTA	Pag.67

5.5.3.	RESISTENCIA AL ACAME	Pag.67
5.5.4.	NÚMERO DE HOJAS ARRIBA DE LA MAZORCA	Pag.67
5.5.5.	ALTURA DE INSERCIÓN DE LA MAZORCA	Pag.67
5.5.6.	ÁREA FOLIAR DE LA HOJA BANDERA	Pag.67
5.5.7.	DIÁMETRO DE MAZORCA	Pag.67
5.5.8.	LONGITUD DE MAZORCA	Pag.68
5.5.9.	NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA	Pag.68
5.5.10.	NÚMERO DE GRANOS POR HILERA	Pag.68
5.5.11.	NUMERO DE GRANOS POR MAZORCA	Pag.68
5.5.12.	PESO DE 1000 GRANOS	Pag.68
5.5.13.	RENDIMIENTO DE GRANO	Pag.68
5.6.	COEFICIENTE DE VARIABILIDAD	Pag.68
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	Pag.70
6.1.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LOS ATRIBUTOS EVALUADAS	Pag.70
6.1.1.	RENDIMIENTO DE GRANO	Pag.71
6.1.2.	PORCENTAJE DE EMERGENCIA	Pag.73
6.1.3.	ALTURA DE PLANTA (cm)	Pag.75
6.1.4.	PLANTAS ACAMADAS	Pag.76
6.1.5.	ALTURA INSERCIÓN DE LA MAZORCA (cm)	Pag.78
6.1.6.	NUMERO DE HOJAS SUPERIORES	Pag.79
6.1.7.	AREA FOLIAR DE LA HOJA BANDERA (cm <sup>2</sup> )	Pag.81
6.1.8.	PESO DE 1000 GRANOS (gr)	Pag.82
6.1.9.	DIÁMETRO DE MAZORCA (cm)	Pag.84
6.1.10.	LONGITUD DE MAZORCA (cm)	Pag.85
6.1.11.	NÚMERO DE GRANOS POR HILERA	Pag.87
6.1.12.	NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA	Pag.88
6.1.13.	NÚMERO GRANOS POR MAZORCA	Pag.90
6.2.	REGRESIONES Y CORRELACIONES DE PEARSON	Pag.91
6.3.	REGRESIONES SIMPLE	Pag.93
6.3.1.	RENDIMIENTO EN GRANO Y DIÁMETRO DE MAZORCA	Pag.93
6.3.2.	RENDIMIENTO EN GRANO Y NÚMERO DE GRANOS POR HILERA	Pag.93
6.3.3.	RENDIMIENTO EN GRANO E HILERAS POR MAZORCA	Pag.93



6.3.4.	RENDIMIENTO EN GRANO Y NÚMERO DE GRANOS POR MAZORCA	Pag.94
6.3.5.	ANÁLISIS MULTIVARIADO	Pag.97
6.3.6.	DENDOGRAMA	Pag.97
6.3.7.	ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES	Pag.99
VII.	CONCLUSIONES	Pag.102
VIII.	RECOMENDACIONES	Pag.103
IX.	RESUMEN	Pag.104
X.	BIBLIOGRAFÍA	Pag.105

## INDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Población y producción de maíz en el mundo	Pág. 16
Diagrama 2. Modelo del fenotipo en función de sus componentes	Pág. 25
Diagrama 3. Modelo del pedigrí y la forma de evaluar las líneas de maíz	Pág.26
Diagrama 4. Modelo de la evaluación de los genotipos en espacio	Pág. 26
Diagrama 5. Tecnologías en la obtención de líneas	Pág.27
Diagrama 6. Obtención de líneas mediante los dobles haploides	Pág. 28
Diagrama 7. Obtención de una línea auto fecundada S1, nótese que solo una planta se auto fecunda en cada generación	Pág. 29

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Taxonomía del Maíz	Pág. 17
Cuadro N°02: Balance Mundial de oferta y demanda de Maíz – Agosto De 2015 (millones de toneladas)	Pág. 29
Cuadro N° 03: Exportaciones de los principales países exportadores de Maíz – Estimación Agosto de 2015 (miles de toneladas)	Pág. 30
Cuadro N° 04: Importación por países de origen del Maíz Amarillo Duro en toneladas. (Periodo: Enero – Diciembre)	Pág. 32
Cuadro N° 05: Comportamiento mensual de las importaciones de Maíz Duro (Partida arancelaria 10059001100) 2013 – 2015	Pág. 33
Cuadro N° 06: Importación de maíz amarillo duro mensual 2014–2016*	Pág. 33
Cuadro N° 07: Producción y superficie cosechada a nivel Nacional	Pág. 34
Cuadro N° 08: Rendimientos Promedio (t/ha.)	Pág. 35
Cuadro 09. Precio del maíz en chacra (S/.x kg)	Pág. 37
Cuadro N° 10: Precios en Chacra (S/. x Kg)	Pág. 38
Cuadro N° 11: Importaciones de Maíz A. Duro (En miles de TM)	Pág. 38
Cuadro N° 12: Oferta Total de Maíz Amarillo, Año 2011 (Mensual en TM)	Pág. 39
Cuadro N° 13: Diferentes tipos de maíces híbridos	Pág. 42
Cuadro N° 14: Diferentes tipos de maíces Híbridos	Pág. 43
Cuadro N°15: Evolución del rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro (kg/ha.) en el departamento de Lambayeque nivel tecnológico bajo, medio y alto, periodo 1985 – 2003	Pág. 49
Cuadro N° 16: Análisis Físico y Químico Del Suelo Experimental	Pág. 56
Cuadro N° 17: Cultivo a Sembrar: MAIZ AMARILLO DURO	Pág. 56
Cuadro N° 18: Nombre de variedad según procedencia	Pág. 57
Cuadro N° 19: Características de las Variedades	Pág. 58
Cuadro N° 20: Esquema del Análisis de Varianza para el DBCA	Pág. 64
Cuadro N° 21: Total de Fertilizante Requerido	Pág. 65
Cuadro N° 22: Dosis de Aplicación de insecticidas	Pág. 66
Cuadro N° 23: Precisión según coeficiente de variación	Pág. 69
Cuadro N° 24: Grado de variabilidad según coeficiente de variabilidad	Pág. 69
Cuadro N° 25: Cuadrados medios, significación estadística, coeficientes de variabilidad y promedios, en la “Evaluación de nueve híbridos experimentales de maíz amarillo duro (Z $\times$ L.) En rendimiento de grano bajo condiciones de Guadalup $\times$ Ismayo - La Libertad	

2013-2014"	Pág. 71
Cuadro N° 26: Rendimiento de grano en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe - Pacasmayo - La Libertad 2013 - 2014	Pág. 72
Cuadro N° 27: Porcentaje de Emergencia en el ccomparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe – Pacasmayo - La Libertad 2013 - 2014	Pág. 74
Cuadro N° 28: Altura de planta en el ccomparativo de 10Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe – Pacasmayo - La Libertad 2013 - 2014	Pág. 75
Cuadro N° 29: Plantas Acamadas en el ccomparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe - Pacasmayo - La Libertad 2013 - 2014	Pág. 77
Cuadro N° 30: Altura de inserción de mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe - Pacasmayo - La Libertad 2013 - 2014	Pág. 78
Cuadro N° 31: Número de hojas hojas superiores sobre la mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe - Pacasmayo - La Libertad 2013 - 2014	Pág. 80
Cuadro N° 32: Área Foliar de hoja bandera en el ccomparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe – Pacasmayo - La Libertad 2013 - 2014	Pág. 81
Cuadro N° 33: Peso de 1000 granos de mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe – Pacasmayo - La Libertad 2013 - 2014	Pág. 83
Cuadro N° 34: Diámetro de mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe – Pacasmayo - La Libertad 2013 - 2014	Pág. 84
Cuadro N° 35: Longitud de mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe – Pacasmayo - La Libertad 2013 - 2014	Pág. 86
Cuadro N° 36: Número de Granos por Hilera de mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz ----- duro, Guadalupe - Pacasmayo - La Libertad 2013 - 2014	Pág. 87
Cuadro N° 37: Número Hileras por maz                    el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe - Pacasmayo – La Libertad 2013 - 2014	Pág. 89

Cuadro N° 38: Número Granos por mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe – Pacasmayo - La Libertad 2013 - 2014	Pág. 90
Cuadro N° 39: Correlaciones de Pearson: Rdto en grano y resto de variables	Pág. 92
Cuadro N° 40: Estudio de correlación y regresión lineal simple entre el rendimiento en grano (kg/ha) y las características biométricas evaluadas	Pág. 97
Cuadro N° 41. Análisis del componente principal: para las variables evaluadas	Pág. 100

## INDICE DE GRAFICOS

Gráfico N° 01: Producción y demanda mundial de Maíz a agosto de 2015 (millones de toneladas)	<b>Pág. 30</b>
Gráfico N° 02: Exportaciones de maíz a los principales exportadores estimado agosto de 2015 (miles de toneladas)	<b>Pág. 30</b>
Gráfico N° 03: Importaciones de maíz amarillo – 2015 (t)	<b>Pág. 32</b>
Gráfico N° 04: Rendimiento Promedio (Kg/ha)	<b>Pág. 36</b>
Gráfico N° 05: Cotización internacional y Precio CIF de Maíz Amarillo Duro	<b>Pág. 39</b>
Gráfico N° 06: Rendimiento de grano en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe – Pacasmayo - La Libertad 2013 - 2014	<b>Pág. 73</b>
Gráfico N° 07: Porcentaje de Emergencia en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe – Pacasmayo - La Libertad 2013 - 2014	<b>Pág. 74</b>
Gráfico N° 08: Altura de planta en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe – Pacasmayo - La Libertad 2013 - 2014	<b>Pág. 76</b>
Gráfico N° 09: Plantas Acamadas en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe – Pacasmayo - La Libertad 2013 - 2014	<b>Pág. 77</b>
Gráfico N° 10: Altura de inserción de mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe – Pacasmayo - La Libertad 2013 - 2014	<b>Pág. 79</b>
Gráfico N° 11: Número de hojas superiores sobre la mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe - Pacasmayo - La Libertad 2013 - 2014	<b>Pág. 80</b>
Gráfico N° 12: Área Foliar de hoja bandera en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe – Pacasmayo - La Libertad 2013 - 2014	<b>Pág. 82</b>
Gráfico N° 13: Peso de 1000 granos de mazorca en el comparativo de 10	

Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014	<b>Pág. 83</b>
Gráfico N° 14: Diámetro de mazorca comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014	<b>Pág. 85</b>
Gráfico N° 15: Longitud de mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014	<b>Pág. 86</b>
Gráfico N° 16: Número de Granos por Hilera de mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014	<b>Pág. 88</b>
Gráfico N° 17: Número Hileras por mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014	<b>Pág. 89</b>
Gráfico N° 18: Número Granos por mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014	<b>Pág. 91</b>
Gráfico N° 19. Regresión del rendimiento en grano vs diámetro de Mazorca	<b>Pág. 95</b>
Gráfico N° 20. Regresión del rendimiento en grano vs número de granos por hilera	<b>Pág. 95</b>
Gráfico N° 21. Regresión del rendimiento en grano vs número de hileras Por mazorca	<b>Pág. 96</b>
Gráfico N° 22. Regresión del rendimiento en grano vs número de granos por mazorca	<b>Pág. 96</b>
Gráfico N° 23. Dendograma para las variedades en estudio	<b>Pág. 98</b>
Gráfico N° 24: Dendograma – Enlace de centroides, Distancia de coeficiente de correlación	<b>Pág. 98</b>
Gráfico N° 25: Sedimentación para las variables evaluadas	<b>Pág. 100</b>
Gráfico N° 26: Gráfica de puntuacion para las variables evaluadas	<b>Pág. 101</b>

## I. INTRODUCCIÓN.

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.), originario de América constituye una alternativa de gran importancia económica, social y alimenticia en nuestro país.

Este cultivo no solo es uno de los importantes cereales en la agricultura moderna, como generador de carnes blancas, sino que fue el cultivo básico de los sistemas agrícolas de las grandes civilizaciones precolombinas, como las civilizaciones del sudeste de EE.UU, civilización Azteca y Maya en México, civilización Chibcha en Guatemala y la de los andes centrales, como la civilización Inca y sus predecesores; a pesar de ello **no nos autoabastecemos** (un millón de toneladas de producción peruana) y se tiene que recurrir a las importaciones (2 millones de toneladas anuales) y es importante disminuir la brecha entre la demanda interna y la oferta de maíz nacional ello que contribuirá a reducir la fuga de divisas y fortalecer la seguridad alimentaria en nuestro País.

A pesar que el Perú es uno de los centros de diversificación del cultivo en los tipos amiláceos, los rendimientos unitarios son bajos, debido al bajo nivel tecnológico en especial por la escasez de semillas mejoradas o híbridos y a su elevado costo para los pequeños agricultores, el maíz por ser elemento generador de carnes blancas, alimento de bajo costo y que está al alcance de las grandes mayorías, cada día tiende a elevarse por la escasez de maíz.

En nuestro país, la producción de semillas se ha desarrollado a través del perfeccionamiento de tecnologías específicas, aunque los rendimientos aún son bajos, debido a semillas poco productivas y a la presencia de plagas y enfermedades avivadas por el cambio climático.

En el mercado nacional se ofertan semillas de maíz amarillo duro que presentan rendimientos poco halagadores, por lo que es de urgencia evaluar nuevos materiales que ayuden a elevar la productividad, y otros atributos necesarios.

Perú no se autoabastece de maíz por los que tiene que importar debido al incremento de la demanda en carne de pollo y huevos. A la fecha ni la Asociación Peruana de Avicultura (**APA**) se preocupó por la escasez de maíz en el Perú, problema que se agravará en el futuro por la falta de maíz, porque los países exportadores de maíz, disminuirán las cuotas de ventas al Perú y el precio será más alto, por lo que se tiene que capacitar en la producción de maíz y otros cereales.



Para aumentar toda esta desgracia acaba de salir un documento de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (**FAO**) que nos está advirtiéndole sobre un inminente peligro de hambruna para la mayoría de la población mundial, en especial para mil de millones de pobres. Resulta que el mayor productor de maíz y soja en el mundo, Estados Unidos está sufriendo la peor sequía en los últimos cincuenta años y está afectando un 75 por ciento del territorio con estos cultivos. Si tomamos en cuenta que Norteamérica produce 333, 010,910 toneladas de maíz al año, lo que constituye el 40 por ciento de lo que se cosecha en el mundo, y un 36 por ciento de la soja (66, 790,000 toneladas), llegaremos a la conclusión que las consecuencias de esta baja afectarán drásticamente a los países importadores de estos productos.

En otra parte del planeta, Australia, que es el cuarto productor de trigo en el mundo, está afectada por las peores inundaciones en las últimas décadas y las estimaciones de su cosecha de granos y algodón fueron rebajadas sustancialmente.

Según el Banco Mundial (**BM**), la crisis alimentaria ya está tocando puerta del planeta. En los últimos dos meses se registró una alza de casi 50 % del precio de maíz, trigo y un 30 % de soja. La tonelada de maíz subió en julio pasado a 333.1 dólares, mientras que en 2010 el costo fue de 186 dólares.

El **BM** advierte que los precios de los cereales serán inestables y superiores a la medida al menos hasta 2015. El repunte de los precios no sólo afectará el de pan y los alimentos elaborados, sino también el de forraje y de la carne.

A pesar que el Perú es uno de los centros de diversificación del cultivo, los rendimientos unitarios son bajos, debido al bajo nivel tecnológico por lo que se tiene que recurrir a importaciones por ser elemento generador de carnes blancas, por lo que somos un país dependiente con la consiguiente fuga de divisas.

## RESUMEN:

### **EVALUACION DE NUEVE HIBRIDOS EXPERIMENTALES DE MAIZ AMARILLO DURO (*Zea mays* L.) EN RENDIMIENTO DE GRANO, BAJO CONDICIONES DE GUADALUPE-LA LIBERTAD 2013.**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el distrito de Guadalupe, provincia de Pacasmayo-La Libertad, **lugar** EL ALGARROBAL-SEMAN-GUADALUPE, en el terreno de propiedad del Sr. **Celso Cotrina** (cel. 946706356) ubicado a 3 km de la ciudad de Guadalupe, geográficamente ubicado en el punto GPS -7.223765,-79.460545 a 102 m.s.n.m. **Guadalupe** es uno de los 5 distritos que conforman la provincia de Pacasmayo, del departamento de La **Libertad**, bajo la administración del Gobierno Regional de La Libertad, durante los meses de junio 2013 a enero del 2014, con el objeto de evaluar, seleccionar híbridos de mayor rendimiento y determinar características agronómicas sobresalientes en los nuevos híbridos evaluados. Se encontró que los híbridos de mayor rendimiento, fueron INSIGNIA 860 con un rendimiento de 11779.55 kg/ha, seguido de los híbridos DK 7088, Atlas 105, DAW 710 y PIONEER 341, con rendimientos de 11433.56, 11085, 10285.33 y 10080 kg/ha, respectivamente. Mientras que los híbridos HEA 13235, INIA 617, INIA 619 y HEA 13531, tuvieron los más bajos rendimientos, con 8130.44, 8054.89, 8016.44 y 7899.56 kg/ha, respectivamente. El rendimiento de grano se asoció significativamente con los componentes diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera y granos por mazorca. Realizado el análisis multivariado, se encontró que existen 5 nuevas variables que explican el estudio tales como: granos por mazorca, vigor de planta, fotosíntesis, acame de planta, peso de 1000 granos. El genotipo INSIGNIA 860 con una altura de 2.80 m, es un genotipo ideal para uso con doble propósito (grano y forraje), además de poseer una buena área foliar y buenos componentes de rendimiento. INIA 617, en un genotipo rustico, de donde se pueden extraer líneas para hacer frente a la bacteriosis en maíz que es un problema que se está convirtiendo en crítico en costa norte.

## SUMMARY

### **EVALUATION OF NINE EXPERIMENTAL HYBRIDS OF HARD YELLOW MAIZE (*Zea mays* L.) IN GRAIN YIELD, UNDER CONDITIONS OF GUADALUPE-LA LIBERTAD 2013.**

The present research work was carried out in the district of Guadalupe, province of Pacasmayo-La Libertad, EL ALGARROBAL-SEMAN-GUADALUPE, in the property owned by Mr. Celso Cotrina (cell 946706356) located 3 km from The city of Guadalupe, geographically located at GPS -7.223765, -79.460545 at 102 meters above sea level Guadalupe is one of the 5 districts that make up the province of Pacasmayo, in the department of La Libertad, under the administration of the Regional Government of La Libertad, during the months of June 2013 to January 2014, in order to evaluate, select hybrids of Higher yield and to determine outstanding agronomic characteristics in the new hybrids evaluated. It was found that the highest performance hybrids were INSIGNIA 860 with a yield of 11779.55 kg / ha, followed by hybrids DK 7088, Atlas 105, DAW 710 and PIONEER 341, with yields of 11433.56, 11085, 10285.33 and 10080 kg / ha , Respectively. While the hybrids HEA 13235, INIA 617, INIA 619 and HEA 13531, had the lowest yields, with 8130.44, 8054.89, 8016.44 and 7899.56 kg / ha respectively. The grain yield was significantly associated with the components diameter of ear, number of rows per ear, number of grains per row and grains per ear. The multivariate analysis was carried out to find 5 new variables that explain the study such as: grains per ear, plant vigor, photosynthesis, plant bed, weight of 1000 grains. The genotype INSIGNIA 860 with a height of 2.80 m, is an ideal genotype for use with dual purpose (grain and forage), besides having a good leaf area and good performance components. INIA 617, in a rustic genotype, from which lines can be extracted to deal with the bacteriosis in maize which is a problem that is becoming critical in the north coast.

## **II. HIPÓTESIS.**

$H_0$  = Todos los híbridos experimentales presentan igual rendimiento.

$H_a$  = Al menos uno de los híbridos es diferente.

### **III. OBJETIVOS.**

1. Evaluar y seleccionar híbridos de mayor rendimiento.
2. Determinar características agronómicas sobresalientes en los nuevos híbridos evaluados.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA.

### a. DESARROLLO DEL MAÍZ 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; aún hoy en día.

**BEAL (1880)**, fue el que inicio el uso intencional de la hibridación para el desarrollo de híbridos, quien 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**).

### i. FUENTES DE GERMOPLASMA PARA PROGENITORES PARA COMBINACIONES HÍBRIDAS.

**MANRIQUE (1988)**, en sus trabajos de hibridación utilizó tres compuestos formados en el Programa de Maiz (UNALM): PMC 1 (compuesto peruano), PMC2 (compuesto centroamericano y PMC3 (compuesto norteamericano), con materiales provenientes de Perú, centro y norte america, respectivamente, encontrando una mayor heterosis entre los cruzamientos de PMC1 x PMC2.

### ii. MÉTODOS PARA EL DESARROLLO DE LÍNEAS ENDOCRIADAS.

La selección por pedigrí es el método de mejoramiento mas usado para el desarrollo de líneas endocriadas (**Bauman, 1981; Hallauer, Russell y Lamkey, 1988; Hallauer, 1990**); consiste esencialmente de la autofecundación de plantas individuales seleccionadas durante varias generaciones. Algunas veces la crusa entre hermanas de la misma familia evita la rápida pérdida de vigor y aumenta la variabilidad; estas cruas permiten la recombinación y segregación de *loci* que tienen mas de un alelo en la progenie lo que da a los fitomejoradores mas oportunidades para seleccionar caracteres favorables (**Stringfield, 1974**). El número de generaciones de autofecundación o de crusa con las líneas hermanas requeridas para el desarrollo de líneas endocriadas es variable, pero por lo general está entre cuatro y diez generaciones. La metodología y el éxito del desarrollo de líneas puras dependen de la habilidad del fitomejorador, del

origen de las poblaciones, de los recursos disponibles y de la prueba y evaluación de las líneas (**Hallauer, Russell y Lamkey, 1988**).

**BAUMAN (1981)**, señaló que el desarrollo de líneas endocriadas superiores que pueden llevar a combinaciones híbridas productivas implica interacciones genéticas y ambientales muy complejas y también requiere insumos de recursos muy valiosos por un largo período; sugirió también algunas normas que los fitomejoradores deberían considerar en la planificación y ejecución de sus trabajos. Los fitomejoradores de maíz deberían considerar; (1) establecer objetivos realistas; (2) iniciar sus trabajos con el germoplasma adecuado; (3) usar un número adecuado y manejable de accesiones; (4) hacer buenas selecciones y descartar el resto; (5) obtener un buen resultado de las pruebas de rendimiento y usarlos efectivamente.

También han sido usados otros métodos para el desarrollo y mejoramiento de líneas endocriadas. La retrocruza es usada para el desarrollo de líneas como una modificación o en combinación con el método de pedigrí. Las versiones modificadas de varias clases de líneas puras han sido desarrolladas por medio de retrocruzas y seleccionando el material endocriado original que lleva un gen, carácter o reorganización cromosómica específicos (**Lee, 1994**). En los Estados Unidos de América, el 17% del total de los esfuerzos para el desarrollo de líneas puras estaba dirigido a las retrocruzas. **Hallauer, Russell y Lamkey (1988)**, discutieron varias circunstancias y características para las cuales las retrocruzas pueden ser útiles en el desarrollo de líneas puras. Stuber ha dado indicaciones para identificar los *loci* de caracteres cuantitativos (QTL) por medio del análisis de marcadores moleculares que guían la transferencia de elementos genéticos clave a la línea que los recibe por medio de la retrocruza.

**TANSKLEY y NELSON (1996)**, describieron un sistema de marcadores moleculares apoyado por el análisis QTL para el fortalecimiento de las líneas puras por medio de la transferencia simultánea de alelos QTL deseables y superiores de germoplasma donante no adaptado en líneas endocriadas ya establecidas. En los Estados Unidos de América, el 51% de los esfuerzos para el desarrollo de líneas endocriadas está enfocado en el reciclaje de líneas o en el desarrollo de un segundo ciclo de líneas, lo que muy probablemente continuará siendo el método más importante para el desarrollo de líneas puras en la década de 1990 (**Bauman, 1981; Hallauer, 1990**).

**STADLER (1944)**, sugirió la selección de gametos para el desarrollo de líneas superiores por medio de la toma de muestras de gametos seleccionados de líneas superiores. En este esquema una línea seleccionada es cruzada con una muestra al

azar de polen de la población de la cual se buscan gametos superiores; las plantas F1 y las líneas seleccionadas se cruzan en pruebas con un probador común y al mismo tiempo son autofecundadas. Las cruza de prueba son evaluadas en ensayos replicados y las plantas F1 cuyas pruebas de cruza son mejores que la *línea superior x el probador* se presume, que han recibido un gameto superior de esa fuente.

**HALLAUER (1970)**, sugirió que las plantas individuales de esa fuente de población podían ser usadas con las líneas superiores y al mismo tiempo ser autofecundadas. La selección de los gametos no está muy difundida sin embargo en los métodos de pedigrí y retrocruza, aunque sus características interesan a algunos fitomejoradores y tiene varias aplicaciones (**Hallauer, Russell y Lamkey, 1988**).

**CHASEY (1952)**, propuso el desarrollo instantáneo de líneas completamente homocigotas por medio del método de duplicación de haploides. Los fitomejoradores de maíz en China, India, Europa Oriental y los Estados Unidos de América están trabajando en el método de duplicación de haploides y han producido líneas endocriadas usando esta nueva técnica. La frecuencia de los haploides es aún baja, lo cual limita el número de líneas diploides homocigotas a ser probadas en las combinaciones híbridas.

### iii. **EVALUACIÓN Y PRUEBA DE LAS LÍNEAS ENDOCRIADAS.**

El desarrollo de las líneas endocriadas se cumple en base a selecciones fenotípicas y dentro de progenies de mazorca por surco durante las generaciones iniciales de autofecundación por lo general tres o cuatro. El rendimiento de la heterosis exhibido por las líneas endocriadas es el producto del comportamiento de esas líneas y de su habilidad combinatoria general y específica en las combinaciones híbridas. Algunas veces la prueba de líneas para la evaluación de híbridos comienza recién en la quinta autofecundación y es en este momento que el número de líneas se reduce a un número manejable (**Hallauer, Russell y Lamkey, 1988**).

**BAUMAN (1981)**, informó que cerca de la mitad de los fitomejoradores encuestados en los Estados Unidos de América evaluaban las líneas puras en la generación S4 o aún más tarde. Un segundo sistema de desarrollo de líneas puras se basa en la evaluación de las líneas para el comportamiento de los híbridos en generaciones de autofecundación tempranas.

**JENKINS (1935)**, propuso el procedimiento de pruebas tempranas y varios autores han remarcado las ventajas de este método (**Hallauer, Russell y Lamkey, 1988**). El



comportamiento *per se* de las líneas endocriadas y sus caracteres no están estrechamente relacionados con su comportamiento en las combinaciones híbridas.

**HALLAUER (1990)**, cree que hoy en día muchos fitomejoradores más que en el pasado, están probando las líneas en generaciones tempranas de autofecundación. En el germoplasma de maíz tropical, la frecuencia de líneas endocriadas superiores en las progenies autofecundadas de muchas poblaciones es bastante baja y los modelos heteróticos no están bien establecidos. Por lo tanto, es prudente evaluar el comportamiento de los cruzamientos de prueba los más temprano posibles para descartar un gran número de líneas indeseables que probablemente no se usen. Es recomendable hacer los cruzamientos de pruebas iniciales no más allá de las generaciones S2 o S3.

#### iv. **DESARROLLO Y USO DE LOS PROBADORES.**

Los cruzamientos de prueba en un programa de mejoramiento de maíz tienen dos objetivos: (i) evaluación del valor de cruzamiento de los genotipos para el mejoramiento de la población, y (ii) 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 cruzamientos dialélicos, lo que ofrece información sobre la habilidad combinatoria general y específica (**Sprague y Tatum, 1942**). Este procedimiento no resulta práctico en el proceso de desarrollo de líneas endocriadas porque requiere un gran número de cruzamientos y, por lo tanto, la primera evaluación de las líneas endocriadas se hace por medio de pruebas de cruzamientos de comportamiento. Varios autores han publicado detallada información sobre los probadores y su uso (**Hull, 1945; Rawlings y Thompson, 1962; Russell, Eberthart y Vega, 1973; Hallauer, 1975; Russell y Eberthart, 1975; Horner et al., 1976; Hallauer, Russell y Lamkey, 1988**). En un primer momento se creyó que un cultivar heterógeno como una variedad de base genética amplia de polinización abierta podría ser un buen probador para medir la habilidad combinatoria general, mientras que un probador con una base genética estrecha tal como una línea endocriada o un híbrido simple podrían servir para medir la habilidad combinatoria específica. Sin embargo, los últimos estudios sugieren que una línea probadora endocriada ofrece relativamente más información sobre la habilidad combinatoria general que sobre la habilidad combinatoria específica (**Hallauer, Russell y Lamkey, 1988**). Una encuesta sobre el uso de los probadores en los Estados Unidos

de América mostró que el 89% de los fitomejoradores usan un probador de líneas endocriado y que el 11% usan un probador híbrido simple. En un programa de obtención de híbridos los probadores pueden ser usados para varios propósitos y es necesario producir y usar los probadores adecuados dependiendo de los objetivos que se desea alcanzar. Los probadores son utilizados para establecer modelos heteróticos, mejoramiento entre poblaciones, formación y mejoramiento de nuevos grupos heteróticos, evaluación de la habilidad combinatoria de las líneas e identificación de las combinaciones específicas de híbridos. Una línea endocriada probadora será útil para evaluar la habilidad combinatoria y para la identificación de combinaciones de cruza simples específicas. Un probador híbrido simple podrá ser útil para las combinaciones de tres vías y las cruza dobles y un probador no endocriado podrá ser necesario para identificar combinaciones híbridas mezcladas *-líneas endocriadas x líneas no endocriadas*.

## **b. HETEROSIS Ó VIGOR HÍBRIDO.**

Fenómeno en virtud del cruce de dos genotipos diferentes produce una generación F1 que es superior en rendimiento, tamaño y vigor a ambos progenitores, esta hipótesis genética que tratan de explicar la hipótesis de dominancia y sobredominancia, no son mutuamente exclusivas ya que es cierto que ambos contribuyen a la Heterosis, aunque existe controversia debido a su importancia relativa reportada por **Bejarano (2003)**, ya que expresa la dominancia y sobredominancia, puede existir simultáneamente y contribuir a la Heterosis; al referirse a híbridos simples indica que la máxima expresión de la Heterosis (Vigor Híbrido) se manifiesta en el híbrido simple, el cual se forma mediante el cruzamiento de dos líneas endocriadas que son obtenidas a través del proceso de autofecundación. A medida que la endocria de las líneas que forman el híbrido simple es mayor, también es la uniformidad del híbrido resultante y generalmente es mayor la expresión de Heterosis, que puede hacer rentable el negocio de los híbridos simples.

**FAO (1990)**, señalo que las plantas prolíficas tienen una mejor capacidad de amortiguamiento a las inclemencias medio ambientales y una mayor resistencia al estrés hídrico que en la población de plantas de mazorca simple los tipos prolíficos bajo condiciones favorables tienden a producir dos mazorcas normales, pero bajo condiciones menos favorables una de las dos mazorcas no se desarrolla adecuadamente, la frecuencia de plantas vanas en plantas prolíficas es mucho menor que en los tipos de mazorca simple.

**SALHUANA y SEVILLA (1995)**, notaron que al trabajar en el proyecto LAMP, usaron probadores para detectar material superior, indican que en cada región de la misma área homologa se hicieron los cruzamientos entre las accesiones superiores y el mejor poblador de la región. Para ello cada región recibió 100 semillas de las accesiones superiores del A.H (área homóloga), correspondiente. Ellas se sembraron en campos aislados; el probador se sembró intercalado entre las hileras de las accesiones. La coincidencia se aseguró también usando experiencia de los ensayos de adaptación para fijar la fecha relativa de siembra de las hembras accesiones y los machos (probador). En las regiones de A.H.1 (área homologa 1) no hubieron problemas de coincidencia, excepto en Tucumán la región más meridional de esa área homologa. En el A.H.5, las accesiones del Brasil no pudieron ser cruzadas, con los pobladores de Argentina, Chile, EEUU, porque las brasileñas fueron más tardías que el germoplasma de las regiones templadas. Las áreas homologas 2, 3, 4, la falta de adaptación del material foráneo y la diferencia en precocidad no permitieron la producción de todos los cruces programados. Los experimentos de las cruces accesión x probador se hicieron usando un diseño de latice o bloque completos randomizados. El número de repeticiones fue de dos en todas las regiones, excepto en Colombia donde se sembró tres repeticiones y en México se usaron cuatro repeticiones. Las parcelas fueron de dos hileras; el área de la parcela vario de 0.8 a 1.9 metros cuadrados aunque el número de golpes o matas por hilera y el número de plantas por golpe fue de 1 y 2, respectivamente.

**TORRES (2002)**, indica que un cultivo alógamo como el maíz ofrece oportunidades singulares para desarrollar y liberar híbridos o variedades de polinización libre y define como:

#### **i. VARIEDAD.**

A la fracción superior de una población en continuo proceso de mejoramiento que es diferente, relativamente diferente y estable, dicha variedad es diferente y posee rasgos que la distinguen de otras conocidas y que definen su identidad, presentan variación reducida para los rasgos agronómicos importantes y es relativamente estable en términos de expresión de muchos de estos rasgos a través del tiempo. Una variedad está constituida por la recombinación de 8 a 10 familias selectas de una población estructurada en familias puede ser suficientemente uniforme en su apariencia siempre y cuando se tenga cuidado en seleccionar familias que sean similares en maduración, altura de planta, tamaño de mazorca y otras características. La uniformidad fenotípica de la variedad implica tanto operaciones menos rigurosas de eliminación de plantas en

fases subsiguientes de la multiplicación de semilla, como una mejor aceptación por parte de los agricultores.

En maíz, si se cruzan dos líneas puras la F1 es uniforme y muchas veces no sólo recupera el vigor perdido sino que lo supera. Este fenómeno recibe el nombre de **Vigor Híbrido** o **Heterosis** ya que numerosos autores atribuyen este efecto a la heterocigosis misma. Este fenómeno puede ser explicado tanto por la Teoría de la Superdominancia como por la Teoría de la Dominancia.

**ANDRADE y ABBATE (2005)**, reportan que el efecto de la desuniformidad de distribución sobre el rendimiento depende de las características del genotipo. Estos autores afirman que los híbridos estables se caracterizan por una menor disminución de la biomasa ante la heterogeneidad y por sus menores umbrales necesarios para la producción de grano. En coincidencia, **Valentinuz (2006)** afirma que los híbridos podrían presentar una diferente respuesta a la desuniformidad de acuerdo a su habilidad para traducir en rendimiento en grano las variaciones de los recursos disponibles por planta. Otros autores señalan aspectos metodológicos entre las causas de las contradicciones mencionadas.

**NAFZIGER (2006)**, la diversidad de respuestas que los investigadores reportaron frente a la irregularidad de distribución puede explicarse en que esa variabilidad no puede ser adecuadamente descrita por una medida como el desvío estándar.

## ii. EXTRACCIÓN DE LÍNEAS.

Para la formación de híbridos convencionales de gran uniformidad fenotípica se requiere tener líneas endocriadas, para lo cual se realizaran un proceso de extracción de líneas por sucesivas autofecundaciones, en el Perú se puede llegar de f4 a f5.

## iii. DEPRESIÓN POR ENDOCRIA.

Cuando sometemos a autofecundación a una especie normalmente de fecundación cruzada (como por ej. Maíz o alfalfa) en las primeras generaciones aparecen gran número de tipos letales y subvital. El vigor disminuye hasta que algunas líneas no pueden sobrevivir aún en condiciones óptimas.

Las líneas que sobreviven tienen menor tamaño y vigor (**Allard 1975**).

En alfalfa, la autofecundación lleva a la aparición de gran cantidad de letales y subvital. Después de 3 generaciones de autofecundación casi no se pueden

conservar líneas. Algo similar sucede en la zanahoria. En cebolla, considerando el peso del bulbo, sucede también una depresión importante.

Otras especies, como girasol, centeno, *Bromus inermis* y *Dactylis glomerata* son más tolerantes.

#### iv. **CAUSAS GENÉTICAS DE LA DISMINUCIÓN DEL VIGOR.**

En poblaciones de polinización abierta, casi el 100% de los pares de alelos están en condición Heterocigota. Al practicar autofecundación, se reduce la Heterocigosidad en 50% después de cada generación. En consecuencia, la endogamia provoca la aparición de alelos desfavorables en condición homocigótica recesiva, plantas que serán eliminadas en el proceso de evaluación y selección de líneas, ya que la acumulación de alelos desfavorables en condición homocigótica, provoca la pérdida del vigor de las líneas.

### c. **SEMILLA DE MAÍZ EN EL MERCADO NACIONAL.**

#### **CARACTERÍSTICAS:**

- Demanda nacional de semilla de maíz amarillo duro fue de 6,904 TM en el 2001, de los cuales la semilla certificada y autorizada es de 351 TM. Del híbrido importado es de 866 TM y variedad Marginal 28T de 251 TM y el resto de semilla requerida es cubierta con semilla de dudosa procedencia.
- La Costa Norte requiere 1225 TM de semilla de maíz amarillo duro y 1075 TM la Costa Centro y la selva 2025 TM y Tarapoto la cantidad restante.
- Las empresas importadoras de semilla de maíz híbrido son las siguientes:
  - R. Villanueva con 6%.
  - Penta 10% Farmex 39%.
  - Sem Perú 21 %.
  - Hortus 24%.
- Los híbridos que más se venden en el Perú y con una mayor acogida en la costa en % son:
  - C- 701 con 24%.
  - AG 612 con 21%.
  - Dekal con 14%.
  -

#### **d. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA NACIONAL.**

La demanda potencial nacional de maíz amarillo duro, está relacionada con la producción de alimentos balanceados que produce el 22% para aves y reproductoras, porcinos 5%, vacunos 2%, aves de carne 69%; otros animales 2%. El consumo del maíz amarillo duro está vinculado al incremento de la producción nacional de pollos el mismo que crece en 4% anual. Este crecimiento de las granjas de pollos está relacionado a la producción y oferta de los países productores de maíz amarillo duro. Los mismos que en los últimos años han reducido su producción debido a factores ambientales y de sanidad.

El mercado potencial actual del departamento de Lambayeque – Piura y La Libertad es de 49,000 bolsas de (25 kilos/bolsa), lo que representa un volumen de producción 1225 TM de semilla híbrida (semilla certificada) representando el 20% de la semilla de maíz amarillo duro que utiliza la Costa Norte.

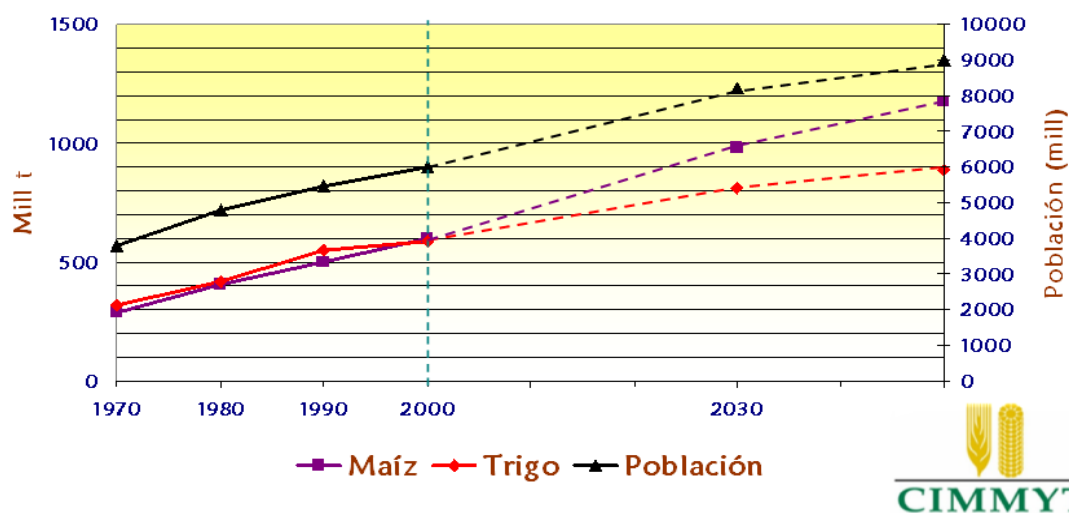
La demanda de la semilla híbrida está en función al Marketing que la empresa realice (hacerlo conocido al producto), debido a que en el mercado existe una amplia demanda de semilla de maíz híbrido ó de variedad certificada lo cual asegura la venta del producto.

**ONU (2012)**, respecto a los escasos de alimentos, indica que unas mil millones de personas seguirán viviendo bajo el umbral de la pobreza extrema en 2015 pese a los esfuerzos de los países por erradicar este flagelo, según los cálculos del Banco Mundial y la ONU divulgados en Bogotá. La directora global del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Helen Clark, y el director gerente del BM, Mahmoud Mohieldin, revelaron esta cifra en el primer día de la conferencia de evaluación de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

**NARRO y ARAUS J.L. 2012**, en el CIMMYT, muestra el diagrama siguiente de la escasez de alimentos, en gran parte por la superpoblación mundial.

**Diagrama N° 1. Población y producción de maíz en el mundo.**

## POBLACIÓN Y PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN EL MUNDO



### e. HABILIDAD COMBINATORIA.

**MÁRQUEZ (1985)**, respecto a la evaluación de las líneas, indica que el valor de los progenitores de un híbrido se puede determinar mediante la prueba de **Habilidad combinatoria** general (ACG) y **Habilidad combinatoria** específica (ACE).

**SPRAGUE y TATUM (1942)**, reportado por **Martínez (1975)**, definieron estos dos términos en relación al comportamiento relativo de las líneas al ser cruzadas; usando el vocablo aptitud combinatoria general para designar el comportamiento promedio de una línea en combinaciones híbridas, y aptitud combinatoria específica para designar a la desviación de cada combinación con respecto a la ACG de los progenitores; es decir, cada crusa puede ser mejor o peor de lo que se esperaría en base al comportamiento promedio de las líneas consideradas.

**BRAUER (1980)**, menciona que después de que se ha realizado la selección de líneas con base en su ACG (mediante cruas probadoras o mestizos), sigue la prueba de ACE, la cual consiste en cruzar las líneas dos a dos en cruzamientos simples para ser evaluados en ensayos de rendimiento. Lo que se busca con esta prueba es identificar a los híbridos F1 más rendidores de todas las cruas simples posibles formadas a partir de líneas. **Griffing**, citado por **Quemé de León (1989)**, emplea la expresión cruas dialélicas para describir un procedimiento en el cual se elige un conjunto de P líneas progenitoras y se realizan cruas entre ellas; este mismo autor distingue cuatro

diferentes técnicas de realizar dialélicas, las cuales varían dependiendo si se ensayan o no las autofecundaciones o las cruas recíprocas de las F1.

Después de haber realizado la prueba de ACG y ACE, y teniendo los resultados de la evaluación de las CS provenientes de las líneas seleccionadas, la siguiente etapa es determinar las mejores combinaciones híbridas cuando se está interesado en CD y CT. Uno de los primeros investigadores en hacer estudios de predicción fue **Jenkins (1934)**, citado por **Quemé de León (1989)**, quien propuso cuatro métodos para predicción del comportamiento de CD en maíz; por conveniencia, a cada método le asignó letras, A, B, C, y D, de acuerdo al estudio que realizó para rendimiento, el método B fue el que presentó mayor correlación (0.76); el método B utiliza para la predicción el promedio de las cuatro CS no paternas.

#### **i. LA SEGREGACIÓN EN LOS MAICES HÍBRIDOS.**

Los hijos de los híbridos F1 son llamados F2, los que pierden el vigor híbrido produciendo una población segregante abarcando toda la variación genética de los parentales originales y sin las combinaciones del gen dominante que fueron la base del desempeño del híbrido original. La variación de la población F2 es tan grande que para estudios de marcadores moleculares que necesitan del mapeo de genes, esos estudios pasan necesariamente por poblaciones F2 para caracterizar mejor un determinado atributo. Así, simplemente no existe una base económica o agronómica para la utilización de semilla propia de un híbrido F1 por el agricultor para ninguna especie que se multiplique sexualmente.

Si un material híbrido se siembra nuevamente como semilla propia no producirá plantas con desempeño similar al parental híbrido debido a la regresión genética y a la segregación. El cultivo resultante de un híbrido de segunda generación F2 perderá heterosis y su desempeño esperado será mucho menor. Además, el cultivo no se parecerá ala variedad original ni botánicamente ni en su desempeño y carácter. Un híbrido F1 no se reproduce fielmente en su generación F2. De ese modo, por razones técnicas y comerciales, los híbridos no se restablecen como semilla propia por no existir prácticamente una base económica o agronómica para ello (CYMMYT maize program especial)

#### **f. TAXONOMÍA DEL MAÍZ.**

**REYES (1985)**, comenta diciendo que: el maíz es un cereal; cuya planta se clasifica, por el lugar en donde se forman sus gametos, como monoica con flores unisexuales y su taxonomía es la siguiente:



**Cuadro N° 1: Taxonomía del Maíz.**

<b>Categoría</b>	<b>Familia</b>	<b>Carácter distintivo</b>
REINO	VEGETAL	PLANTA ANUAL
DIVISIÓN O PHILUM	Tracheophyta	SISTEMA VASCULAR
SUB DIVISIÓN	Pteropsidae	CON HOJAS GRANDES
CLASE	Angiosperma	SEMILLA CUBIERTA
SUB CLASE	Monocotiledónea	COTILEDON UNICO ESCULENTUM
GRUPO	Glumiflora	FLORES HERMAFRO.O UNISEX
ORDEN	Graminales	GENERALMENTE HIERBAS
FAMILIA	Poaceae	GRANO-CEREAL
TRIBU	Maydeae	HOJA CON DOS FILAS
GENERO	Zea	ÚNICO
ESPECIE	Mays	MAÍZ COMÚN

El maíz pertenece a la familia de las gramíneas, su nombre científico es ***Zea mays L.***, debido a que el maíz ha sido cultivado en casi todas las partes del mundo, es posible encontrar plantas con diferentes características, siendo esto necesario para la selección de nuevos cultivares.

### **g. TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS.**

Un estudio realizado en México en el 2005, se comparo características agronómicas, rendimiento de grano y calidad de semilla en 24 poblaciones de raza Chalqueña grano azul, con el híbrido grano blanco H-139, se encontró que las dos poblaciones de mayor rendimiento 5.1 y 5.4 Tn/ha fueron superadas por el híbrido con 7.5 Tn/ha (Miguel A et. al ,2004).

El uso de la tecnología de dobles haploides (hd) en el mejoramiento genético de maíz fue propuesto por primera vez desde hace más de medio siglo. Hoy en día, la técnica de inducción de haploides in vitro es una práctica común en el desarrollo de líneas endogámicas o puras, tanto en el sector público como en el sector privado. Con la tecnología haploide (hd) el mejoramiento genético de maíz es más eficiente por dos razones:

- 1) Se necesita menos tiempo para producir líneas endogámicas totalmente homocigotas; mientras que con los métodos convencionales se necesitan seis o más generaciones de autofecundación, con dh se produce líneas puras en solo dos generaciones.

- 2) La mayor varianza genética que hay entre líneas dh, mejora la eficiencia de la selección, comparada con la de plantas f2 o familias f3 o f4 obtenidas por autofecundación. El uso de la tecnología HD fue el tema del taller que organizaron la Universidad de Hohenheim (UH) y el CIMMYT en Stuttgart, Alemania. El programa del taller se preparó como parte del proyecto “Maíz tolerante a estrés para Asia” el cual esta dando resultados con la aplicación de esta nueva tecnología. (CYMMYT 2012)

Otro estudio realizado con el Híbrido INIA 605, Perú primer híbrido simple comercial, desarrollado en nuestro País en el año 2004, con un promedio en costa de 7 Tn/ha superando a los demás híbridos de otras compañías importadoras de híbridos.

**Chiclayo, 19 oct. de 2012 (ANDINA).** El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) liberó en Chiclayo un nuevo híbrido de maíz amarillo duro denominado “INIA 619 – Megahíbrido”, que rinde hasta 14 toneladas por hectárea y tiene una amplia adaptación en la costa y la selva del país.

## **h. MARCO TEORICO.**

### **i. MODELO GENÉTICO PARA CARACTERES CUANTITATIVOS.**

**NARRO 2012, ROBLEDO 2013 y NARRO 2013**, referente a la genética cuantitativa indican que un modelo es un esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja, que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento.

El valor que se observa cuando un carácter se mide sobre un individuo es el valor fenotípico de ese individuo.

El modelo que se utiliza para estudiar el valor fenotípico ( $P$ ) es en componentes atribuibles a la influencia del genotipo ( $G$ ) y del ambiente ( $E$ ) es la ecuación:

$$P = G + E$$

En la que **P** es el valor fenotípico, **G** el valor genotípico y **E** la desviación ambiental.

Se define como genotipo como al arreglo particular de genes que presenta el individuo, y el ambiente como todas y cada una de las circunstancias no genéticas que afectan al valor fenotípico. Al englobar todas las circunstancias no genéticas dentro del término

ambiente es claro que el genotipo y el ambiente son, por definición, los únicos dos determinantes del valor fenotípico, ya que todo lo que no es genotipo, por definición, es ambiente.

Los caracteres cualitativos tienen muy poca o nula influencia ambiental, por lo que el modelo que se aplica a ellos es:

$$P = G$$

#### a. GENOTIPO.

El Genotipo de un individuo o **Valor Genotípico** se particiona en componentes atribuibles a diferentes causas:

##### a.1. Valor Genético Aditivo ( $G_a$ ).

Para los caracteres cuantitativos, cada gen hace un pequeño aporte individual al genotipo. Ese aporte se denomina valor aditivo del gen. El genotipo aditivo es la sumatoria de dichos efectos de todos los genes que determinan el genotipo de ese individuo para ese carácter. También se lo denomina Valor de Cría, Reproductivo o Mejorante. El valor representa, del valor genotípico, **sólo la parte que puede ser transmitida de los padres a su descendencia.**

##### a.2. Valor Genético por Dominancia ( $G_d$ ).

O desviación por dominancia que surge de la interacción entre alelos de un locus. Es la sumatoria de los efectos producidos debido a las interacciones alélicas entre todos los pares de genes que determinan el carácter en un individuo.

##### a.3. Valor Genético por Interacciones ( $G_i$ ).

Con más de un locus determinando el carácter, se debe tener en cuenta también las **interacciones entre loci (no alélicas)**, que se denominan epístasis. Es la sumatoria de los efectos producidos debido a las interacciones no alélicas entre todos los pares de genes que determinan el carácter en un individuo.

$$G = G_a + G_d + G_i$$

#### b. AMBIENTE.

Los efectos ambientales son independientes del genotipo del individuo y ocasionan una desviación del valor fenotípico del mismo, con respecto al valor genético, que en muchos casos puede ser considerable. En términos generales, se puede hablar de dos clases de efectos ambientales:

### **b.1. Permanentes (Ep).**

Son todos aquellos que una vez que actúan sobre el individuo lo afectan durante toda su vida. Por ejemplo, una deficiencia nutricional prolongada durante el período de crecimiento puede provocar un efecto, que no es genético, que afecte el peso adulto de un animal.

### **b.2. Temporarios (Et).**

Son los que actúan sobre el genotipo de manera transitoria: alimentación, estado sanitario, condiciones climáticas, etc.

$$E = Ep + Et$$

El modelo completo es, entonces:

$$P = Ga + Gd + Gi + Ep + Et.$$

Considerando todos los elementos que componen el valor fenotípico de un individuo, sólo el valor genético aditivo es heredable. En rigor, el 50 % del mismo, ya que se hereda el 50 % de los genes y no se heredan ni las interacciones alélicas, ni los efectos ambientales.

## **ii. PARÁMETROS POBLACIONALES PARA CARACTERES CUANTITATIVOS.**

El hecho de que exista gran cantidad de genes que determinan un carácter cuantitativo y la influencia del ambiente, hace que sea imposible la estimación de las frecuencias génicas de cada uno de ellos. Para estos caracteres la caracterización de la estructura poblacional se realiza en base a otros elementos que, en definitiva, dependen de las frecuencias génicas.

### **a. MEDIA POBLACIONAL.**

Uno de los elementos que definen a una distribución normal es su media. La media fenotípica para una población, para un carácter cuantitativo, está dada por la suma del valor genético promedio de todos los individuos que la componen y el promedio de las desviaciones ambientales que los afectan.

### **b. VARIANZA FENOTÍPICA.**

El estudio genético de un carácter métrico se centra en el estudio de su variación, cuya medida matemática más comúnmente usada es la varianza. Para estudiar esta variación es necesario desglosarla en componentes atribuibles a diferentes causas. La magnitud relativa de estos componentes es la que determina las propiedades genéticas de una población

Por tanto, la varianza fenotípica se puede descomponer en varianza genotípica ( $V_G$ ) y varianza ambiental ( $V_E$ ). La varianza genotípica es la varianza de los valores genotípicos y la varianza ambiental es la varianza de las desviaciones ambientales:

$$V_P = V_G + V_E$$

Si se consideran todos los componentes del modelo genético, puede desglosarse como:

$$V_P = V_{Ga} + V_{Gd} + V_{Gi} + V_{Ep} + V_{Et}$$

Es decir, existe en la población distintas fuentes de variación debidas a cada uno de los componentes: varianza genética aditiva ( $V_{Ga}$ ), varianza genética por dominancia ( $V_{Gd}$ ), varianza genética por interacciones ( $V_{Gi}$ ), varianza ambiental permanente ( $V_{Ep}$ ) y varianza ambiental temporaria ( $V_{Et}$ )

El grado de variabilidad genotípica de un carácter en una población tiene relación directa con las frecuencias génicas de la misma. Con frecuencias extremas ( $p = 0$ ,  $p = 1$ ) la varianza genética aditiva es cero, ya que los individuos no presentan diferencias genéticas entre ellos, son todos homocigotos. Cuando toman valores intermedios ( $p = q = 0.5$ ) la variabilidad aditiva es máxima.

### **c. HEREDABILIDAD.**

La heredabilidad es la proporción de la varianza fenotípica total que es debida a causas genéticas; en otras palabras, la heredabilidad mide la importancia relativa de la varianza genética como determinante de la varianza fenotípica.

Se pueden distinguir dos tipos de heredabilidad: la heredabilidad en sentido amplio y la heredabilidad en sentido estricto.

#### **c.1. La heredabilidad en sentido amplio ( $H$ ).**

Se basa en la varianza genotípica:

$$H = V_G / V_P$$

Y, por tanto, mide en qué medida la varianza fenotípica está determinada por la varianza genotípica; es decir, incluye los efectos de la varianza por dominancia y de la varianza epistática.

#### **c.2. La heredabilidad en sentido estricto ( $h^2$ ).**

Mide la proporción de la varianza fenotípica total que está determinada por la varianza genética aditiva:

$$h^2 = V_A / V_P$$

Y, por tanto, excluye la contribución debida a la varianza dominante y epistática. La heredabilidad en sentido estricto es la causa principal del parecido fenotípico entre parientes, es el determinante principal de las propiedades genéticas de una población y determina la tasa de cambio del carácter en la población como respuesta a la selección, así como el grado depresión endogámica y de vigor híbrido esperable. Cuando nos referimos a heredabilidad sin más, sin adjetivos, nos referimos a la heredabilidad en sentido estricto.

#### **d. ENDOCRIA Y HETEROSIS.**

El término heterosis fue propuesto por G.H. Shull para describir el vigor híbrido que se presenta en generaciones heterocigotas, derivadas del cruzamiento entre individuos genéticamente diferentes **(Shull 1909)**.

La heterosis ha sido ampliamente utilizada en programas de mejoramiento de muchos cultivos para la identificación de poblaciones genéticamente divergentes como base para el desarrollo de líneas endogámicas para ser usadas en cruzamientos F1 **(Hallauer y Miranda 1981)**.

No existe una teoría concluyente sobre la heterosis como agente causal del vigor híbrido **(Birchler, Auger y Riddle 2003)**. Para explicar el fenómeno de heterosis se han formulado varias teorías y posiciones al respecto, a saber: 1) teoría de dominancia; 2) teoría de sobredominancia; 3) teoría epistática; 4) teoría de la acción conjunta de la dominancia y sobredominancia **(Allard 1975)**.

A las anteriores teorías se ha sumado también la metilación del ADN **(Tsafaris et al. 1997)**. La heterosis puede ser expresada de diferentes formas, dependiendo del criterio usado para comparar el comportamiento de un híbrido: a) heterosis media (con base al promedio de los progenitores), b) heterosis útil (con base al promedio de un testigo estándar comercial) y c) heterobeltiosis (con base al promedio del mejor progenitor). Desde el punto de vista práctico, la heterosis útil es la más importante, porque permite desarrollar híbridos deseables superiores a los genotipos comerciales existentes en los sistemas de producción actual. Alam *et al.* 2004 (reportado por **Espitia et al 2004**) señalan que es mejor expresar la heterosis no solo en comparación con los

valores parentales sino también con un buen genotipo testigo, dado que la heterosis en los cruzamientos de variedades poco productivas no tiene interés comercial.

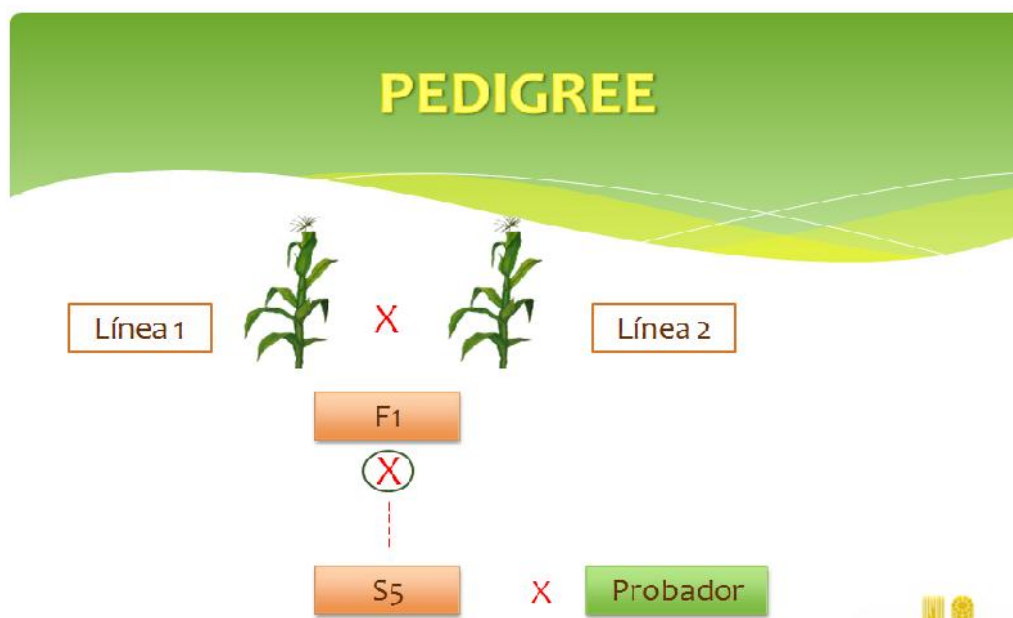
**MIRANDA (1999)**, afirma que la expresión de la heterosis es menor en cruzamientos entre poblaciones de polinización abierta de base genética amplia. Varias publicaciones han señalado que el grado de endogamia, la dominancia unidireccional y la diversidad genética están estrechamente relacionados con la manifestación del vigor híbrido (**Beck, Vasal y Crossa 1990, Crossa, Vasal y Beck 1990, Vasal et al. 1992 y Rezende y Souza Jr. 2000**).

**NARRO (2012)**, muestra el modelo del fenotipo en términos económicos, el pedigrí y la forma de evaluar los genotipos en espacio, ver diagramas 2,3 y 4.

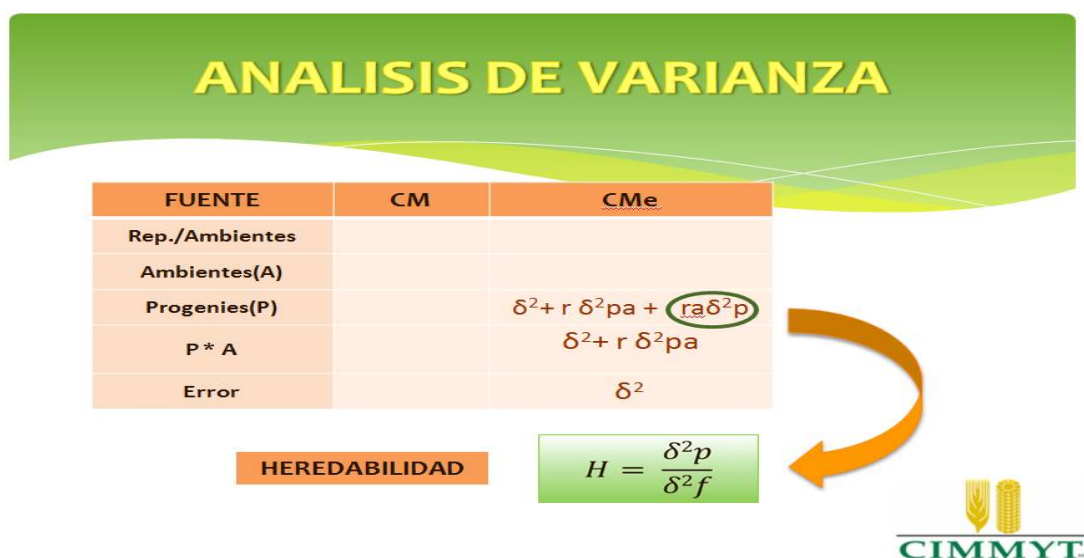
**Diagrama N° 2. Modelo del fenotipo en función de sus componentes.**



**Diagrama N° 3. Modelo del pedigrí y la forma de evaluar las líneas de maíz.**



**Diagrama N° 4. Modelo de la evaluación de los genotipos en espacio.**



### iii. NUEVAS TECNOLOGIAS EN LA OBTENCION DE LINEAS DE MAIZ.

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz (**CIMMYT**) acaba de publicar "Doubled haploid technology in maize breeding: Theory and practice" (Tecnología de doble haploide en el mejoramiento del maíz: teoría y práctica), editado por **B.M. Prasanna, V. Chaikam y G. Mahuku**. El principal destinatario son los mejoradores de maíz de los sistemas nacionales de investigación agrícola, así como pequeñas y medianas empresas de semillas en los países en desarrollo que quieran mejorar sus conocimientos y la utilización de la tecnología de doble haploide en los programas de



mejoramiento. Se trata de una compilación y consolidación de los conocimientos acumulados a través de aportaciones científicas de varios genetistas y mejoradores del maíz de todo el mundo, así como protocolos desarrollados con buenos resultados (en colaboración con la Universidad de Hohenheim, Alemania) y utilizados por el Programa Mundial del Maíz del CIMMYT en desarrollo de línea doble haploide, especialmente en México.

**FAO (2012)**, Biotecnologías agrícolas en la agricultura, silvicultura ganadería, pesca y agroindustria. Diagramas 5 y 6.

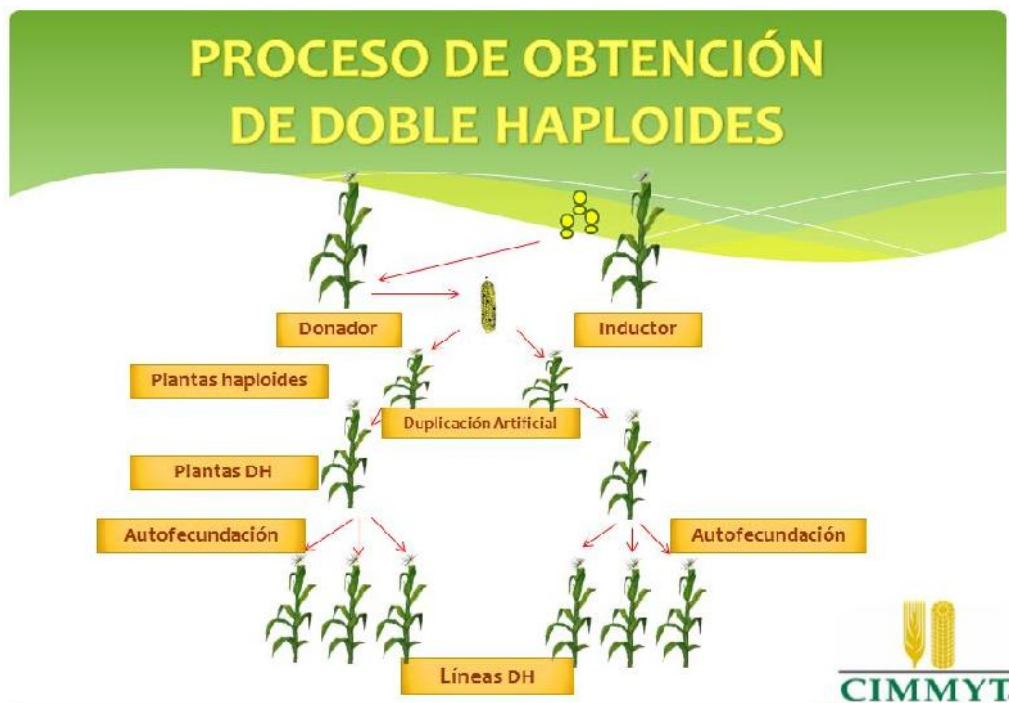
<http://www.fao.org/biotech/biotech-add-edit-section/biotech-add-edit-news/biotech-news-detail/es/c/159447/>

<http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1351/97066.pdf> o [b.m.prasanna@cgiar.org](mailto:b.m.prasanna@cgiar.org)

**Diagrama N° 5. Tecnologías en la obtención de líneas.**



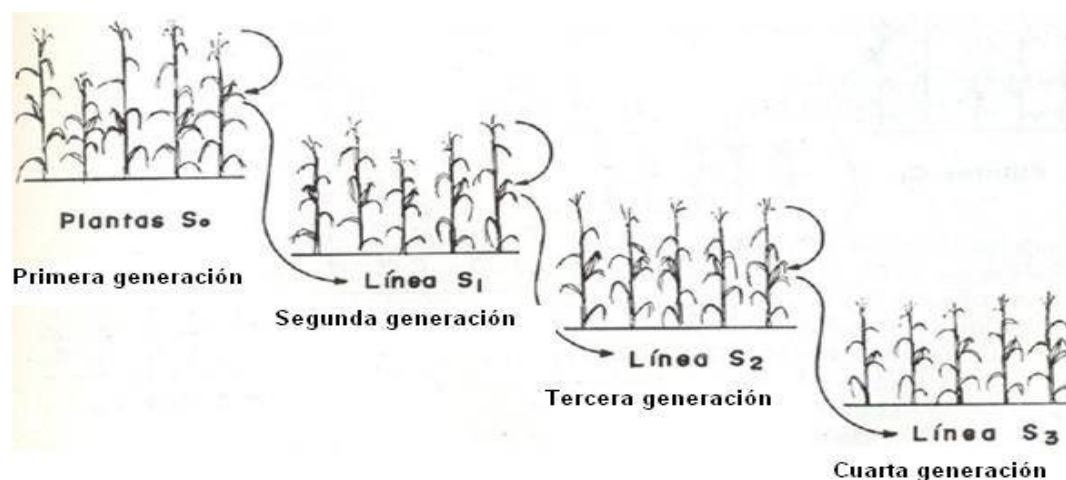
**Diagrama N° 6. Obtención de líneas mediante los dobles haploides.**



#### iv. FORMACIÓN DE HÍBRIDOS DE MAÍZ.

- Obtención de híbridos.
- Procedimiento General:
  1. Obtención de líneas auto fecundadas por autopolinización manual.
  2. Selección de líneas mediante pruebas de Aptitud Combinatoria General (ACG) Mestizos.
  3. Evaluación de líneas por Aptitud Combinatoria Específica (ACE).
  4. Determinación de líneas auto fecundadas que den cruzas productivas.
  5. Utilización comercial de las mejores cruzas para la producción de semilla
  6. Polinización de la flor femenina (jilote), con polen de la flor masculina (espiga), de la misma planta.
  7. La semilla de la mazorca producto de la primera autofecundación, se siembra y dará una LA de una autofecundación: LA  $S_1$ .
  8. La semilla de la mazorca producto de la segunda autofecundación, se siembra y dará una LA de dos autofecundaciones: LA  $S_2$ .
  9. Las líneas auto fecundadas  $S_1$  y  $S_2$ , mostrarán un abatimiento general del vigor, Ver esquema 1.

**Diagrama N° 7. Obtención de una línea autofecundada  $S_1$ , nótese que solo una planta se autofecunda en cada generación.**



#### v. PRODUCCIÓN MUNDIAL DE MAÍZ.

En el Cuadro No 2 se muestra Balance Mundial de oferta y demanda de Maíz – Agosto de 2015 (millones de toneladas).

**Cuadro N°02: Balance Mundial de oferta y demanda de Maíz – Agosto de 2015 (millones de toneladas).**

Años	Stock inicial	Producción	Demanda	Exportaciones	Stock final
2007/2008	110,7	795,5	774,5	98,6	131,7
2008/2009	131,7	799,7	784,0	84,2	147,5
2009/2010	147,5	824,9	825,8	96,6	146,6
2010/2011	146,6	835,4	852,0	91,3	130,1
2011/2012	130,1	888,2	883,7	116,9	134,5
2012/2013	134,5	868,0	864,7	95,2	137,8
2013/14	137,2	990,8	953,0	131,1	175,0
2014/15 estimado	175,0	1.006,2	983,8	129,1	197,4
2015/16 proyectado	197,4	985,6	987,9	123,5	195,1

Fuente: elaborado por Odepa con información de *World Agricultural Supply and Demand Estimates (WASDE, USDA)*.

**Gráfico N° 01: Producción y demanda mundial de Maíz a agosto de 2015 (millones de toneladas).**



Fuente: elaborado por Odepa con información de World Agricultural Supply and Demand Estimates (WASDE, USDA).

El informe de agosto del USDA estima menor producción y mayor demanda de maíz para la temporada 2015/16, respecto de la temporada anterior, impulsadas por caídas en la producción estimada para Estados Unidos, Brasil, Argentina y la Unión Europea, y un incremento en la demanda de China y Brasil.

**Cuadro N° 03: Exportaciones de los principales países exportadores de Maíz – Estimación Agosto de 2015 (miles de toneladas).**

Años	Argentina	Brasil	India	Paraguay	Rusia	Sudáfrica	Ucrania	EE.UU.	Mundo
2008/09	10.324	7.136	2.608	1.869	1.331	1.671	5.497	46.965	84.174
2009/10	16.504	11.599	1.939	1.418	427	2.064	5.072	50.270	96.644
2010/11	16.349	8.404	3.526	1.576	37	2.446	5.008	46.508	91.290
2011/12	17.149	24.337	4.569	2.477	2.027	1.812	15.157	39.096	116.899
2012/13	18.691	24.948	4.691	2.826	1.917	2.056	12.726	18.545	95.124
2013/14	17.102	20.967	3.871	2.372	4.192	1.957	20.004	48.783	131.100
2014/15 estimado	17.000	27.000	1.000	2.300	2.900	700	19.000	46.992	129.092
2015/16 proyectado	15.500	24.000	2.000	2.400	4.000	1.500	17.500	46.992	123.427

Fuente: elaborado por Odepa con información de World Agricultural Supply and Demand Estimates (WASDE, USDA).

**Gráfico N° 02: Exportaciones de maíz a los principales exportadores estimado agosto de 2015 (miles de toneladas).**



Fuente: elaborado por Odepa con información de World Agricultural Supply and Demand Estimates (WASDE, USDA).

En agosto, las proyecciones de las exportaciones mundiales para la temporada 2015/2016, si bien son 5,7 millones de toneladas menores que las de la temporada 2014/2015, son 0,9 millones de toneladas superiores a las proyectadas en julio.

Para la temporada 2015/2016, respecto de la temporada anterior, se esperan caídas en las exportaciones de Brasil (3 millones de toneladas) y de Argentina y Ucrania (1,5 millones de toneladas cada uno). En India, Rusia, Sudáfrica y Paraguay se esperan aumentos de 1,0; 1,1; 0,8 y 0,1 millones de toneladas, respectivamente.

<http://static.elmercurio.cl/Documentos/Campo/2015/08/25/201508258522.pdf>.

## vi. PRODUCCIÓN NACIONAL DE MAÍZ.

La producción de maíz amarillo duro creció 25.2% en noviembre de 2015 (INEI 2016). El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) informó que también aumentó la producción de leche fresca y aves a nivel nacional.

INEI (2016) informó que la producción de maíz amarillo duro alcanzó las 131 404 toneladas en noviembre del 2015, incrementándose en 25.2%, en comparación con similar mes del año anterior.

**El INEI (2016)**, señaló que con estas cifras de noviembre fue el segundo mes con el mayor nivel de producción de maíz en el 2015.

Esto se explicó por los mejores resultados registrados en los departamentos de Ica (88.2%), Lima (83%), Piura (70%), Lambayeque (23.6%), La Libertad (16.1%) y Loreto (5.1%), que en conjunto aportaron el 84.6% de la producción nacional de maíz.

Asimismo, aumentó en Huancavelica (307.5%), Ucayali (197.7%), Cajamarca (46.9%), Huánuco (26.9%) y Junín (20.1%). Sin embargo, la producción de este grano disminuyó en Apurímac (-94.3%), Tumbes (-44.8%), Áncash (-38.5%), Amazonas (-30.7%) y San Martín (-9.8%).

En el primer mes del presente año, la producción de maíz amarillo duro registró 107 mil 822 toneladas y representó un aumento de 10,8%, respecto a similar mes del año anterior, como resultado de las mayores superficies sembradas y disponibilidad del recurso hídrico; así lo dio a conocer el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Los departamentos que contribuyeron con este resultado fueron Lambayeque (39,2%), Ica (25,9%), Lima (19,1%) y Loreto (10,3%), que en conjunto concentraron el 53,5% del total nacional. De igual modo, creció en Moquegua (170,6%), Tumbes (56,0%), Madre de Dios (42,1%), Amazonas (34,7%), Pasco (27,9%), Piura (18,0%), Junín (17,4%), Áncash (16,1%), Huánuco (12,2%) y Ucayali (10,2%).

Por el contrario, disminuyó la producción de este grano en La Libertad (-30,1%), Cajamarca (-9,1%), San Martín (-8,4%) y Cusco (-0,9%).

#### **a. Producción de aves creció en 16 departamentos.**

En enero del presente año, se incrementó la producción de ave en los departamentos de Lima (9,0%), La Libertad (4,2%) y Áncash (2,3%) que en conjunto concentraron el 74,0% de la producción nacional.

Igualmente, aumentó en Tacna (19,2%), Junín (19,1%), Tumbes (15,3%), Ayacucho (11,9%), Ucayali (4,2%), Piura (3,4%), Apurímac (3,1%), Cajamarca (2,8%), Cusco (2,7%), Moquegua (1,4%), Loreto (1,0%), Huancavelica (0,5%) y Amazonas (0,5%).

A nivel nacional, la producción de ave subió en 4,1% en comparación a lo reportado en enero 2014, explicado por las mayores colocaciones de pollos BB, línea carne.

<https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-maiz-amarillo-duro-aumento-en-108-8270/>

**MINAGRI (2015) SISAP Maiz amarillo Duro.** Respecto a las importaciones de maíz Amarillo Duro indica:

<http://minagri.gob.pe/portal/boletin-de-maiz-amarillo-duro/maiz-2015>

**Cuadro N° 04: Importacion por países de origen del Maíz Amarillo Duro en toneladas. (Periodo: Enero – Diciembre)**

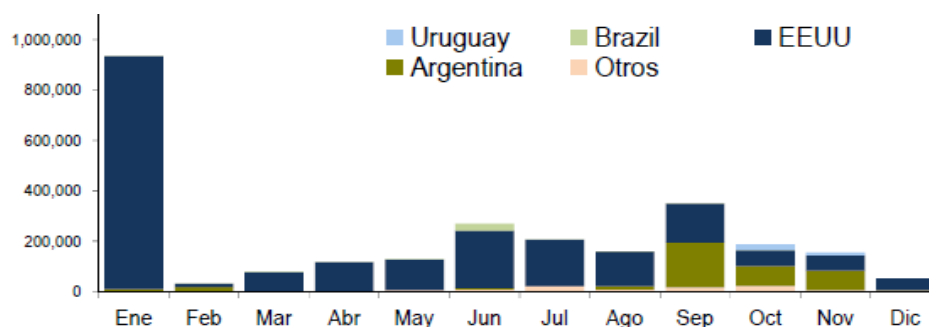
	2,014	2,015	Var (%)
Argentina	608,826	377,726	-38.0
EEUU	1,698,490	2,126,528	25.2
Brasil	3,876	29,258	654.8
Otros	4,770	91,967	1,828.2

1/ En el 2015 esta actualizado al 27 de diciembre (Preliminar)

... Sin información (No se registró importaciones)

Fuente: SUNAT

**Gráfico N° 03: Importaciones de maíz amarillo – 2015 (t)**



**Cuadro N° 05: Comportamiento mensual de las importaciones de Maiz Duro (Partida arancelaria 10059001100) 2013 - 2015**



	2,013		importaciones (t)			Precios CIF (US\$ x t.) 2/		
	Import.	Precio	2,014	2,015	Var	2,014	2,015	Var
	(t)	CIF US\$/t			(%)			(%)
Ene	137,243	316.5	295,826	934,258	215.8	241.5	222.8	-7.7
Feb	143,767	308.0	390,309	30,181	-92.3	239.9	223.4	-6.9
Mar	59,989	296.8	132,340	77,399	-41.5	234.7	207.6	-11.6
Abr	218,138	292.5	150,587	116,177	-22.9	247.0	204.9	-17.0
May	130,553	281.2	110,834	126,748	14.4	260.1	204.0	-21.6
Jun	160,407	279.4	99,725	268,478	169.2	255.8	197.9	-22.6
Jul	253,515	288.5	232,085	204,863	-11.7	238.3	202.1	-15.2
Ago	156,064	283.0	199,023	158,402	-20.4	225.0	199.0	-11.6
Set	392,063	250.6	248,535	349,026	40.4	220.1	189.5	-13.9
Oct	110,133	239.4	244,313	186,855	-23.5	211.8	193.2	-8.8
Nov	90,108	231.9	160,915	153,440	-4.6	214.4	186.2	-13.2
Dic 1/	153,162	233.0	51,471	51,485	0.0	230.7	198.9	-13.8

1/ En el 2015 esta actualizado al 27 de diciembre (Preliminar)

2/ El Precio CIF es Ponderado

Fuente: SUNAT

### Cuadro N° 06: Importacion de maíz amarillo duro mensual 2014 – 2016\*

MES	2016			2015			2014		
	CIF	KILOS	PREC. PROM.	CIF	KILOS	PREC. PROM.	CIF	KILOS	PREC. PROM.
ENERO	85,590,634	441,703,500	0.194	208,185,061	934,206,955	0.223	71,433,475	295,805,313	0.241
FEBRERO	32,315,167	170,055,527	0.190	6,743,497	30,180,560	0.223	93,632,894	390,308,570	0.240
MARZO				16,066,565	77,397,485	0.208	31,062,169	132,340,210	0.235
ABRIL				23,785,106	116,151,198	0.205	37,179,617	150,530,570	0.247
MAYO				25,828,574	126,748,385	0.204	28,832,260	110,833,610	0.260
JUNIO				53,144,356	271,484,190	0.196	25,504,950	99,721,210	0.256
JULIO				41,399,423	204,860,874	0.202	55,317,742	232,097,770	0.238
AGOSTO				31,503,552	158,356,632	0.199	44,779,010	199,023,250	0.225
SEPTIEMBRE				66,123,403	349,026,384	0.189	54,692,709	248,535,072	0.220
OCTUBRE				36,101,996	186,855,054	0.193	51,747,343	244,313,035	0.212
NOVIEMBRE				28,547,166	153,306,020	0.186	34,503,288	160,914,630	0.214
DICIEMBRE				11,094,791	55,544,675	0.200	11,874,771	51,471,045	0.231
TOTALES	117,905,802	611,759,027	0.193	548,523,491	2,664,118,412	0.206	540,560,230	2,315,894,285	0.233
PROMEDIO MES	58,952,901	305,879,514		45,710,291	222,009,868		45,046,686	192,991,190	
% crec. Promedio	29%	38%	-6%	1%	15%	-12%	-2%	15%	-15%

\* Enero y Febrero

Fuente: SUNAT

<http://www.agrodataperu.com/wp-content/uploads/2016/03/00MAIZAMARILLO2.bmp>

**Cuadro N° 07: Producción y superficie cosechada a nivel Nacional.**

Regiones	Superficie Cosechada (ha)			Producción (t)			
	2011	2012	Var %	2011	2012	Var %	Part %
San Martín	44,568	49,805	11.8%	90,225	102,043	13.1%	10.2%
Loreto	14,312	7,998	-44.1%	34,172	19,436	-43.1%	1.9%
Lima	24,200	24,231	0.1%	218,466	225,311	3.1%	22.6%
Huánuco	9,859	9,773	-0.9%	30,304	31,429	3.7%	3.2%
Piura	12,968	12,605	-2.8%	55,488	45,279	-18.4%	4.5%
Cajamarca	19,243	18,930	-1.6%	56,873	58,169	2.3%	5.8%
Ucayali	4,874	9,042	85.5%	11,216	19,970	78.1%	2.0%
La Libertad	14,706	20,976	42.6%	122,198	181,282	48.4%	18.2%
M. de Dios	3,996	4,533	13.4%	8,692	9,976	14.8%	1.0%
Junín	4,643	4,572	-1.5%	12,821	12,930	0.9%	1.3%
Amazonas	9,927	9,904	-0.2%	22,501	23,054	2.5%	2.3%
Ancash	9,233	10,854	17.6%	47,123	55,774	18.4%	5.6%
Ica	8,266	8,842	7.0%	72,990	80,083	9.7%	8.0%
Lambayeque	10,190	16,247	59.4%	67,527	97,301	44.1%	9.8%
Puno	2,308	2,390	3.6%	3,917	4,138	5.6%	0.4%
Pasco	3,504	3,005	-14.2%	5,430	4,545	-16.3%	0.5%
Cusco	2,780	1,705	-38.7%	4,888	2,956	-39.5%	0.3%
Resto del País	4,471	6,309	41.1%	13,398	23,127	72.6%	2.3%
<b>Total</b>	<b>204,047</b>	<b>221,720</b>	<b>8.7%</b>	<b>878,229</b>	<b>996,803</b>	<b>13.5%</b>	<b>100%</b>

Fuente: MINAG-OEEE

/\* Los datos son a septiembre 2012

Elaboración: MINAG-DGCA-DIA

**b. Rendimiento promedio.**

El rendimiento promedio nacional de maíz amarillo duro en el año 2011 fue de 4.515 kg/ha, siendo un 3.7% superior que el rendimiento promedio del año 2010. Son tres las regiones con mayor rendimiento promedio en el año 2011, Lima (8.979 kg/ha), La Libertad (8.897 kg/ha) Ica (8.816 kg/ha); otras dos regiones mantienen rendimientos superiores al promedio nacional, como son Lambayeque (6.662 kg/ha) y Ancash (5.103 kg/ha). Ver Cuadro N° 08.



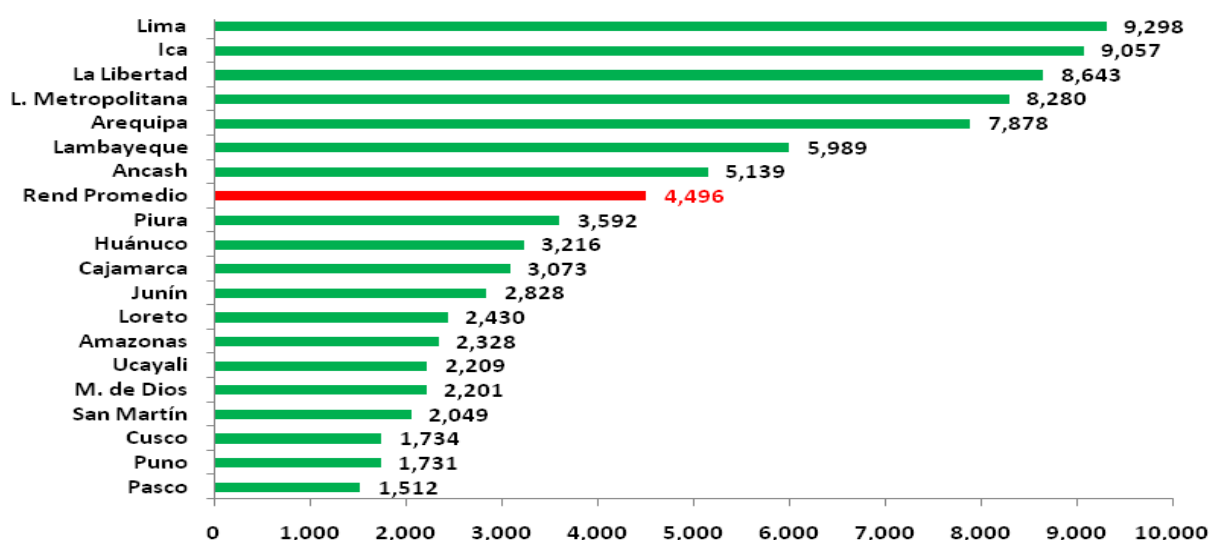
**Cuadro N° 08: Rendimientos Promedio (t/ha)**

Regiones	2010	2011	Var %
San Martín	1.86	2.04	9.7%
Loreto	2.06	2.20	6.7%
Lima	8.71	8.98	3.0%
Huánuco	3.24	3.10	-4.1%
Piura	3.85	4.35	13.1%
Cajamarca	4.28	3.04	-28.8%
Ucayali	2.45	2.35	-4.0%
La Libertad	8.36	8.90	6.5%
M. de Dios	2.17	2.17	0.2%
Junín	2.71	2.76	1.8%
Amazonas	2.31	2.26	-2.0%
Ancash	5.05	5.10	1.1%
Ica	8.47	8.82	4.1%
Lambayeque	6.12	6.66	8.9%
Puno	1.70	1.70	0.1%
Pasco	1.52	1.55	2.4%
Cusco	1.74	1.75	0.4%
<b>Rendimiento Promedio</b>	<b>4.35</b>	<b>4.52</b>	<b>3.7%</b>

Fuente: MINAG-OEEE

Elaboración: MINAG-DGCA-DIA

El rendimiento promedio nacional a septiembre del año 2012 es alrededor de 4,496 kg/ha, las regiones con mejores productividades por encima del promedio nacional son Lima (9,298 kg/ha), Ica (9,057 kg/ ha), La Libertad (8,643 kg/ha), Lima Metropolitana (8,280 kg/ha), Arequipa (7,878 kg/ha), Lambayeque (5,989 kg/ha) y Ancash (5,139 kg/ha), cabe mencionar que todas estas regiones se encuentran situadas en la costa, en contrapartida las demás regiones con rendimientos inferiores al promedio nacional por lo general se encuentran en las regiones de la sierra y selva del Perú. Ver gráfico N° 4.

**Gráfico N° 04: Rendimiento Promedio (Kg/ha)**

Fuente: MINAG-OEEE

Elaboración: MINAG-DGCA-DIA

/\* Rendimientos promedios están al mes de junio 2012.

### c. Precios en Chacra (S/. x kg).

Los precios pagados al productor han tenido un crecimiento de 22.0% en el año 2011, con respecto al año 2010, siendo en el año 2010, el precio promedio pagado de S/. 0.75 por kilo, para terminar cotizándose a un precio de S/. 0.92 por kilo. En el año 2011, el mayor precio pagado al productor se dio en el departamento de Puno a S/. 1.84 por kilo, seguido de Cusco con S/. 1.48 por kilo y Arequipa con S/. 1.12 por kilo. Ver Cuadro N° 9.

**Cuadro N° 09. Precio del maíz en chacra (S/.x kg)**

Región	2010	2011	Var%
San Martín	0.62	0.79	27.7%
Piura	0.82	0.98	19.3%
La Libertad	0.81	0.96	18.6%
Lambayeque	0.68	0.80	17.4%
Amazonas	0.78	0.94	20.4%
Arequipa	0.87	1.12	29.5%
Cajamarca	0.63	0.78	23.8%
Tumbes	0.70	0.86	22.1%
Loreto	0.60	0.84	39.8%
Cusco	1.10	1.48	35.4%
Puno	1.62	1.84	13.6%
<b>Precio Promedio</b>	<b>0.75</b>	<b>0.92</b>	<b>22.0%</b>

Fuente: MINAG-OEEE

Elaboración: MINAG-DGCA-DIA

A septiembre del 2012, el mayor precio pagado al productor se dio en el departamento de Huancavelica a un precio de S/. 2.60 por kilo, seguido de Moquegua a un precio de S/. 1.20 por kilo, estas dos ciudades muestran el mayor precio que recibieron los productores por kilo de maíz amarillo duro. Cabe mencionar que el precio promedio nacional tuvo una reducción del 7.2%, siendo los departamentos de San Martín (-32.2%), Tacna (-16.7%), La Libertad (-15.4%), Piura (-15.3%) y Arequipa (-14.4%), los que tuvieron reducciones significativas en lo que va del periodo enero-septiembre del 2012. Ver cuadro N° 10.

**Cuadro N° 10: Precios en Chacra (S/. x Kg)**

Región	2010	2011	Var%
San Martín	0.96	0.65	-32.2%
Piura	1.04	0.88	-15.3%
La Libertad	1.06	0.89	-15.4%
Lambayeque	0.74	0.86	15.1%
Amazonas	0.99	1.07	8.1%
Arequipa	1.17	1.00	-14.4%
Cajamarca	0.91	0.88	-3.6%
Tumbes	0.74	0.75	1.5%
Loreto	0.69	0.75	8.5%
Tacna	1.20	1.00	-16.7%
Moquegua	0.73	1.20	64.4%
Huancavelica	1.41	2.60	84.7
M. de Dios	0.80	1.02	27.3
Huánuco	1.06	1.00	-5.7
<b>Precio Promedio</b>	<b>0.94</b>	<b>0.87</b>	<b>-7.2%</b>

**Fuente: NINAG-OEEE****Elaboracion: MINAG-DGCA-DIA****d. Importación de Maíz Amarillo Duro en el País.**

Las importaciones de maíz amarillo duro en los últimos tres años tiene a Argentina como principal país proveedor de este producto, con importaciones superiores 1,894 mil toneladas en el año 2011, a septiembre del 2012 se registran importaciones de alrededor de 1,244.2 mil toneladas. Ver cuadro N° 11. Argentina mantuvo una participación en estas importaciones alrededor del 79.8% para el año 2011 y de 81.3% al 2012.

**Cuadro N° 11: Importaciones de Maíz A. Duro (En miles de TM)**

País	2010	2011	2012 /*
ARGENTINA	1,060.3	1,511.9	1,011.1
EE.UU.	626.4	63.1	
PARAGUAY	156.3	156.5	148.9
BRASIL	58.9	163.1	57.9
BOLIVIA	2.3		26.4
<b>Total</b>	<b>1,904.3</b>	<b>1,894.6</b>	<b>1,244.2</b>

Fuente: MINAG-OEEE

Elaboración: MINAG-DGCA-DIA

/\* Importaciones hasta septiembre 2012

Como se ha mencionado, Argentina es el principal país proveedor de maíz amarillo duro al Perú. Es importante resaltar la oferta total de este producto en el país, definiéndose como oferta nacional la producción nacional más las importaciones provenientes del exterior.

La oferta nacional de maíz amarillo duro en el año 2011 fue de 3, 156,554 toneladas, de las cuales las importaciones fueron aproximadamente 1, 894,572 toneladas, representando un 60.0% y la producción nacional de 1,261,982 toneladas, la cual representó un 40.0% de oferta nacional de este producto. Ver cuadro N° 12.

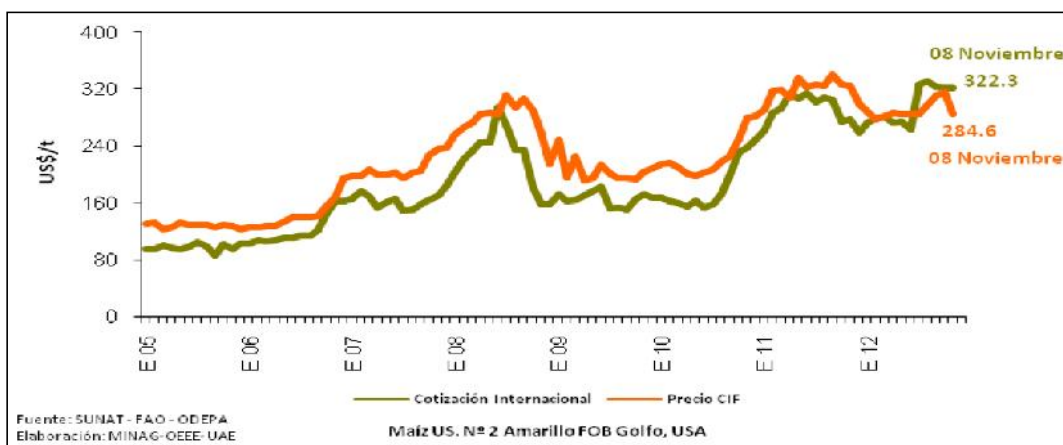
**Cuadro N° 12: Oferta Total de Maíz Amarillo, Año 2011 (Mensual en TM)**

Oferta Nacional	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jun	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Producción (t)	100,889	106,166	91,699	71,264	81,923	130,052	119,808	98,958	77,175	133,482	162,320	88,244	1,261,982
Importaciones (t)	149,592	106,397	159,339	108,415	168,166	125,129	206,786	159,825	190,568	193,340	153,835	173,179	1,894,572
Oferta Total (t)	250,481	212,563	251,038	179,679	250,089	255,181	326,595	258,784	267,743	326,823	316,155	261,423	3,156,554

Fuente: MINAG-OEEE-ADEX  
Elaboración: MINAG-DGCA-DIA

El precio internacional de maíz amarillo duro a septiembre del presente año (2012) tiene una cotización de US\$ 322.3 por tonelada y precio CIF US\$ 291.0 por tonelada, mostrando una tendencia a un ligero aumento en los últimos dos años para la cotización internacional y caída para el precio CIF.

**Gráfico N° 05: Cotización internacional y Precio CIF de Maíz Amarillo Duro.**



**Ministerio de agricultura (2012) Maiz amarillo duro Principales Aspectos de la Cadena Agroproductiva.**

<http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agroeconomia/agroeconomiamazamarillo2.pdf>

## vii. VARIEDADES HÍBRIDAS EN MAÍZ.

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 estadounidenses, 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**).

La investigación innovativa llevada a cabo por **Shull (1908, 1909)** sobre el método de mejoramiento de maíz basado en las líneas puras dio las bases para una exitosa investigación y desarrollo de los híbridos. Esto ahora está avalado por cerca de 90 años de investigación de los fitomejoradores de maíz en los Estados Unidos de América y en otros países. El esquema de híbridos de cruza simples fue sugerido inicialmente por **Shull (1908, 1909)** e **East (1908)**, quienes desarrollaron los cruzamientos de dos líneas endocriadas por el método de la línea pura, pero que no fue comercialmente exitoso a causa de las dificultades encontradas y el alto costo de la producción de las cruza simples. El maíz híbrido fue una realidad comercial después que **Jones (1918)**, sugirió que dos cruza simples podían ser cruzadas entre sí para producir híbridos dobles.

**HALLAUER y MIRANDA (1988)**, describieron una serie de hitos en el desarrollo e investigación del maíz híbrido desde las cruza simples de Shull e East hasta el concepto moderno de usar dos líneas endocriadas para hacer una cruza simple. A continuación del éxito de **Jones (1918)**, con los híbridos dobles, las principales etapas fueron: pruebas de *topcross* para habilidad combinatoria (**Davis, 1927**); predicciones sobre los híbridos dobles (**Jenkins, 1934**); pruebas tempranas de líneas puras (**Jenkins, 1935; Sprague, 1946**); concepto de variabilidad genética e híbridos (**Cockerham, 1961**); cruza de tres vías y, finalmente, híbridos simples desarrollando líneas puras superiores de alto rendimiento. Varios artículos extensos en libros y revistas proporcionan una

cuidadosa revisión de la investigación que ha sido llevada a cabo para desarrollar la tecnología del maíz híbrido (**East, 1936; Sprague, 1955; Sprague y Eberhart, 1977; Jenkins, 1978; Jugenheimer, 1985; Poehlman, 1987; Hallauer y Miranda, 1988; Hallauer, Russell y Lamkey, 1988**).

Técnicamente, un híbrido exitoso es la primera generación F1 de un cruzamiento entre dos genotipos claramente diferentes. Normalmente se producen numerosos tipos de híbrido en todos los programas de mejoramiento para combinar diferentes caracteres de los distintos genotipos. En el caso del 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.

Se han desarrollado varias clases de maíces híbridos que han sido usados en diferentes medidas para la producción comercial; se pueden clasificar en tres tipos: híbridos entre progenitores no endocriados; híbridos entre progenitores endocriados e híbridos mixtos formados entre progenitores endocriados y no endocriados. Como que los híbridos de progenitores endocriados son los más comunes, se los conoce como híbridos convencionales; los híbridos de progenitores no endocriados o mixtos no son tan populares y, en general, se les llama híbridos no convencionales (**Paliwal, 1986; Vasal, 1986**). Los distintos tipos de maíz híbrido que se utilizan en la producción comercial se resumen en el Cuadro N°13.

**Cuadro N° 13: Diferentes tipos de maíces híbridos.**

Tipo de híbrido	Variaciones	Composición
Progenitores no endocriados	Cruza de poblaciones	Población A x población B
	Cruza de variedades	Variedad 1 x variedad 2
	Cruza sintética	Sintético 1 x sintético 2
	Cruza entre familias:	
	(a) familias medio hermanas	HS <sub>1</sub> x HS <sub>2</sub>
	(b) familias hermanas	FS <sub>1</sub> x FS <sub>2</sub>
Progenitores mezclados	<i>Topcross</i>	Variedad x línea endocriada
Endocriados x no endocriados	Doble <i>topcross</i>	Cruza simple x variedad
Progenitores endocriados	Cruza doble	(A x B) x (C x D)
	Cruza de tres vías	(A x B) x C
	Cruza simple	A x B

**viii. MEJORAMIENTO DEL MAÍZ AMARILLO DURO.**

El desarrollo del maíz híbrido es indudablemente una de las más refinadas 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 difundidas; ha sido también un catalizador para la revolución agrícola en otros cultivos.

En grandes áreas se obtienen rendimientos medios de 5-6 t/ha, pero esto, sin embargo, no sucede en la mayoría de los ambientes tropicales en que se cultiva maíz. Hay ejemplos de áreas y países donde el maíz híbrido cubre 80-90% de la misma, pero aún así, el rendimiento medio oscila entre 2 -2,5 t/ha.

Se han desarrollado varias clases de maíces híbridos que han sido usados en diferentes medidas para la producción comercial; se pueden clasificar en tres tipos: híbridos entre progenitores no endocriados; híbridos entre progenitores endocriados e híbridos mixtos formados entre progenitores endocriados y no endocriados.

**Cuadro N° 14: Diferentes tipos de maíces Híbridos.**

Tipo de híbrido	Variaciones	Composición
Progenitores no endocriados	Cruza de poblaciones	Población A x población B



	Cruza de variedades	Variedad 1 x variedad 2
	Cruza sintética	Sintético 1 x sintético 2
	Cruza entre familias:	
	(a) familias medio hermanas	HS <sub>1</sub> x HS <sub>2</sub>
	(b) familias hermanas	FS <sub>1</sub> x FS <sub>2</sub>
Progenitores mezclados	<i>Topcross</i>	Variedad x línea endocriada
endocriados x no endocriados	Doble <i>topcross</i>	Cruza simple x variedad
Progenitores endocriados	Cruza doble	(A x B) x (C x D)
	Cruza de tres vías	(A x B) x C
	Cruza simple	A x B

#### a. HETEROSIS.

El vigor de los individuos (*vigor híbrido*), que se observaba en la progenie F1, en relación a sus progenitores.

**ZIRCKLE (1952)**, reseña que en el siglo XVIII Josef Gottlieb Koelreuter publicó en 1796, varios estudios sobre hibridación interespecífica en *Nicotiana*, *Dianthus*, *Mirabilis* y *Datura* entre otros géneros, pero que el vigor híbrido ya había sido enfatizado desde 1716.

**THOMAS (1799)**, describió el vigor híbrido como una consecuencia normal de cruzar variedades, y desarrollo de esto su principio de antiendogamia. Muchos otros botánicos realizaron estudios sobre este fenómeno de manera que en el siguiente siglo "el vigor híbrido llegó a ser un lugar común".

En 1865, el investigador francés C. Naudín detectó vigor híbrido en 25 cruzas interespecíficas de 34 que hizo con once géneros de plantas. En las cruzas entre *Datura stramonium* y *D. tatula* la altura de la progenie fue el doble de la de los padres. Por su parte Gartner publicó en 1849 estudios en los que manifestó su asombro por la exuberancia de la vegetación, el desarrollo radicular, la altura, el número de plantas y la rusticidad de muchos de sus híbridos.

**JUGENHEIMER (1981)**, menciona que la heterosis se manifiesta así misma en las plantas de la generación F1. La importancia y la utilización de la heterosis dependen de que esta se manifieste en incrementos del rendimiento, en otros caracteres agronómicos deseados; así como de la facilidad de la hibridación, y del bajo costo de la producción de la semilla. La planta de maíz satisface estos requisitos de una manera excepcional.

La heterosis tiene por resultado el estímulo genético de la planta híbrida, ofertándola de muchas maneras, frecuentemente tiene por resultado el incremento de los rendimientos, madurez precoz, mayor resistencia a insectos y enfermedades, plantas más altas, mayor número y peso de los frutos; incremento del tamaño o del número de partes de las plantas o de otras características externas o internas.

**REYES (1990)**, menciona que la heterosis es el fenómeno en virtud del cual la cruce (F1) entre dos razas, dos variedades, dos líneas, etcétera. Produce un híbrido que es superior en tamaño, rendimiento, vigor general. Algunos investigadores llaman heterosis cuando F1 es superior en vigor al promedio de los progenitores; otros consideran como una manifestación de heterosis cuando F1 es superior al vigor del progenitor más vigoroso y tiene por consiguiente, mayor importancia económica.

**CHRISPEELS y SADAVA (2003)**, mencionan que para producir las semillas híbridas, se debe tener dos líneas progenitoras endocriadas, deben tener características deseables, son desarrolladas con continuas autofecundaciones. Estas líneas progenitoras son cruzadas de una manera controlada, con una línea macho polinizando a la hembra para producir las semillas híbridas F1. La ventaja primaria de variedades híbridas es que cuando dos padres innatos distintos se cruzan, el descendiente crece a menudo mucho más grande y más vigoroso que cualquiera de los padres. Este fenómeno, es conocido como vigor híbrido o heterosis, se ha explotado en muchos cultivos para mejorar la producción y la calidad.

#### **b. HÍBRIDO.**

**POELHMAN (1986)**, señala que el maíz híbrido es la primera generación (F1) de una cruce entre variedades de polinización libre, líneas puras u otras poblaciones genéticamente diferentes. La obtención de maíz híbrido involucra: a) la obtención de líneas auto fecundadas, por auto polinización controlada; b) la determinación de cuáles de las líneas auto fecundadas pueden combinarse en cruces productivas y c) utilización comercial de las cruces para la producción de semilla.

**REYES (1990)**, anota que los híbridos tienen ventajas y desventajas. Entre las ventajas de los híbridos en relación con los híbridos criollas y las sintéticas, se puede citar los siguientes: a) Tienen mayor producción de grano, b) Uniformidad en la floración, altura de planta y maduración. Esto permite la aplicación de una mejor tecnología. c) Plantas más cortas pero vigorosas, que resisten el acame y rotura. d) Mayor sanidad de mazorca

y grano e) En general, mayor precocidad y desarrollo inicial. Y entre las desventajas se puede señalar: a) Reducida área de adaptación, tanto en tiempo como en espacio. Alta interacción genotipo-ambiente. b) Escasa variabilidad genética que los hace vulnerables a las epifitas. c) Necesidad de obtener semilla para cada siembra y su alto costo. d) Necesidad de tecnología avanzada y uso de insumos para aprovechar su potencialidad genética.

### **c. INTERACCIÓN GENOTIPO POR AMBIENTE.**

**MÁRQUEZ (1991)**, señala que los genotipos generalmente crecen y se desarrollan en una serie de ambientes, que implica una serie de condiciones ambientales a las que tienen que hacer frente para sobrevivir. Ellos tienden a cambiar el medio, pues al crecer y desarrollar actúan sobre el ambiente, modificándolo; esta modificación actúa entonces en otra forma, sobre el genotipo y lo hace cambiar también, generándose así una interacción entre el genotipo y el ambiente en que se desarrolla, conocida como integración genotipo x ambiente o interacción genotipo-ambiente.

**MANRIQUE (1988)**, indica que el periodo de la floración masculina y femenina está altamente influenciada por la temperatura y la humedad, noches frías, previas al panojado reducen la velocidad de crecimiento y una diferencia de 8 °C para los 60 días previos al panojado lo retrasan en un mes, mientras que un promedio de 21 °C por cada grado de aumento de temperatura lo adelantan de 2 a 3 días, años secos y calurosos tienden a retrasar la salida de estigmas.

**REYES (1990)**, señala que durante el ciclo agrícola del desarrollo, el maíz requiere tiempo caluroso en el día y fresco en las noches. El cultivo tiene problemas cuando la temperatura promedio es inferior a 18.9 °C durante el día y 12.8 °C durante la noche. En general, la mayor producción en el mundo se logra en aquellos climas en donde las temperaturas en los meses calurosos varían entre 21 °C y 27 °C y un periodo libre de heladas en el ciclo agrícola variable de 120 a 180 días.

### **d. ADAPTACIÓN Y ADAPTABILIDAD.**

**MÁRQUEZ (1991)**, señala que adaptación es el comportamiento de un genotipo o una población genotípica en un ambiente y la adaptabilidad es la capacidad de hacerlo en una serie de ambientes.

El termino adaptabilidad se toma como la “capacidad para responder a la selección”, lo cual implica variabilidad genética. En estas condiciones, una población genotípicamente heterogénea será adaptable a diferentes ambientes al estar sujeta a diferentes

presiones de selección, manifestando su adaptación específica a un ambiente, de acuerdo a la presión de selección, mediante su respuesta a la selección de manera que las respuestas cambiantes a los diferentes ambientes medirán la adaptabilidad. Llevando estos conceptos a variedades de plantas cultivadas, la adaptación de una variedad corresponde al rendimiento en un ambiente, y la adaptabilidad a la forma como rinde el híbrido en los diferentes ambientes.

**POEHLMAN (1986)**, menciona que entre los factores que intervienen en la adaptación se tiene: a) La susceptibilidad a plagas y enfermedades, b) La respuesta al grado de fertilidad del suelo, c) La resistencia al calor y d) La resistencia a la sequía. Sin embargo, estos no son los únicos factores que determinan la adaptación de los híbridos ya que hay otras características de las plantas que directamente pueden determinar la adaptabilidad de un híbrido específico a un ambiente determinado.

#### ix. **ANTECEDENTES DE LOS RESULTADOS ENCONTRADOS EN COSTA NORTE.**

**ARANDA A. (1997)**, efectuó un comparativo de rendimiento de maíces duros tropicales precoces para verano en el fundo “El Cienago” de la U. N. P. R. G para lo cual se estudiaron 9 cultivares de maíz amarillo duro originarios de USA, Chile y Perú (testigos), encontrándose que los híbridos DK-626 Y DK-656 tuvieron el mejor comparativo, obteniéndose rendimientos de 6,772 y 6,567 tm/ ha, respectivamente. En cambio XL72AA fue el menor rendidor. Los híbridos más precoces fueron DK-646 Y DK-554, necesitando de 122,5 y 117,25 días para alcanzar su madurez de cosecha. Los híbridos C 606 Y DK-554 presentaron el mayor número de granos por hilera.

**PADILLA A. (1997)**, En un ensayo de maíces amarillos duros en la costa norte, se asocio estadísticamente el rendimiento de grano con la prolificidad, longitud de hojas, área de hoja y longitud de grano. Se encontró que las variedades DK-554 y C 606 presentaron un menor diámetro de mazorca por lo que constituye fuentes para lograr un alto porcentaje de desgrane.

**HORNA (2000)**, realizó un trabajo de investigación en “El Fundo el Cienago” de la U. N. P. R. G, con el objeto de determinar cultivares más productivos en condiciones de la parte baja del Valle Chancay. Se encontró una variabilidad genética significativa en el material evaluado encontrándose que los híbridos de mayor capacidad de rendimiento fueron: DK-821, XL-222, XL-370, C-701 Y XL-220 CON 12.700, 12.225, 11.575, 11.575 Y 11.150 T / has. Mientras que C-408 fue el de menor rendimiento de grano se asoció significativamente con los componentes: altura de inserción de mazorca, altura de

planta, número de granos por hilera, número de hojas, los cuales influyeron en el rendimiento.

**TORRES (2002)**, indica que al aplicar la selección recurrente intrapoblacional en siete poblaciones de valles altos de CIMMYT, concluye que para rendimiento hubo ganancia por ciclo, en 6 de las 7 poblaciones con rango de 0.39 t/ha en la población 85 hasta 0.69 t/ha en la población 800. En madurez se observó que las ganancias para la precocidad varió de 0.69 días en la población 88 a -3.1 días en el Pool 9A. Para altura de planta se apreció en 6 de 7 poblaciones se logró reducir dicha variable con rangos de -0.7 cm. en la población 85 hasta -9.5 cm. en la población 86.

**IMAR-COSTA NORTE (2004)**, al efectuar la evaluación de híbridos comerciales y variedades incluido el testigo de segunda generación, en tres localidades y tres campañas en el departamento de Lambayeque encontró que al efectuar el análisis combinado, se detectó alta significación estadística para años y variedades y solo significativas para localidades, indicando que las variedades tuvieron un comportamiento heterogéneo tanto en años, como en localidades y entre variedades, para las interacciones no se encontró significación estadística, mostrando que las variedades tienen mejor capacidad de amortiguamiento que los híbridos, como lo muestra la significación al 5% de probabilidad. El coeficiente de variabilidad fue 11.43%, valor que muestra confiabilidad en la conducción experimental y la toma de los datos. El promedio experimental fue 5.578 tm/ha, valor inferior al obtenido con los híbridos, que muestran un efecto heterótico sobresaliente. Para los factores principales se encontró, que para épocas, la mejor fue la que correspondió, a los inviernos 2002 y 2003, con 6.473 y 6.132 tm/ha, respectivamente, superando estadísticamente a las obtenidos en verano. Los altos valores encontrados en invierno, se atribuye a las bajas temperaturas, que alargaron el periodo vegetativo, teniendo mayor tiempo para el llenado de grano, no teniendo problemas con plagas ni enfermedades, así como una menor evapotranspiración. Para localidades se encontró que Chongoyape presentó los mayores rendimientos promedio, superando estadísticamente a Mórrope y Ferreñafe, que solo obtuvieron 5.417 y 5.073 tm/ha, respectivamente. Los altos rendimientos logrados en Chongoyape, se atribuyen a la mejor capacidad tecnológica de sus agricultores y a la aplicación de riegos oportunos. Para variedades, encontró, que la variedad M-28-T con 6.379 tm/ha, fue el de mayor rendimiento promedio, superando estadísticamente a las demás variedades. Mientras que el testigo solo presentó 4.547 tm/ha. Para la interacción de segundo orden, se encontró, que el tratamiento Verano-2004-M-28-T, con 7.800 tm/ha, fue el de mayor rendimiento, debido a que ciertas

parcelas en parte que tuvieron un clima favorable de inicio de invierno, por desfase en la instalación de parcelas por la escasez del recurso hídrico. Le siguen los tratamientos invierno 2002 y 2003, aunque sin existir diferencias con un subconjunto de 19 tratamientos. En este subconjunto superior, se observa que la variedad Marginal 28-T está en casi todos los mejores tratamientos, mostrando que es un genotipo de muchas perspectivas para costa norte y además ser muy apetecible para la calidad de grano.

**NÚÑEZ (2004)**, al estudiar la problemática del maíz en Lambayeque indica que existen tres niveles tecnológicos en el maíz, según se indica en el cuadro siguiente:

**Cuadro N° 15: Evolución del rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro (kg/ha.) en el departamento de Lambayeque nivel tecnológico bajo, medio y alto, periodo 1985 – 2003.**

Nivel Tecnológico	Rendimientos TM/Ha
1. Bajo	3.40
2. Medio	6.30
3. Alto	8.40

**INIA (2005)**, presenta algunos antecedentes de los híbridos en estudio, según ensayos realizados en la Estación Experimental Vista Florida Chiclayo – 2005, encontrado que:

**AGRI 145**; este híbrido es de origen Boliviano, y según los últimos experimentos en la estación experimental Vista Florida Chiclayo-2005, su rendimiento con respecto a 62500 ptas/ha fue de 12.2 T/ha y 12.5 T/ha con una densidad de 83,000 ptas/ha.

El rendimiento del híbrido **H3 – Incagro**, que arrojó en un ensayo en Vista Florida Chiclayo-2005, con una densidad de 71000 ptas/ha, fue de 12,3 T/ha, entre los meses de Jun. – Set.

**DK-834**, es de origen Argentino, y en un ensayo realizado en la estación experimental Vista Florida Chiclayo – 2005, arrojó un rendimiento de 11.0 T/ha, con una densidad de 62500 ptas/ha y 11.5 T/ha con una densidad de 83,000 ptas/ha.

**AG – 001**; es un híbrido de origen Tailandés, y su rendimiento que arrojó fue de 11.2 T/ha con una densidad de 62500 ptas/ha y 11.7 T/ha con una densidad de 83,000 ptas/ha.

**INIA 605**; de origen peruano, arrojó un rendimiento de 11.6 T/ha, con una densidad de 62500 ptas/ha y 11.8 T/ha con una densidad de 83,000 ptas/ha.

**BLANCO (2007)**, en un comparativo de Rendimiento de 8 Híbridos de Maíz Amarillo Duro (*Zea mays* L.) Bajo Condiciones Agroclimáticas de la Parte Media del Valle Chancay Lambayeque, encontró que para las características del rendimiento de grano. Los híbridos con mayores rendimientos en condiciones primavera – verano fueron el DK5005, AG001, XB8010, INIA605, cuyos valores fluctuaron entre 9.646 y 7.992 tm/ha. Respectivamente, en contraste el híbrido con el menor valor fue el CARGIL701 con 6.314 T/ha.

**VASQUEZ (2008)**, en un comparativo de rendimiento de 32 híbridos de maíz amarillo duro (*zea mays* L.) bajo condiciones agroclimáticas de la parte media del valle Chancay – Lambayeque, encontró que para rendimiento en grano sobresale el Mega Híbrido con 12.003 tm/ha, siendo superior en 55.88 %, al Híbrido argentino, pero teniendo rendimientos comparables con los 25 híbridos que le siguen. Mientras que los híbridos: GAMD, XB 8010, NVI, INIA 605, SOMMA y Argentino, obtuvieron los más bajos rendimientos, con 8.463, 8.273, 8.246, 8.197, 8.028 y 7.70 tm/ha, respectivamente. El Material nacional con un promedio de 9.801 fue superior al Material internacional, que obtuvo 8.795 tm/ha.

**MEJÍA (2013)**, en la evaluación de dos híbridos experimentales de maíz amarillo duro (*zea mays* L.) en cuatro localidades, en la parte media del valle Chancay – Lambayeque, encontró que para rendimiento de grano, los híbridos con mayores rendimientos en grano fueron: INIA-605 y el híbrido H-1, con rendimientos promedios de 8.494 y 8.154 Tm/ha, respectivamente. Para localidades se encontró que en Las Lomas se obtuvo el mayor rendimiento con un promedio de 10.268 tm/ha, superando estadísticamente al obtenido en Pósope Bajo y Vista Florida con 8.323 y 8.631 tm/ha, respectivamente. Mientras que en Pampa La Victoria solo se obtuvo 5.156 tm/ha

## i. BASE TEÓRICA.

### i. HÍBRIDOS.

**CHRISPEELS y SADAVAL, (2003).** Mencionan que para producir las semillas híbridas, se debe tener dos líneas progenitoras endocriadas, deben tener características deseables, son desarrolladas con continuas autofecundaciones. Estas líneas progenitoras son cruzadas de una manera controlada, con una línea macho polinizando a la hembra para producir las semillas híbridas F1. La ventaja primaria de variedades híbridas es que cuando dos padres innatos distintos se cruzan, el descendiente crece a menudo mucho más grande y más vigoroso que cualquiera de los padres. Este fenómeno, es conocido como vigor híbrido o heterosis, se ha explotado en muchos cultivos para mejorar la producción y la calidad.

**HÍBRIDO:** Primera generación de una cruce entre dos líneas autofecundadas, También, generación F1 de la cruce de dos líneas autofecundadas. Puede haber híbridos de dos, tres o de cuatro líneas autofecundadas.

Los caracteres cuantitativos pueden ser codificados por muchos genes (quizá de 10 a 100 o más), contribuyendo al fenotipo con tan pequeña cantidad cada uno, que sus efectos individuales no pueden ser detectados por los métodos mendelianos. Los genes de esta naturaleza son denominados **poligenes, loci de caracteres cuantitativos QTLs** (*quantitative trait loci*).

La variabilidad fenotípica expresada en la mayor parte de los caracteres cuantitativos tiene un componente ambiental relativamente grande en comparación con el componente genético correspondiente ( $F=G+A+GA$ ). La labor del genetista consiste en determinar el grado de influencia que tienen tanto los componentes ambientales como los genéticos sobre el total de la variabilidad fenotípica de carácter cuantitativo en una población, ahora se usa la estadística para calcular los componentes de variación, así como experimentos genéticos

### ii. RENDIMIENTO DE MAÍZ.

Los híbridos son genotipos que responden a un adecuado manejo y fertilización, logrando obtener altos ingresos para los productores, por lo que se recomiendan optar por semillas certificadas, ya que éstas son el resultado de exigentes procesos de calidad que garantizan un elevado porcentaje de germinación, vigor, pureza y sanidad. En la costa peruana se tiene facilidades para darles un ambiente adecuado, como son la



fertilización, maquinaria agrícola, control de malezas, obteniéndose rendimientos de 8-13 tm/ha, cuando se usa alta tecnología.

[http://agrytec.com/agricola/index.php?option=com\\_content&view=article&id=9960:beneficios-de-la-semilla-hibrida-de-maiz&catid=7:articulos-tecnicos](http://agrytec.com/agricola/index.php?option=com_content&view=article&id=9960:beneficios-de-la-semilla-hibrida-de-maiz&catid=7:articulos-tecnicos)

### **iii. MANEJO DEL CULTIVO.**

Antes de la siembra las semillas deben ser desinfectadas con algún fungicida e insecticida. El distanciamiento entre surcos es de 60-70cm y de 20-30 cm entre golpes y de 2-3 plantas/golpe, requiriendo de 60000 a 75000 semillas/ha (esto es para semilla híbrida)

El desahije se realiza cuando las plantas tienen 3 hojas ó 15 a 20 cm de altura.

El requerimiento de agua es de 7500 m<sup>3</sup>/ha/campaña, y el primer riego o de enseño se hace a los 25 ó 30 días después de la siembra para siembra en humedo, el segundo a la floración y el tercero al inicio de la maduración.

### **iv. ANALISIS MULTIVARIADO.**

Es un método reduccional de variables, cuando se miden muchas variables, donde algunas que son redundantes.

Dada la complejidad de la realidad de los fenómenos biológicos, es preciso que los análisis no solo se limite a una mera exploración uni variable (de cada variable por separado), e incluso bivariable (de la conjunción de dos variables), sino que se adentre en el conocimiento de las interrelaciones existentes entre grupos de variables (Cea D'Ancona M<sup>a</sup> Angeles 2002, Miller J N y Miller J C. 2002).

El estudio multivariado de los datos comprende una serie de métodos para analizar un gran número de variables simultáneamente, cuando entre éstas existe interdependencia. Estas técnicas han venido desarrollándose teóricamente desde mediados del siglo, pero sólo en las últimas décadas han tenido amplia aceptación en el campo aplicado. Algunas razones para esto son: Cada vez es más necesario estudiar simultáneamente muchas variables, para una mejor comprensión de los fenómenos reales.

El desarrollo y disponibilidad de computadores de alta velocidad y gran capacidad de almacenamiento, así como la disponibilidad de software adecuado y de fácil manejo para el procesamiento de grandes volúmenes de información, producto de las evaluaciones de campo en las investigaciones agrícolas. Entre los métodos de análisis

multivariado de mayor aplicación en agronomía, para detectar interdependencia entre variables y entre individuos, se incluyen *el Análisis de Clasificación* o “*Cluster*”, y *el Análisis de Componentes Principales*, que es uno de los métodos más difundidos, que permite la estructuración de un conjunto de datos multivariados obtenidos de una población, cuya distribución de probabilidades no necesita ser conocida (**Lebart et al, 1995**).

Este análisis se basa en una transformación lineal de las observaciones originales. Esta transformación es conocida en el campo del álgebra vectorial como generación de vectores y valores propios, o también vectores o valores característicos (de la raíz anglosajona “eigen”), y por eso, también se denominan “eigen values” o “eigen vectors”.

Las nuevas variables generadas se llaman componentes principales y poseen algunas características estadísticas deseables, tales como la independencia (cuando se asume la multinormalidad) y en todos los casos la no correlación.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### a. AREA EXPERIMENTAL.

#### i. LOCALIZACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el distrito de Guadalupe provincia de Pacasmayo - La Libertad, **LUGAR EL ALGARROBAL-SEMAN-GUDALUPE**, en el terreno de propiedad del Sr. **Celso Cotrina** (cel. 946706356) ubicado a 3 km de la ciudad de Guadalupe, geográficamente ubicado en el punto GPS -7.223765,-79.460545 a 102 m.s.n.m. **Guadalupe** es uno de los 5 distritos que conforman la provincia de **Pacasmayo**, del departamento de **La Libertad**.



#### ii. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS.

El clima de la costa peruana, es Semi-Cálido Muy Seco (Desértico-Arido-Sub Tropical), este tipo de clima constituye uno de los eventos climáticos más notables del Perú, comprende casi toda la región de la costa, desde Piura hasta Tacna y desde el litoral del Pacífico hasta el nivel aproximado de 2000 msnm, representa el 14% de la superficie total del país. Se distingue por ser su clima con precipitación promedio anual de 150 mm y temperatura media anuales de 18° a 19°C, decreciendo en los niveles más elevados de la región.

La franja costera del departamento tiene un clima cálido y soleado durante buena parte del año. Su temperatura promedio oscila entre los 20°C y 21 °C y en verano

supera los 30°C. En invierno, las pequeñas garúas humedecen la campiña de la costa. En Trujillo, el clima es más húmedo y frío durante gran parte del año. Las garúas y neblinas son fenómenos diarios en invierno y otoño. Estos cambios climáticos en la ciudad se deben al violento cambio, de desierto a zonas de cultivo, en el ámbito de Chavimochic, también la contaminación es un factor importante.

Su zona de sierra andina, y a partir de los 3.000 metros sobre el nivel del mar, tiene un clima seco y templado durante el día y más bien frío en la noche. Durante los meses de enero a marzo hay un invierno de intensas lluvias en esta zona.

### Regiones ecológicas.

#### Regiones de La Libertad



*Litoral trujillano*  
Costa



*Paisaje Andino de* Huamachuco  
Sierra



*Yanasara , Andes de La Libertad*  
Sierra / Selva

**Las unidades ecológicas existentes en La libertad están clasificadas en tres tesis regionales:**

- *Clasificación tradicional:* Esta clasificación se basa en la que hizo Pedro Cieza de León en 1553, esta continua siendo útil pero no es suficiente ya que los españoles solo distinguieron tres regiones: costa, sierra y selva. Es el único departamento de Perú que cuenta con las dichas tres regiones.
- *Clasificación en 8 regiones:* Basada en la clasificación del Dr. Javier Pulgar Vidal en el año 1945, tomando como referencia el clima, altitud, flora y fauna. Estas son (chala o costa, yunga, quechua, suni, puna, cordillera, selva alta y selva baja o amazonia). De estas regiones propuestas, La Libertad tiene: chala o costa, yunga, quechua, suni y selva alta.

- *Clasificación en 11 eco-regiones:* Fue propuesta por [Antonio Brack](#); esta clasificación tiene semejanza con las ocho regiones anteriores pero se agregan nuevas y complejas divisiones: mar frío de la corriente peruana, desierto del Pacífico y bosque seco ecuatorial. Estos tres son los que también existen en La Libertad.

### iii. Análisis físico químico del suelo.

Se extrajeron muestras simples del área experimental en 10 puntos diferentes en forma de zic-zac a una profundidad de 30 cm., luego se procedió a formar una muestra compuesta mediante el método del aspa, luego se prosedió a secar, tamizar y se analizó en el Laboratorio de Suelos del UNA-La Molina.

#### Cuadro N° 16: Análisis Físico y Químico Del Suelo Experimental.

##### a. RESULTADOS DEL ANÁLISIS.

Nombre Parcela	Código Laboratorio	P Ppm	K Ppm	pH	M.O %	Al meq/100g	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
Seman	SU1254-EEBI-14	11.45	350.0	7.5	1.96	--				

#### INTERPRETACIÓN

Fósforo (P) : MEDIO  
 Potasio (K) : MEDIO  
 PH (reacción) : **MODERADAMENTE ALCALINO**  
 Materia orgánica (M.O) : BAJO  
 Clase textural : Franco-Arenoso.

##### b. RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES.

#### Cuadro N° 17: Cultivo a Sembrar: MAIZ AMARILLO DURO.

NUTRIENTES	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton /ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton /ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton /ha
Cantidad	180	70	50	--								

#### b. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL EXPERIMENTAL.

##### i. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.

Se considerarán 9 híbridos y un testigo, rodeado de un híbrido comercial con 5 repeticiones, según la descripción del cuadro siguiente.

**Cuadro N° 18: Nombre de variedad según procedencia.**

clave	Nombre de la variedad	Procedencia
1	HEA 13531	INIA-VISTA FLORIDA
2	INIA 619	INIA-VISTA FLORIDA
3	HEA 13235	Argentina
4	INIA 617	INIA-VISTA FLORIDA
5	PIONEER 341	Dupont-Brasil
6	DAW 710	Bolivia
7	DK 7088	Brasil
8	ATLAS 105	INIA-VISTA FLORIDA
9	INSIGNIA 860	INIA-VISTA FLORIDA
10	INTI 8420	CHILE

**Cuadro N° 19: Características de las Variedades.**

Clave	Nombre de la variedad	Características
1	HEA 13531	
2	INIA 619	MegaHibrido rdto 14 tm/ha, Hibrido simple creado en el INIA el 2012
3	HEA 13235	Hibrido procedente de argentina, con un rendimiento de 8.02 TM.

4	INIA 617	El desarrollo de cultivares de maíz amarillo duro con aptitud forrajera en el Perú se encuentra en una etapa primaria. Maíz rustico que responde bien a ambientes marginales
5	PIONEER 341	<b>Maíz Amarillo Duro. Pioneer 341</b> , es un <b>híbrido</b> rústico, muy apropiado para los sistemas de producción maiceros del Perú, <b>Pioneer 3041</b> , expresa mejor sus características genéticas cuando se siembra con una población de 75,000. Días aprox. a floración: 52 días. • Días aprox. a madurez fisiológica: 115 a 120 días • Altura de planta aprox.: 2,20 m
6	DAW 710	Hibrido simple
7	DK 7088	<b>DEKALB DK 7088</b> : es un híbrido simple que fue desarrollado para climas tropicales por MONSANTO. Su adaptación ha sido comprobada para condiciones del litoral ecuatoriano durante los años 2005 - 2008, producido en <a href="#">Brasil</a> . Leer más: <a href="http://www.monografias.com/trabajos89/comportamiento-agronomico-hibrido-maiz/comportamiento-agronomico-hibrido-maiz.shtml#revisionda#ixzz49qMP58UO">http://www.monografias.com/trabajos89/comportamiento-agronomico-hibrido-maiz/comportamiento-agronomico-hibrido-maiz.shtml#revisionda#ixzz49qMP58UO</a>
8	ATLAS 105	Maíz tailandes <a href="http://www.plmlatina.com.pe/deaq/src/pdf/semillas.pdf">http://www.plmlatina.com.pe/deaq/src/pdf/semillas.pdf</a>
9	INSIGNIA 860	Ver * <a href="http://interoc-custer.com/shop/peru/insignia-860/">http://interoc-custer.com/shop/peru/insignia-860/</a>
10	INTI 8420	<a href="http://www.lybagronegocios.com.pe/semillas/244-SEMILLA_MAIZ_HIBRIDO_INTI_8420-19_KGS.html">http://www.lybagronegocios.com.pe/semillas/244-SEMILLA_MAIZ_HIBRIDO_INTI_8420-19_KGS.html</a>

<http://www.monografias.com/trabajos89/comportamiento-agronomico-hibrido-maiz/comportamiento-agronomico-hibrido-maiz.shtml#revisionda>  
<https://www.google.com.pe/#q=maiz+hibrido+PIONEER+341>

#### CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DEL INSIGNIA 860.

INVIERNO	VERANO
Días a floración: 75	Días a floración: 90
Días a cosecha: 110	Días a cosecha: 150
Altura de Planta (cm.): 220	Altura de Planta (cm.): 240
Altura de Mazorca (cm.): 110	Altura de Mazorca (cm.): 120
Tipo de grano: Corneo dentado/ Anaranjado	Tipo de grano: Corneo dentado/ Anaranjado
Tipo de mazorca: Cilindrocónica	Tipo de mazorca: Cilindrocónica
Hileras por mazorca: 14-16	Hileras por mazorca: 14-16

Respuesta a manejo tecnológico: Muy bueno	Respuesta a manejo tecnológico: Muy bueno
Tolerancia a Enfermedades: Tolerante	Tolerancia a Enfermedades: Tolerante
Cobertura de Mazorca: Muy buena	Cobertura de Mazorca: Muy buena

#### **CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE DK 7088.**

Días a Floración	54
Días a Cosecha	135
Altura de Planta	2,32
Altura de Inserción a Mazorca	1,45
Cobertura a Mazorca	BUENA
Helminthosporium	Tolerante
Cinta Roja	Muy Tolerante
Mancha de Asfalto	Tolerante
Pudrición de Mazorcas	Muy Tolerante
Número de Hileras por Mazorca	16 – 20
Color de Grano	Amarillo Anaranjado
Textura de Grano	Cristalino Ligera capa harino
Relación Tuza/Grano	81/19
Potencia de Rendimiento	280 qq/ha

<http://www.monografias.com/trabajos89/comportamiento-agronomico-hibrido-maiz/comportamiento-agronomico-hibrido-maiz.shtml#revisionda>.

#### **CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DEL DAW 710.**

Tipo de híbrido	Simple
Color de grano	Naranja semiduro
Ciclo vegetativo	Intermedio/Tardío.
Días de floración	Invierno 60-65./Verano 55-60.
Días de madurez fisiológica	Invierno 125-130./Verano 120-125.
Altura de planta (m)	1.90
Altura de inserción de la mazorca (m)	0.95
Nº de hileras /mazorca	16-20
Sierre de mazorca	Excelente.
Relación grano-coronta (%)	83/17

#### **CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DEL HEA 13235.**

<b>Parámetros evaluados</b>	<b>HEA 13235</b>
Germinación (%)	95
Floración DDE	86
Color de Cabello o Estigma	amarillo
Altura de Mazorca Superior (cm.) Prom.	95.3



Altura de Planta (cm.) Prom.	178.6
N° de Hojas	16
Color de Hojas	verde
Color de Nervadura	amarillo
Color de Vaina	verde
Forma de la Hoja	semierecta
Largo Hoja (cm.)	83.0
Ancho Hoja (cm.)	9.3
Area Foliar (cm <sup>2</sup> )	581
Procedencia	Argentina
Prolificidad	1.00
Longitud de Mazorca (cm.)	14
Diametro de Mazorca (mm.)	48
N° de Hileras	14
Indice de Desgrane %	81%
Forma de la Mazorca	Conica
Color de Grano	Amarillo
Tipo de Grano	Dentado
Rendimiento (TN/Ha)	8.02

**Fuente Vilchez (2015).**

### **c. METODOLOGÍA.**

Se aplicó la metodología científica.

#### **i. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.**

El trabajo de investigación a realizarse se ajusto al diseño de Bloques Completos al azar:

#### **o HIPÓTESIS.**

Las pruebas de hipótesis planteadas en el presente trabajo fueron tanto para la comparación de las medias de las características evaluadas, como para la relación (correlación y regresión) de las variables independientes con rendimiento en grano.

Para la comparación de medias de los híbridos, la prueba de hipótesis fue:

Ho:  $\mu_{H1} = \mu_{H2} = \mu_{H3} = \dots \mu_{H10}$ .

H1: Al menos una media es diferente.

#### **o ERROR TIPO I.**

Error  $I=\alpha=0.05$

- **PRUEBA ESTADÍSTICA: F TEST.**
- **VALORES CRÍTICOS DE F.**
- **CÁLCULO DE LOS VALORES DE F. CALCULADO.**
- **CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.**

Para la contrastación de Hipótesis se empleó la prueba de “F” del análisis de varianza. Si  $F_c (F_{calculado}) < T_{tabular}$ , se acepta la hipótesis nula, concluyendo que las medias de los tratamientos son semejantes, caso contrario se acepta la hipótesis alternante, concluyendo que existe significación estadística, es decir que las medias o tratamientos son diferentes.

➤ **Para la asociación entre variables.**

Se empleo la correlación de Pearson, que calcula el momento del coeficiente de correlación entre cada par de variables de la lista.

La prueba de hipótesis planteada fue:

$H_0: \varphi = 0$ , no existe correlación entre variables.

$H_1: \varphi \neq 0$ , existe correlación entre cada par de variables.

Para la contrastación de la hipótesis se empleó la prueba de “T”.

Para el caso de la Regresión del rendimiento de maíz y sus componentes, se empleó la técnica de la regresión, el procedimiento calcula la regresión lineal y polinomial (segundo o tercer orden). La regresión polinomial es uno de los métodos para el modelo curva en la relación de una variable respuesta (Y) y una variable predictor (X), por extensión del modelo de regresión lineal simple incluye a  $X_2$  y  $X$  como predictores. La prueba de hipótesis planteada fue:

$H_0 = \Psi = 0$ , no existe efecto de la variable X sobre Y.

$H_1 = \Psi \neq 0$ , existe efecto de X sobre la variable Y.

Para la contrastación de la hipótesis se empleó la prueba de “F” del análisis de la regresión.

Para el presente trabajo se uso Software Estadístico especializado como el SAS versión 8, así como los programas Word y Excel para Windows versión 2010.

## **ii. ACTIVIDADES.**

- a. Marcado del campo experimental.
- b. Preparación de las semillas (contaje de semillas por tratamiento).



**a.1. Repeticiones.**

➤ Número de repeticiones	5
➤ Número de unidades experimentales	10
➤ Largo de repetición	30.0 m
➤ Ancho de repetición	6.0 m
➤ Área de repetición	180.0 m <sup>2</sup>

**a.2. Parcelas.**

➤ Número de parcelas por repetición	10
➤ Largo de parcela	6.0 m
➤ Ancho de parcela	3.0 m
➤ Área de parcela	18.0 m <sup>2</sup>

**a.3. Surco.**

➤ Número de hileras por parcela	4
➤ Largo de hilera	6.0 m
➤ Distanciamiento entre hileras (surcos)	0.75 m

**a.4. Golpes.**

➤ Número de golpes por surco (línea)	21
➤ Distanciamiento entre golpes	0.3 m
➤ Número de semillas por golpe	3

**a.5. Resumen del Área.**

➤ Área Total del Experimento	1080.0 m <sup>2</sup>
➤ Área Sembrada (neta)	900.0 m <sup>2</sup>

**Cuadro N° 20: Esquema del Análisis de Varianza para el DBCA.**

F.V	G.L	SC	CM
REPETICION	4	Sc repeticiones.	Cm rep
TRATAMIENTOS	9	Sc Tratamientos	Cm
ERROR	36	Sc Error	CM error
TOTAL	49	Sc Total	

**d. ESTABLECIMIENTO Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.****i. PREPARACIÓN DEL TERRENO.**

Se realizó una arada con rastra de discos y aplicó un riego de remojo, cuando estuvo “a punto” a los 10 días luego del remojo se efectuó una cruz, rastreado y nivelado eficientemente, luego se procedió a surcar un distanciamiento de 0.75 m entre surcos. Se marco el área del campo experimental con calles entre repeticiones de 1.5 m. e inmediatamente se procedió y separar los bloques con los distanciamiento indicados en la disposición experimental. Se replanteó el experimento sobre el terreno utilizando cal, estacas de tal forma que las calles se han perpendiculares al primer surco.

**ii. SIEMBRA.**

Las semillas solo llegaron tratadas para el control de plagas y enfermedades de almacén por lo que fue necesario otorgarle un tratamiento para prevenir el ataque de insectos o

enfermedades que afecten en su germinación, la semilla fue tratada con CAPTAN 50 PH (fungicida) + SEMEVIN CE (insecticida) para el control de *Fusarium sp.* y gusanos de tierra (*Prodenia sp.*, *Feltia experta*) y grillos (*Grillos assimilis*). Se depositó 3 semillas por golpe a un distanciamiento de 0.30 m entre golpes y a una profundidad de 5 cm.

### iii. FERTILIZACIÓN.

Se empleó la fórmula de 200-90-70, de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente, usando como fuentes urea, fosfato diamónico, sulfato de amonio y cloruro de potasio. La aplicación se hizo en forma fraccionada: 50% de nitrógeno y 100% de fósforo y potasio a los 15 días después de la siembra (a piquete) y el 50% de nitrógeno restante a los 49 días después de la siembra regado junto al segundo riego.

#### Cuadro N° 21: Total de Fertilizante Requerido.

Fertilizante requerido	Cantidad	1er. Abonamiento	2do. Abonamiento
Urea/ha	219.57 Kg/ha	100 Kg/ha	119.57 Kg/ha
Sulfato de Amonio	300 Kg/ha	0 Kg/ha	300 Kg/ha
Fosfato diamonico	200 Kg/ha	200 Kg/ha	0 Kg/ha
Cloruro de potasio	116.67 Kg/ha	116.67 Kg/ha	0 Kg/ha

#### N° Bolsas de fertilizantes

Urea : 4.39 bolsas  
 Sulafato de Amonio : 6 bolsas  
 Fosfato Diamonico: 4 bolsas  
 Cloruro de Potasio : 2.3 bolsas

### iv. DESAHIJE.

Se efectuó a mano, dejando 2 plantas por golpe, a los 15 días después de la siembra.

### v. RIEGO.

Fueron uniformes y oportunos según las necesidades del cultivo.

- Riego de machaco.
- El primer riego se aplico a los 26 días después de la siembra.
- Segundo riego se aplicó a los 49 días después de la siembra.
- Tercer riego se aplicó a los 78 días después de la siembra.
- El cuarto y el último riego se aplico a los 101 días después de la siembra.

#### vi. DESHIERBO Y CONTROL DE MALEZAS.

Se aplicó el herbicida Amina 6 CE (2-4-D Sal Amina) a una dosis de 1 litro por cilindro, herbicida que se aplicó a los 56 días después de realizar la siembra.

Para el control de plagas se realizaron evaluaciones en forma constante a continuación se detalla el número de aplicaciones.

#### vii. CONTROL FITOSANITARIO.

**Cuadro N° 22: Dosis de Aplicación de insecticidas.**

N°	Producto	I.A.	Dosis	D.D.S.	Plaga
1era	CLORFOS CE + LANNATE PS	CLORPIRIFOS + METHOMYL	300 cc/cilindro + 100gr/cilindro	13	Cogollero
2da	LORSBAN 4E + CIPERMEX CE	CLORPIRIFOS + ALFACIPERMETRINA	250cc/cilindro + 150cc/cilindro	25	Cogollero
3ra	ABSOLUTE SC	SPINOTORAM	60 cc/cilindro	45	Cogollero

D.D.S = Días después de la siembra.

I.A. = Ingrediente Activo

#### viii. COSECHA.

Es uno de los procesos de mayor importancia en la conducción del experimento, puesto que es la culminación del ensayo que va a proporcionar los datos sobre los cuales se van a realizar los análisis estadísticos que permitirá extraer las conclusiones parciales o finales del Proyecto de Tesis.

Previamente a la cosecha se evaluó la **madurez fisiológica** que es máxima acumulación de materia seca coincidiendo la “**capa negra**” de los granos, esto se observó a los 150 días después de la siembra.

### e. EVALUACIONES DURANTE LA CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.

#### i. PORCENTAJE DE EMERGENCIA.

Se realizará a los 10 días, después de la emergencia, contando con la totalidad de plantas por golpe emergidas.

#### ii. ALTURA DE PLANTA.

Se obtuvo en base al promedio de altura de 10 plantas competitivas elegidas al azar de los surcos centrales de cada parcela, previamente marcadas. Se midió desde la base del tallo hasta el nudo de inserción con la panoja. Esta característica se registró cuando las plantas alcanzaron el 100% de floración femenina.

### **iii. RESISTENCIA AL ACAME.**

Se evaluará todos los tratamientos, determinando en forma visual, los genotipos que no presenten caída o tumbada se expresará en %.

- Plantas normales
- Plantas caídas por tallo. (Tallo muy delgado o por insectos)

### **iv. NÚMERO DE HOJAS ARRIBA DE LA MAZORCA.**

Por cada planta muestreada (marcada) se contará el número de hojas arriba de la mazorca principal.

### **v. ALTURA DE INSERCIÓN DE LA MAZORCA.**

Se obtuvo en base al promedio de altura de 10 plantas marcadas de los surcos centrales de cada parcela. Se midió desde la base del tallo hasta el nudo de inserción de la mazorca superior.

### **vi. ÁREA FOLIAR DE LA HOJA BANDERA.**

Esta característica se evaluó en 10 plantas competitivas por parcela y en cada una de ellas se registró lo siguiente:

- Longitud de hoja (L): Se midió desde la aurícula hasta el ápice de la hoja central.
- Ancho de hoja (A): Se midió el centro de la lámina de la hoja.
- Para calcular el área foliar, se empleó la siguiente fórmula:

$$AF = L \times A \times 0.75$$

### **vii. DIÁMETRO DE MAZORCA.**

Se realizó en 10 mazorcas tomadas al azar de cada parcela. La medición se efectuó en el tercio medio de cada mazorca.

### **viii. LONGITUD DE MAZORCA.**

Se realizó en 10 mazorcas tomadas al azar de cada parcela. La medición se efectuó de extremo a extremo en cada mazorca.

### **ix. NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA.**

Esta característica se obtuvo de una muestra de 10 mazorcas tomadas al azar de cada parcela, contabilizando el número de hileras de cada mazorca y luego se sacó el promedio.

**x. NÚMERO DE GRANOS POR HILERA.**

Esta característica se obtuvo de una muestra de 10 mazorcas tomadas al azar de cada parcela, luego se contabilizó el número de granos por hilera.

**xi. NUMERO DE GRANOS POR MAZORCA.**

Esta característica se obtuvo al desgranar una muestra de 10 mazorcas tomadas al azar de cada parcela, luego se contabilizó el número de granos por mazorca.

**xii. PESO DE 1000 GRANOS.**

Se desgranó 10 mazorcas tomadas al azar de cada parcela para posteriormente contarse 1000 granos y se determinó su peso.

**xiii. RENDIMIENTO DE GRANO.**

Se expresará en kg /ha., se efectuarán previamente las correcciones por humedad, coeficiente de contorno y fallas

**f. COEFICIENTE DE VARIABILIDAD.**

El cociente  $\sigma/\mu$  se denomina coeficiente de variación, Cuando se expresa en porcentaje  $100\sigma/\mu$  se llama a veces porcentaje de error. Un coeficiente de variación de 3% implica que  $\sigma$  es el 3% de la media  $\mu$  (**Box y Hunter 2008**).

**MARTINEZ (1995)**, con el fin de determinar la precisión o la información suministrada por los diseños bajo estudio mediante el valor del coeficiente de variación adopta la siguiente escala convencional que considera aceptable para cultivos anuales, como el maíz la cual es como sigue:

**Cuadro N° 23: Precisión según coeficiente de variación.**

Coeficientes de variación	Precisión
5 -10	Muy buena
10 -15	Buena
15 – 20	Regular
20 – 25	Mala
> 25	Muy mala



**TOMA y RUBIO (2008)**, indican que es una medida de dispersion relativa que se define como el cociente entre la desviacion estándar y la media aritmetica de un conjunto de observaciones. Si se desea expresar en porcentaje el coeficiente mencionado se multiplica por 100.

**Cuadro N° 24: Grado de variabilidad según coeficiente de variabilidad**

<b>CV</b>	<b>Grado de Variabilidad</b>
$0 \leq cv < 10$	Datos muy homogéneos
$10 \leq cv < 15$	Datos regularmente homogéneos
$15 \leq cv < 20$	Datos regularmente variables
$20 \leq cv < 25$	Datos variables
$cv \geq 25$	Datos muy variables

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### a. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LOS ATRIBUTOS EVALUADAS.

En el Cuadro 27, se muestran los cuadrados medios, la significación estadística, coeficientes de variabilidad y promedios de la evaluación de nueve híbridos experimentales de maíz amarillo duro (***Zea mays L.***) en el rendimiento de grano bajo condiciones de Guadalupe-Pacasmayo-La Libertad.

Se observa que para la fuente de variación de los híbridos, existió significación estadística para rendimiento en grano, porcentaje de germinación, altura de planta, plantas acamadas, altura de inserción de la mazorca, hojas superiores, área foliar, peso de 1000 granos, diámetro de mazorca, número de granos/hilera, número de hileras/mazorca y número de granos/mazorca, lo que denota una gran variabilidad genética para estos atributos, o que estas características tienden a variar en sus valores o número, aceptándose la hipótesis alternante, lo que da la oportunidad para extraer material superior para un futuro programa de mejoramiento genético.

En cuanto a la fuente de variación de repeticiones, solo se encontró significación estadística para el área foliar y peso de 1000 granos, mostrando que el diseño experimental fue el adecuado, por el control efectivo del error experimental, como lo sostienen **Steel y Torrie (1998)**. Los coeficientes de variabilidad muestran que las características evaluadas tuvieron rangos de variabilidad en 1.96%, para porcentaje de germinación y 13.83% para área foliar, encontrándose que todos los coeficientes son bajos, están dentro de los rangos permitidos y que son indicadores confiables de la conducción experimental y toma de datos y que proporcionan una buena información y los datos son regularmente homogéneos como lo indican **Martínez (1995)** y **Toma (2009)**, respectivamente.

**Cuadro N° 25: Cuadrados medios, significación estadística, coeficientes de variabilidad y promedios, en la “Evaluación de nueve híbridos experimentales de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) En rendimiento de grano bajo condiciones de Guadalupe-Pacasmayo-La Libertad 2013-2014”.**

CARACTERISTICAS	Bloque	Tratamiento	Error	CV (%)	Promedio
G:L.	4	9	36		
Rendimiento	1975194.99 ns	12209796.24**	770766.28	9.21	9.533.93
Porcentaje de Germinación	17.66**	595.93**	2.48	1.96	80.50
Altura de Planta	67.56 ns	2054.26**	55.85	2.98	250.604
Plantas Acamadas	2.33 ns	6.92 *	2.53	2.53	1.16
Altura de Inserción Mazorca	45.33 ns	1292.30**	35.18	6.25	94.842
Hojas superiores	0.11 ns	0.52**	0.04	3.51	5.941
Área Foliar	2.70*	2.02*	0.85	13.83	6.669
Peso de 1000 granos	1397.77*	4508.41**	390.48	5.88	336.28
Diámetro de mazorca	0.01 ns	0.18**	0.01	2.22	4.742
Longitud de Mazorca	16.06 ns	24.96 ns	12.11	11.71	16.043
Número de granos/Hilera	5.51 ns	39.03**	9.49	10.40	29.616
Número de hileras/Mazorca	0.37 ns	16.32**	0.49	4.65	15.026
Número de granos/Mazorca	1429.52	30538.22**	2353.34	10.86	446.69

\*: Significativo \*\* : Altamente Significativo N.S: No significativo con niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01

#### i. RENDIMIENTO DE GRANO.

El promedio experimental fue de 9533.94 kg/ha, variando de 7899.56 a 11779.55 kg/ha, superior al promedio de la zona que fue de 8.643 kg/ha (Minag 2012).

El coeficiente de variabilidad fue 9.21%, valor bajo, que indica que el diseño experimental proporciona una muy buena precisión (**Martinez 1995**) y los datos son muy homogéneos (**Toma y Rubio 2008**), por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central que denota confiabilidad en la conducción experimental y en la toma de datos.

La prueba de Tukey (0.05) encontró tres grupos diferentes, el superior formado por 5 híbridos que tuvieron los mayores rendimientos, destacando el híbrido INSIGNIA 860 con un rendimiento de 11779.55 kg/ha, seguido de los híbridos DK 7088, Atlas 105, DAW 710 y Pioneer 341, con rendimientos de 11433.56, 11085, 10285.33 y 10080 kg/ha, respectivamente, los altos rendimientos se atribuyen a factores genéticos propios de cada genotipo, un mayor número de granos por mazorca, un menor acame de tallo

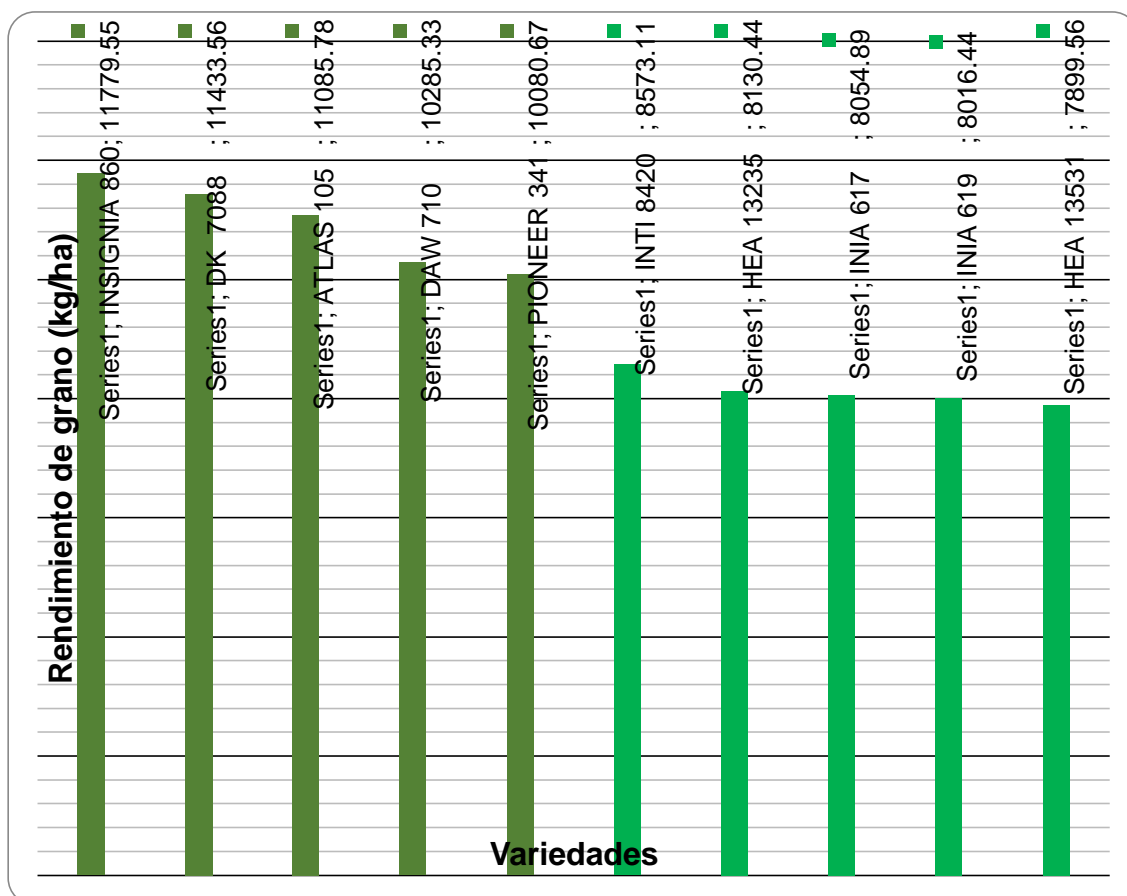
y a una mejor adaptación al medio, mejor diámetro de mazorca, mayor número de granos por hilera, mayor número de hileras por mazorca y representado por su buen aspecto de mazorca, con los cuales se relaciona significativamente, resultados semejantes fueron encontrados por **Tineo (2005)** y **Vilchez (2014)**, quien reporta que los mejores híbridos en su estudio fueron: INIA 605, DK5005 y AG – 001, con 9.187, 8.841 y 7.920 tm/ha en la misma zona en estudio. Mientras que los híbridos HEA 13235, INIA 617, INIA 619 y HEA 13531, tuvieron los mas bajos rendimientos, con 8130.44, 8054.89, 8016.44 y 7899.56 kg/ha, respectivamente, debido a su baja habilidad de rendimiento, donde algunos hibridos no se adaptaron a las condiciones del medio, **Tineo 2005**, reportó también un bajo rendimiento con 6.931 tm/ha.

**Cuadro N° 26: Rendimiento de grano en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe-Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**

O.M.	Tratamientos	Rendimiento	Sig
1	INSIGNIA 860	11779.55	A
2	DK 7088	11433.56	A
3	ATLAS 105	11085.78	A
4	DAW 710	10285.33	AB
5	PIONEER 341	10080.67	AB
6	INTI 8420	8573.11	BC
7	HEA 13235	8130.44	C
8	INIA 617	8054.89	C
9	INIA 619	8016.44	C
10	HEA 13531	7899.56	C
	Promedio	9533.93	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Gráfico N° 06: Rendimiento de grano en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe-Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**



## ii. PORCENTAJE DE EMERGENCIA.

El promedio experimental fue de 80.50%, que representa un buen porcentaje de germinación, variando de 95% a 60%.

El coeficiente de variabilidad fue 1.96%, valor bajo, que denota confiabilidad en la conducción experimental y en la toma de datos. (Cuadro 27)

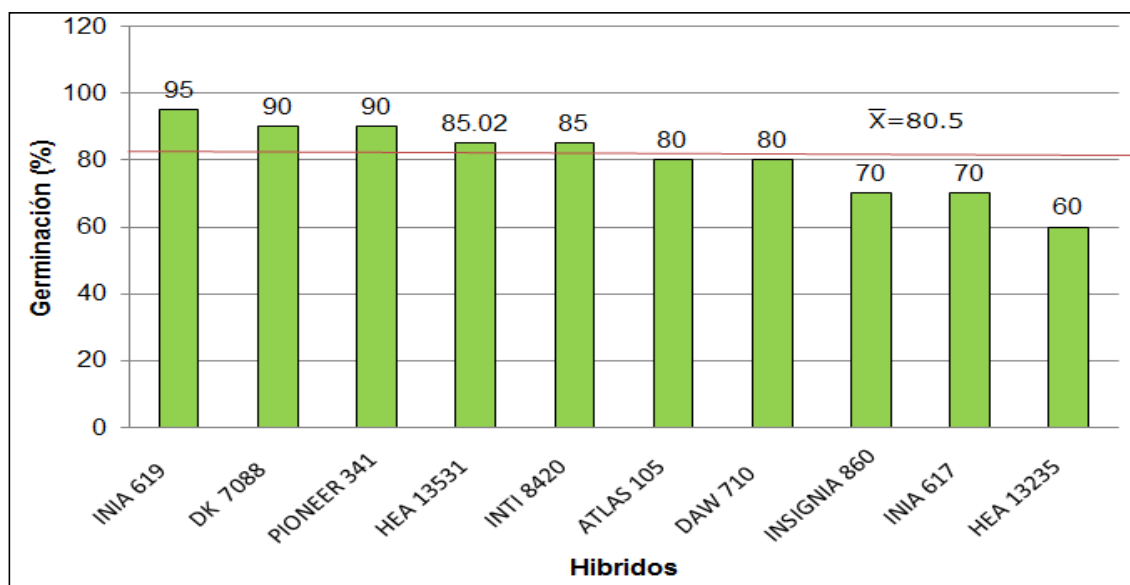
La prueba de Tukey (0.05) encontró seis grupos diferentes, el superior formado por 1 híbrido que tuvo el mayor porcentaje de germinación, representado por el híbrido INIA 619, con un valor de 95%, seguido por el segundo subconjunto conformado por los híbridos DK 7088 y Pioneer 341, con un valor de 90% para ambos casos, que califican de un alto porcentaje de germinación. Mientras que el híbrido HEA 13235 tuvo el mas bajo porcentaje de germinación, con un valor de 60%, debido a que son semillas guardadas o viejas, resultados semejantes fueron encontrados por Vilchez (2014) (Cuadro 29)

**Cuadro N° 27: Porcentaje de Emergencia en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe-Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**

O.M.	Tratamientos	Porcentaje	Sig
1	INIA 619	95.00	A
2	DK 7088	90.00	B
3	PIONEER 341	90.00	B
4	HEA 13531	85.02	C
5	INTI 8420	85.00	C
6	ATLAS 105	80.00	D
7	DAW 710	80.00	D
8	INSIGNIA 860	70.00	E
9	INIA 617	70.00	E
10	HEA 13235	60.00	F
	Promedio	80.50	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Gráfico N° 07: Porcentaje de Emergencia en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe-Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**



### iii. ALTURA DE PLANTA (cm).

El promedio experimental fue de 250.604 cm, valor alto para híbridos para grano variando de 285.32 cm a 222.4 cm.

El coeficiente de variabilidad fue 2.98%, valor bajo, que denota confiabilidad en la conducción experimental y en la toma de datos. (Cuadro 28)

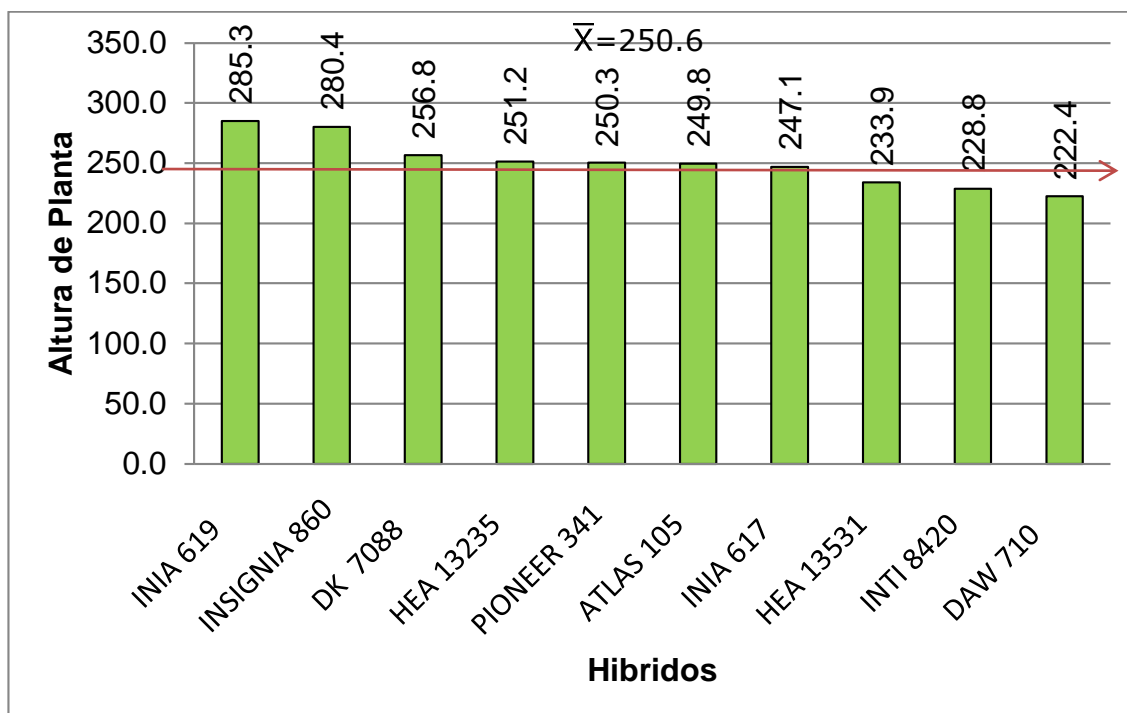
La prueba de Tukey (0.05) encontró cuatro grupos diferentes, el superior formado por 2 híbridos que tuvieron las mayores alturas, destacando el híbrido INIA 619 con una altura de 285.32 cm, seguido del híbrido INSIGNIA 860, con una altura de 280.42 cm, respectivamente, los altos rendimientos se atribuyen a factores genéticos, así la variedad INIA 619 se usa para fines forrajeros y de grano (doble propósito) resultados semejantes fueron encontrados por **Fuentes (2015)**, **Vilchez (2014)** y **Dávila (2015)**. Mientras que los híbridos HEA 13531, INTI 8420 y DAW 710, tuvieron las menores alturas de plantas, con 233.86, 228.78 y 222.4 cm, respectivamente (Cuadro 30).

**Cuadro N° 28: Altura de planta en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe-Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**

O.M.	Tratamientos	Medias	Sig
1	INIA 619	285.32	A
2	INSIGNIA 860	280.42	A
3	DK 7088	256.78	B
4	HEA 13235	251.22	B
5	PIONEER 341	250.32	B
6	ATLAS 105	249.82	B
7	INIA 617	247.12	BC
8	HEA 13531	233.86	CD
9	INTI 8420	228.78	D
10	DAW 710	222.4	D
	Promedio	250.604	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Gráfico N° 08: Altura de planta en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe-Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**



#### iv. PLANTAS ACAMADAS.

El promedio experimental fue de 1.16 plantas Acamadas, variando de 4.2 a 0 plantas Acamadas.

El coeficiente de variabilidad fue 2.53%, valor bajo, que denota confiabilidad en la conducción experimental y en la toma de datos. (Cuadro 29)

La prueba de Tukey (0.05) encontró dos grupos diferentes, los menos acamados conformados por 4 híbridos que tuvieron el menor número de plantas acamadas, destacando el híbrido ATLAS 105 con 0 plantas Acamadas, seguido de los híbridos INIA 619, INTI 8420 y HEA 13235, con 0.4 plantas acamadas en todos los casos, respectivamente, Mientras que los híbridos DAW 710 con 4.2 plantas Acamadas, PIONEER 341e INSIGNIA 860 con 1.4 plantas Acamadas, HEA 13531y DK 7088 con 1.2 plantas Acamadas e INIA 617 con 1.0 plantas acamadas, respectivamente, tuvieron el mayor número de plantas acamadas resultados debidos a factores genéticos (Cuadro 29)

**Cuadro N° 29: Plantas Acamadas en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**

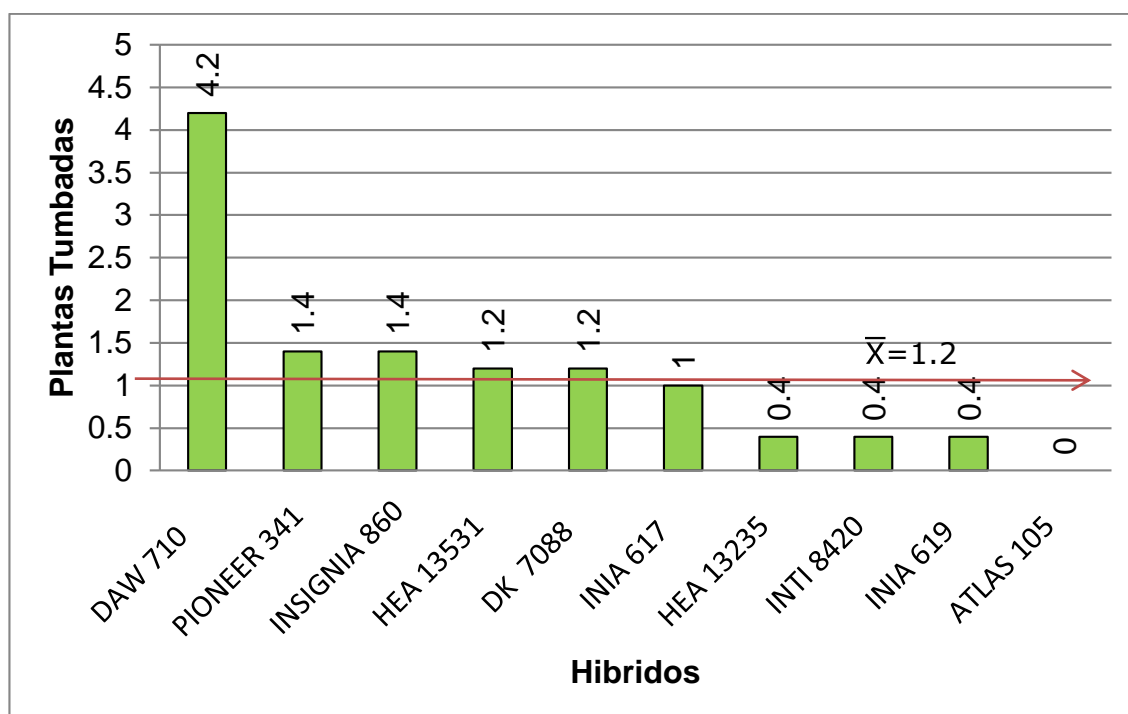
O.M.	Tratamientos	Medias	Sig
1	DAW 710	4.2	A



2	PIONEER 341	1.4	AB
3	INSIGNIA 860	1.4	AB
4	HEA 13531	1.2	AB
5	DK 7088	1.2	AB
6	INIA 617	1.0	AB
7	HEA 13235	0.4	B
8	INTI 8420	0.4	B
9	INIA 619	0.4	B
10	ATLAS 105	<u>0.0</u>	B
	Promedio	1.16	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Gráfico N° 09: Plantas Acamadas en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**



**v. ALTURA INSERCIÓN MAZORCA (cm).**

El promedio experimental fue de 94.842 cm, variando de 131.76 a 75.96 cm.

El coeficiente de variabilidad fue 6.25%, valor bajo, que denota confiabilidad en la conducción experimental y en la toma de datos. (Cuadro 30)

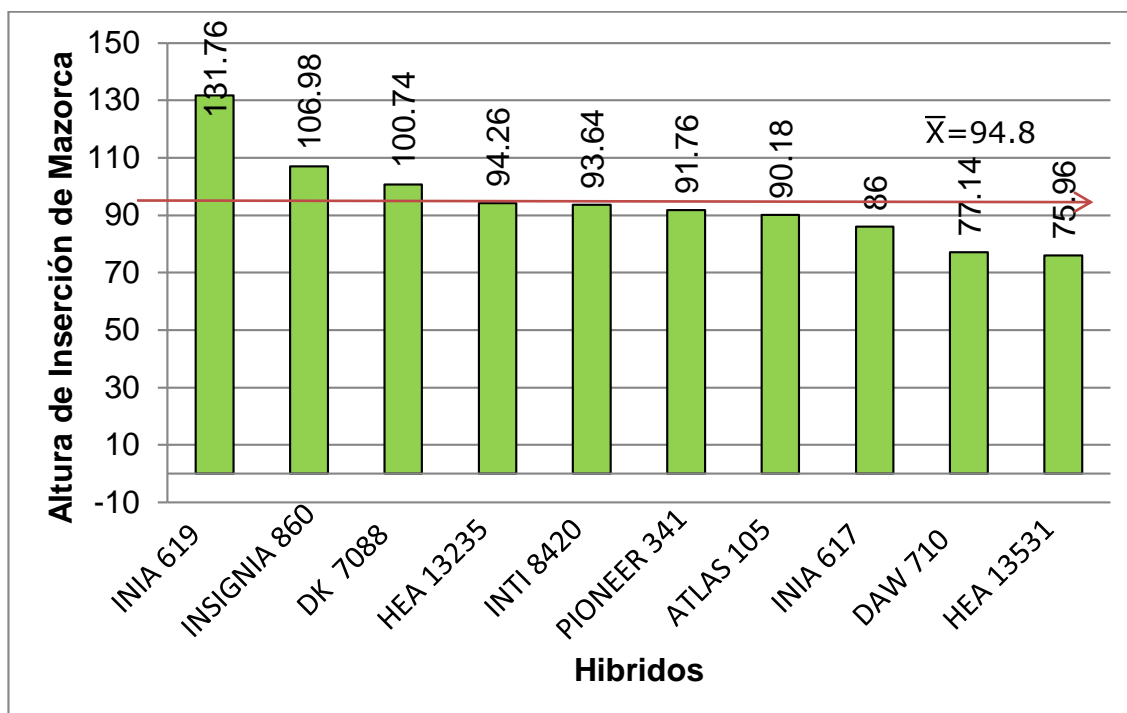
La prueba de Tukey (0.05) encontró cuatro grupos diferentes, el superior formado por 1 híbrido INIA 619 que tuvo la mayor altura de inserción de mazorca con 131.76 cm, seguido por el segundo grupo conformado por los híbridos INSIGNIA 860 y DK7088, con una altura de inserción de mazorca de 106.98 y 100.74 cm, respectivamente, los valores altos de inserción de mazorca se atribuyen a la mayor altura de planta. Mientras que los híbridos INIA 617, DAW 710 y HEA 13531, tuvieron las más bajas alturas de inserción de mazorca, con 86.00, 77.14 y 75.96 cm, respectivamente, debido a su baja altura de planta. (Cuadro 30)

**Cuadro N° 30: Altura de inserción de mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**

O.M.	Tratamientos	Medias	Sig
1	INIA 619	131.76	A
2	INSIGNIA 860	106.98	B
3	DK 7088	100.74	BC
4	HEA 13235	94.26	CD
5	INTI 8420	93.64	CD
6	PIONEER 341	91.76	CD
7	ATLAS 105	90.18	CD
8	INIA 617	86.00	DE
9	DAW 710	77.14	E
10	HEA 13531	75.96	E
	Promedio	94.842	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Gráfico N° 10: Altura de inserción de mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**



#### vi. NUMERO DE HOJAS SUPERIORES.

El promedio experimental fue de 5.941, variando de 6.42 a 5.34 hojas superiores.

El coeficiente de variabilidad fue 3.51%, valor bajo, que denota confiabilidad en la conducción experimental y en la toma de datos. (Cuadro 31).

La prueba de Tukey (0.05) encontró cinco grupos diferentes, el superior formado por 5 híbridos que tuvieron el mayor número de hojas superiores, destacando el híbrido INSIGNIA 860 con un valor de 6.42 hojas superiores, seguido de los híbridos INIA 617, DK 7088, HEA 13235 y ATLAS 105, con valores de 6.32, 6.14, y 6.0 hojas superiores, respectivamente, resultados atribuibles a factores genéticos y que influyen en una mayor capacidad fotosintética y en un mayor rendimiento. Mientras que los híbridos PIONEER 341 e INTI 8420, tuvieron los más bajos valores, con 5.56 y 5.34 hojas superiores, respectivamente. (Cuadro 31).

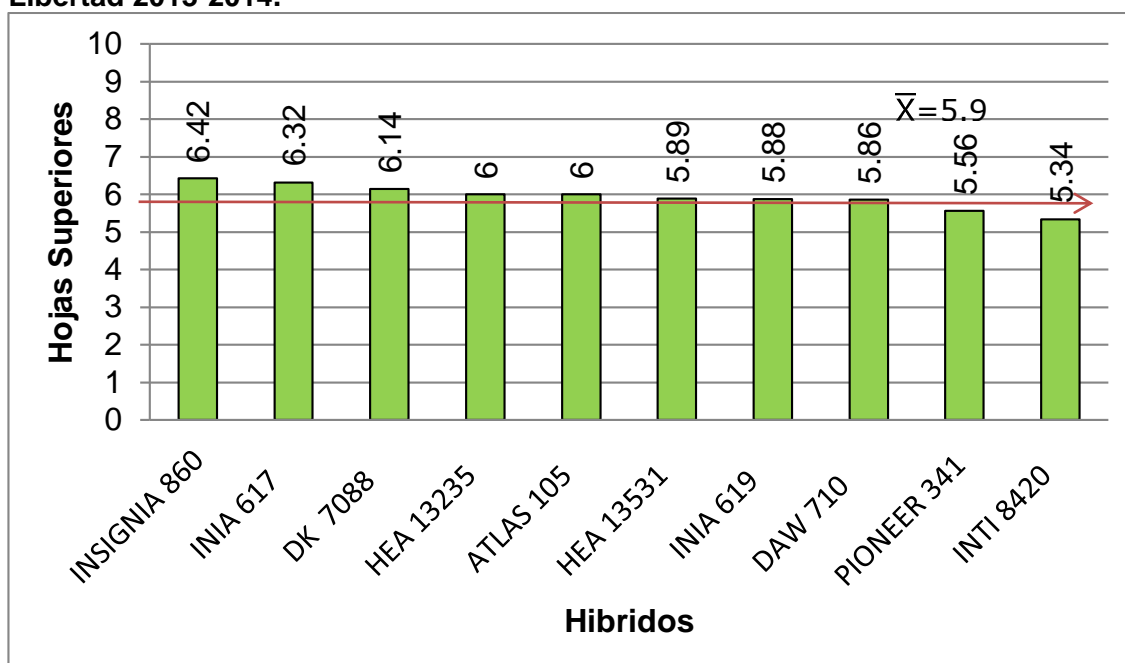
**Cuadro N° 31: Numero de hojas superiores sobre la mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**

O.M.	Tratamientos	Medias	Sig
1	INSIGNIA 860	6.42	A

2	INIA 617	6.32	AB
3	DK 7088	6.14	ABC
4	HEA 13235	6.00	ABCD
5	ATLAS 105	6.00	ABCD
6	HEA 13531	5.89	BCD
7	INIA 619	5.88	BCD
8	DAW 710	5.86	CD
9	PIONEER 341	5.56	DE
10	INTI 8420	5.34	E
	Promedio	5.941	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Gráfico N° 11: Numero de hojas superiores sobre la mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**



**vii. AREA FOLIAR DE LA HOJA BANDERA (cm²).**

El promedio experimental fue de 6.669 cm², variando de 5.48 a 7.43 cm².

El coeficiente de variabilidad fue 13.83%, valor bajo, que denota confiabilidad en la conducción experimental y en la toma de datos. (Cuadro 32)

La prueba de Tukey (0.05) no encontró diferencias estadísticas, aunque el híbrido

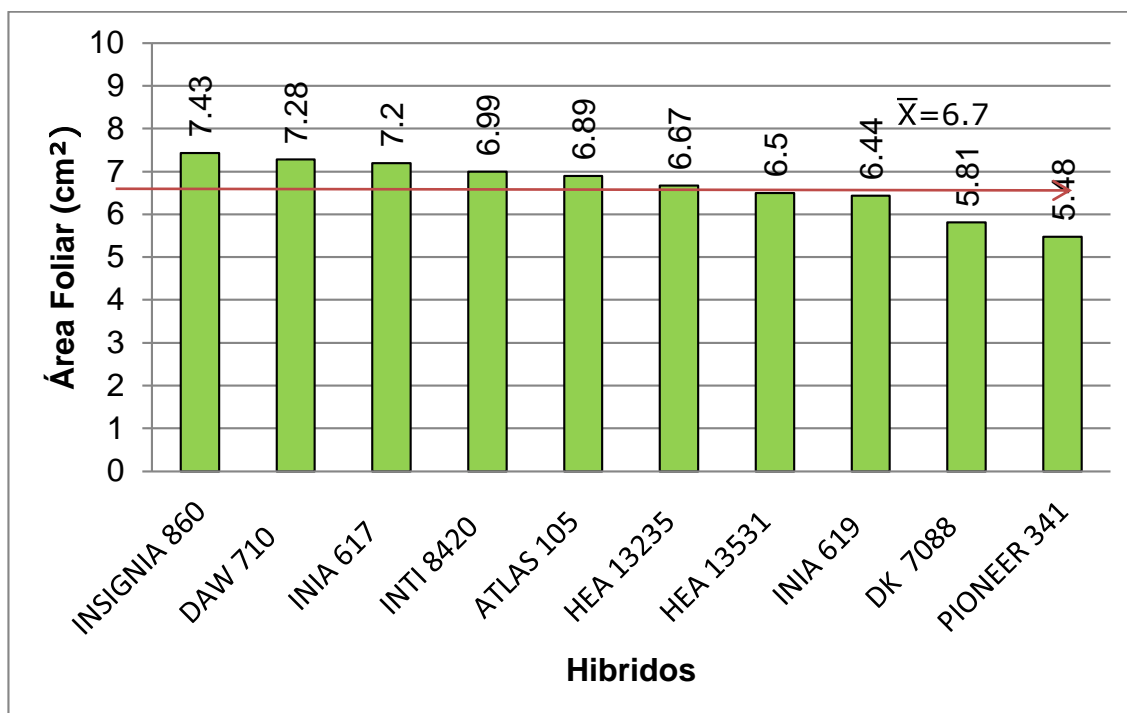
INSIGNIA 860 con un área foliar de 7.43 cm<sup>2</sup> seguido de los híbridos DAW 710, INIA 617, INTI 8420 y ATLAS 105, con valores de 7.28, 7.20, 6.99 y 6.89 cm<sup>2</sup>, respectivamente, presentan los mayores valores numéricos. Mientras que los híbridos, INIA 619, DK 7088 y PIONEER 341, tuvieron las más bajas áreas foliares, con 6.44, 5.81 y 5.48 cm<sup>2</sup>, respectivamente. (Cuadro 32).

**Cuadro N° 32: Área Foliar de hoja bandera en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**

O.M.	Tratamientos	Medias	Sig
1	INSIGNIA 860	7.43	A
2	DAW 710	7.28	A
3	INIA 617	7.2	A
4	INTI 8420	6.99	A
5	ATLAS 105	6.89	A
6	HEA 13235	6.67	A
7	HEA 13531	6.5	A
8	INIA 619	6.44	A
9	DK 7088	5.81	A
10	PIONEER 341	5.48	A
	Promedio	6.669	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)*

**Gráfico N° 12: Área Foliar de hoja bandera en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**



**viii. PESO DE 1000 GRANOS (gr).**

El promedio experimental fue de 336.28 gramos, variando de 289 a 377 gramos.

El coeficiente de variabilidad fue 5.88%, valor bajo, que denota confiabilidad en la conducción experimental y en la toma de datos. (Cuadro 33)

La prueba de Tukey (0.05) encontró tres grupos diferentes, el superior formado por 6 híbridos que tuvieron los mayores rendimientos, destacando el híbrido HEA 13235 con un peso de 1000 granos de 377 gramos, seguido de los híbridos PIONEER 341, ATLAS 105, INSIGNIA 860, INIA 617 y HEA 13531, con peso de 1000 granos de 366.6, 353.8, 352.6 y 348.6 gramos, respectivamente, los resultados se atribuyen a factores genéticos propios de cada genotipo, resultados semejantes fueron encontrados por **Vilchez (2014)**. Mientras que los híbridos DAW 710, INTI 8420 y DK 7088, tuvieron los más bajos pesos de 1000 granos, con 303.8, 302.6 y 289 gramos, respectivamente. (Cuadro 33).

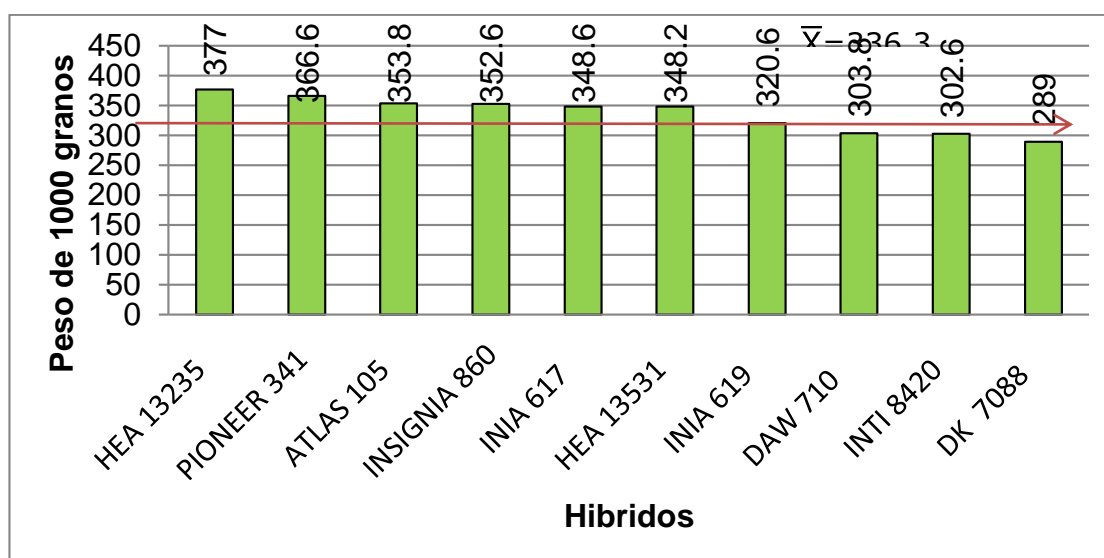
**Cuadro N° 33: Peso de 1000 granos de mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**

O.M.	Tratamientos	Medias	Sig
1	HEA 13235	377	A

2	PIONEER 341	366.6	A
3	ATLAS 105	353.8	AB
4	INSIGNIA 860	352.6	AB
5	INIA 617	348.6	AB
6	HEA 13531	348.2	AB
7	INIA 619	320.6	BC
8	DAW 710	303.8	C
9	INTI 8420	302.6	C
10	DK 7088	289	C
	Promedio	336.28	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

**Gráfico N° 13: Peso de 1000 granos de mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**



#### ix. DIÁMETRO DE MAZORCA (cm).

La prueba de Tukey (0.05) encontró cuatro grupos diferentes, el superior formado por 2 híbridos que tuvieron los mayores diámetros de Mazorca, destacando el híbrido DAW 710 con un Diámetro de Mazorca de 5.1 cm, seguido por el híbrido INSIGNIA 860, con un diámetro de mazorca de 4.9 cm, respectivamente, los resultados se atribuyen a factores genéticos propios de cada genotipo y que influyen en un mayor rendimiento, resultados que concuerdan a **Vilchez (2014)**. Mientras que los híbridos INTI 8420 e INIA

617, tuvieron los menores diámetros de mazorca, con 4.53 y 4.43 cm, respectivamente, debido a factores genéticos propios de cada genotipo (Cuadro 34).

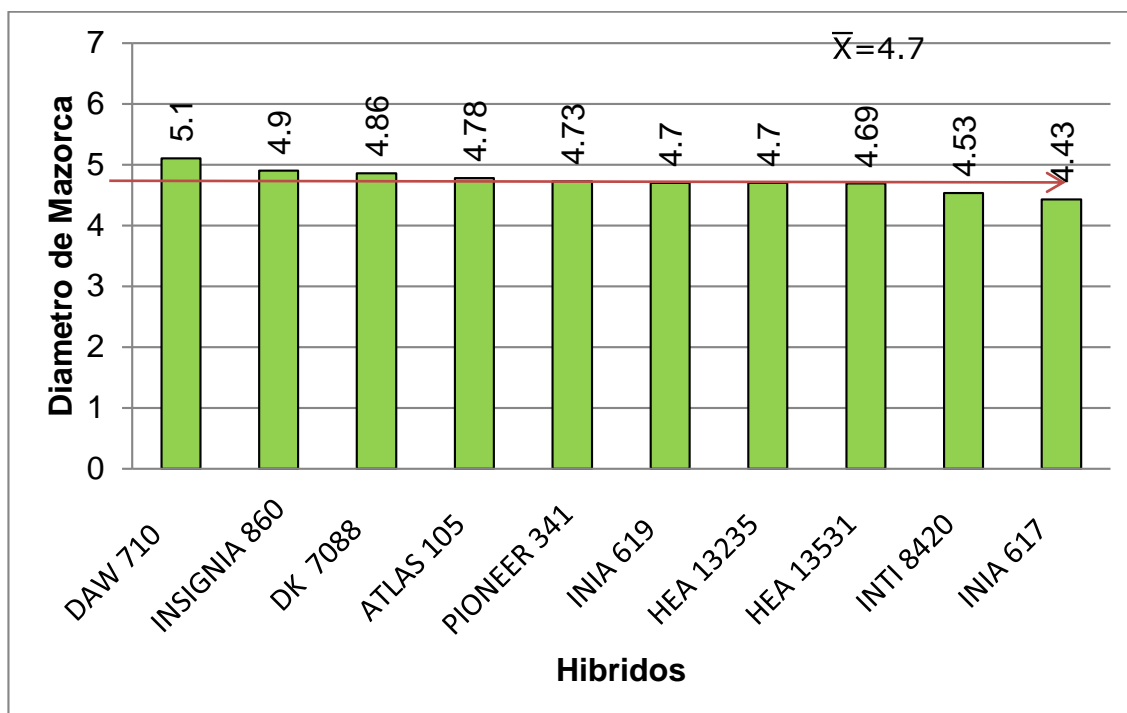
**Cuadro N° 34: Diámetro de mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**

O.M.	Tratamientos	Medias	Sig
1	DAW 710	5.1	A
2	INSIGNIA 860	4.9	AB
3	DK 7088	4.86	B
4	ATLAS 105	4.78	B
5	PIONEER 341	4.73	BC
6	INIA 619	4.7	BC
7	HEA 13235	4.7	BC
8	HEA 13531	4.69	BC
9	INTI 8420	4.53	CD
10	INIA 617	4.43	D
	Promedio	4.742	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Gráfico N° 14: Diámetro de mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**





**x. LONGITUD DE MAZORCA (cm).**

La prueba de Tukey (0.05) no encontró diferencias estadísticas, entre los tratamientos, aunque el híbrido INIA 619 con una Longitud de Mazorca de 19.02 cm, seguido de los híbridos PIONEER 341, HEA 13531, ATLAS 105 Y HEA 13235, con longitud de mazorca de 17.83, 16.84, 16.13 y 15.93 cm, respectivamente, presenta los mayores valores numéricos, resultados que se atribuyen a factores genéticos propios de cada genotipo. Mientras que los híbridos INIA 617, INSIGNIA 860, DAW 710, DK 7088 e INTI 8420, quedaron últimos en el cuadro de orden de merito, con 15.88, 15.84, 14.45, 14.45 y 14.06 cm, respectivamente, debido a su baja habilidad de rendimiento (cuadro 35).

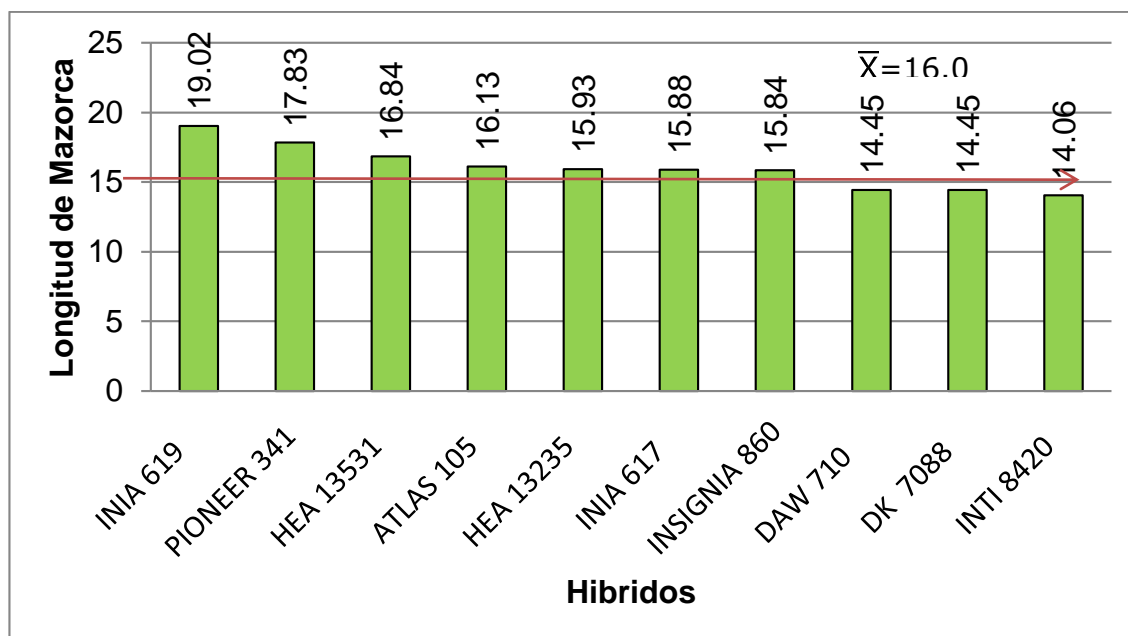
**Cuadro N° 35: Longitud de mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**

O.M.	Tratamientos	Medias	Sig
1	INIA 619	19.02	A

2	PIONEER 341	17.83	A
3	HEA 13531	16.84	A
4	ATLAS 105	16.13	A
5	HEA 13235	15.93	A
6	INIA 617	15.88	A
7	INSIGNIA 860	15.84	A
8	DAW 710	14.45	A
9	DK 7088	14.45	A
10	INTI 8420	14.06	A
	Promedio	16.043	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Gráfico N° 15: Longitud de mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**



#### xi. NÚMERO DE GRANOS POR HILERA.

La prueba de Tukey (0.05) encontró dos grupos diferentes, el superior formado por 9 híbridos que tuvieron los mayores granos por hilera, destacando el híbrido ATLAS 105 con 34.1 granos por hilera, seguido de los híbridos INSIGNIA 860, DK 7088, HEA 13235, INTI 8420 y DAW 710 con valores de 33.18, 31.96, 29.38, 29.32 y 29.12, granos por

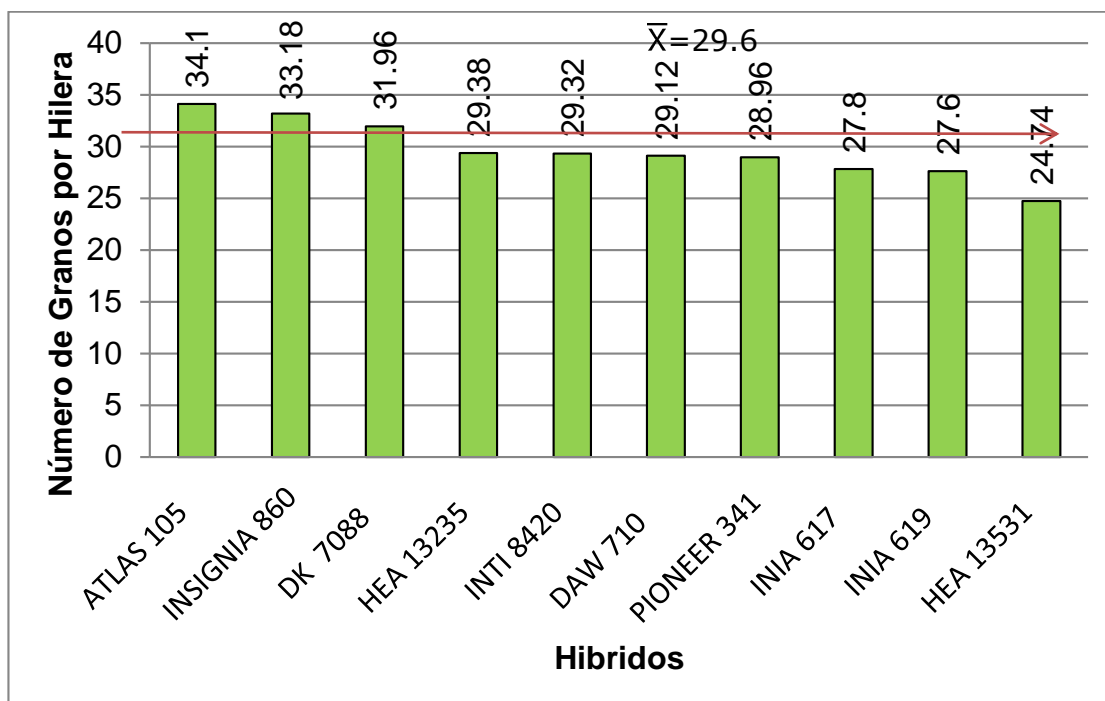
hilera, respectivamente, los resultados se atribuyen a factores genéticos propios de cada genotipo y que influyen en un mayor rendimiento. Mientras que el híbrido HEA 13531, tuvo el mas bajo valor, con 24.74 granos por hilera, respectivamente, debido a su baja habilidad de rendimiento, donde algunas de sus líneas han perdido su buena habilidad combinatoria específica (Cuadro 36).

**Cuadro N° 36: Número de Granos por Hilera de mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**

O.M.	Tratamientos	Medias	Sig
1	ATLAS 105	34.1	A
2	INSIGNIA 860	33.18	A
3	DK 7088	31.96	A
4	HEA 13235	29.38	AB
5	INTI 8420	29.32	AB
6	DAW 710	29.12	AB
7	PIONEER 341	28.96	AB
8	INIA 617	27.8	AB
9	INIA 619	27.6	AB
10	HEA 13531	24.74	B
	Promedio	29.616	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Gráfico N° 16: Número de Granos por Hilera de mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**



**xii. NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA.**

La prueba de Tukey (0.05) encontró tres grupos diferentes, el superior formado por 2 híbridos que tuvieron los mayores números de hileras por mazorca, destacando el híbrido DAW 710 con 18.68 hileras por mazorca, seguido del híbrido DK 7088, con 17.84 hileras por mazorca, respectivamente, los resultados se atribuyen a factores genéticos propios de cada genotipo, y que influyen en un mayor rendimiento. Mientras que los híbridos INIA 617, INIA 619, HEA 13531, INTI 8420 y HEA 13235, tuvieron los mas bajos números de hileras por mazorca, con 14.0, 13.88, 13.88, 13.7 y 13.6 hileras por mazorca, respectivamente (Cuadro 37).

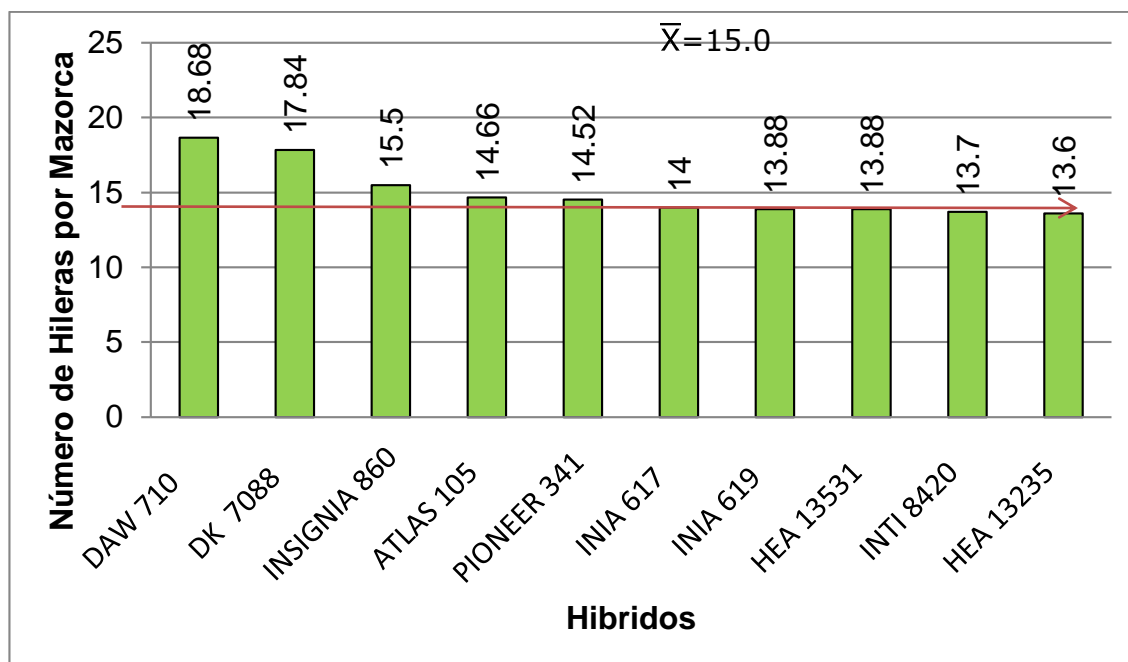
**Cuadro N° 37: Número Hileras por mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**

O.M.	Tratamientos	Medias	Sig
1	DAW 710	18.68	A

2	DK 7088	17.84	A
3	INSIGNIA 860	15.5	B
4	ATLAS 105	14.66	BC
5	PIONEER 341	14.52	BC
6	INIA 617	14	C
7	INIA 619	13.88	C
8	HEA 13531	13.88	C
9	INTI 8420	13.7	C
10	HEA 13235	13.6	C
	Promedio	15.026	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

**Grafico N° 17: Número Hilera por mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**



### xiii. NÚMERO GRANOS POR MAZORCA.

La prueba de Tukey (0.05) encontró cuatro grupos diferentes, el superior formado por 4 híbridos que tuvieron los mayores números de granos por mazorca, destacando el híbrido DK 7088 con un valor de 570.42 granos por mazorca, seguido de los híbridos

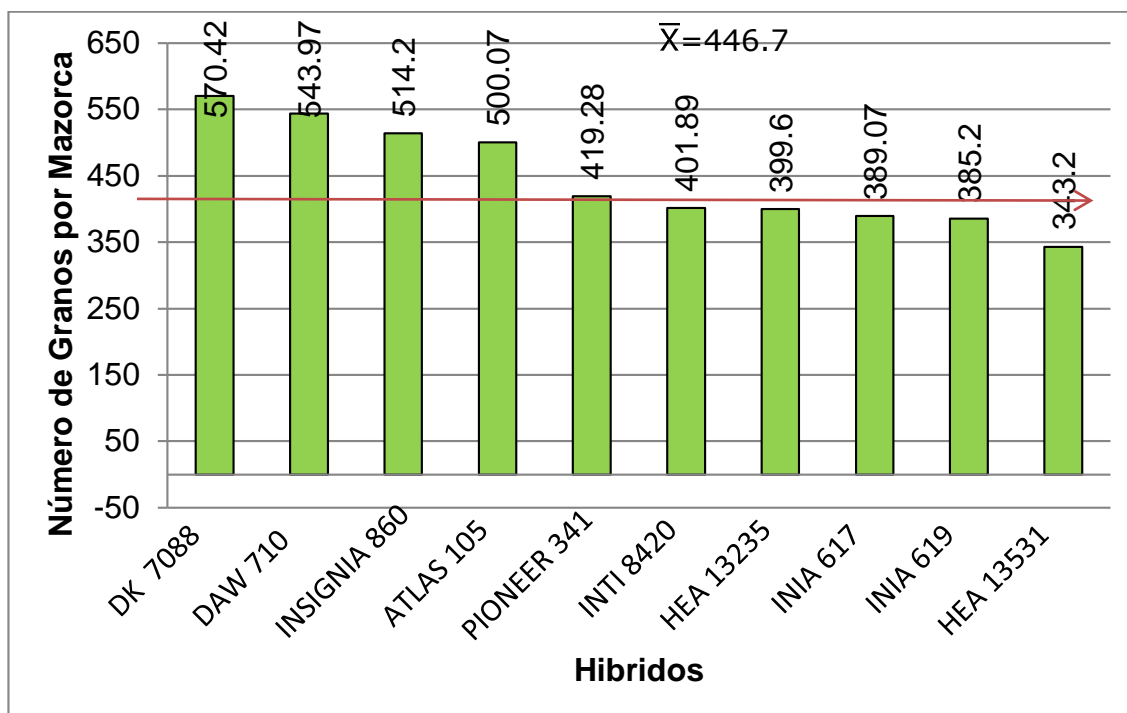
DAW 710, INSIGNIA 860, y ATLAS 105, con valores de 543.97, 514.2 y 500.07, respectivamente, los resultados se atribuyen a factores genéticos propios de cada genotipo y que influyen en un mayor rendimiento. Mientras que los híbridos PIONEER 341, INTI 8420, HEA 13235, INIA 617, INIA 619 y HEA 13531, tuvieron los más bajos números de granos por mazorca, con 419.28, 401.89, 399.6, 389.07, 385.2 y 343.2, respectivamente, debido a su baja habilidad de rendimiento (Cuadro 38).

**Cuadro N° 38: Número Granos por mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**

O.M.	Tratamientos	Medias	Sig
1	DK 7088	570.42	A
2	DAW 710	543.97	A
3	INSIGNIA 860	514.2	AB
4	ATLAS 105	500.07	ABC
5	PIONEER 341	419.28	BCD
6	INTI 8420	401.89	CD
7	HEA 13235	399.6	CD
8	INIA 617	389.07	D
9	INIA 619	385.2	D
10	HEA 13531	343.2	D
	Promedio	446.69	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

**Grafico N° 18: Número Granos por mazorca en el comparativo de 10 Híbridos Experimentales de maíz amarillo duro, Guadalupe, Pacasmayo-La Libertad 2013-2014.**



## b. REGRESIONES Y CORRELACIONES DE PEARSON.

Se muestran los resultados de los estudios de relación entre el rendimiento de grano y las características evaluadas, donde se dan los coeficientes de correlación y el valor de la probabilidad P, valor que sirve para detectar la significación estadística entre dos variables (si  $P < 0.05$ , la relación es significativa, por lo tanto existe asociación entre las características, caso contrario están determinados por factores genéticos diferentes).

Este estudio de relación se hizo con el principal objetivo de encontrar atributos que estén asociados estadísticamente con rendimiento, para poder determinar los componentes de rendimiento, para usarse como índices de selección en programas de mejoramiento genético; las relaciones significativas fueron: Rendimiento con diámetro de mazorca, rendimiento con número de hileras, rendimiento con número granos por hilera y rendimiento con granos por mazorca. (Marcados en verde.) (Cuadro 39).

**Cuadro N° 39: Correlaciones de Pearson: Rdto en grano y resto de variables.**

	Rdto en grano (tm	%Germinación	Altura de planta
%Germinación	0.060		
	0.677		
Altura de planta	0.181	0.062	
	0.209	0.666	
Plantas Acamadas	0.119	0.014	-0.261
	0.412	0.922	0.067
Altura inserción	0.066	0.285	0.862
	0.650	0.045	0.000
Hojas superiores	0.214	-0.442	0.419
	0.135	0.001	0.002
Area foliar (cm <sup>2</sup> )	0.007	-0.359	-0.008
	0.962	0.010	0.957
Peso de 1000 granos	-0.133	-0.435	0.148
	0.356	0.002	0.305
Diámetro de mazorca	0.500	0.077	-0.032
	0.000	0.595	0.824
Longitud de mazorca	-0.152	0.110	0.208
	0.291	0.446	0.147
No de granos x hilera	0.541	-0.125	0.190
	0.000	0.386	0.186
No de hileras x Mzca	0.479	0.139	-0.175
	0.000	0.337	0.223
No Granos x Mazorca	0.656	0.016	0.025
	0.000	0.911	0.865

Contenido de la celda: Correlación de Pearson  
Valor P



### **c. REGRESIONES SIMPLES.**

Los estudios de relación del rendimiento en grano y las características evaluadas se hicieron con el objeto de encontrar atributos que estén asociados estadísticamente con rendimiento, para poder determinar los componentes de rendimiento, y usarse en programas de mejoramiento genético.

#### **i. RENDIMIENTO EN GRANO Y DIÁMETRO DE MAZORCA.**

Los estudios de relación entre estos dos atributos, muestra que se encuentran asociados, con un coeficiente de correlación de  $r = 0.500^{**}$ , mostrando que estos dos atributos están asociados positivamente, dependiendo de los mismos genes. El coeficiente de determinación de  $R^2 = 25.0 \%$ , indica que del 100% en las variaciones en el rendimiento, el 25.0 % es atribuible al diámetro de mazorca. El coeficiente de regresión de  $b = 4257^{**}$ , positivo y altamente significativo, indica que por cada cm que se incremente en el diámetro de mazorca, el rendimiento en grano se incrementará en 4257 kg/ha, bajo los límites considerados (Cuadro 40, Gráfico 19).

#### **ii. RENDIMIENTO EN GRANO Y NÚMERO DE GRANOS POR HILERA.**

Los estudios de relación entre estos dos atributos, muestra que se encuentran altamente asociados, con un coeficiente de correlación de  $r = 0.541^{**}$ , indicando que estos atributos están asociados positivamente y dependen de los mismos factores genéticos. El coeficiente de determinación de  $R^2 = 29.20 \%$ , indica que del 100% en las variaciones en el rendimiento, el 29.20 % es atribuible al número de granos por hilera. El coeficiente de regresión de  $b = 243.9^{**}$ , positivo y altamente significativo, indica que por cada grano que se incremente en la hilera, el rendimiento en grano se incrementará en 243.9 kg/ha, bajo los límites considerados (Cuadro 40, Gráfico 20).

#### **iii. RENDIMIENTO EN GRANO E HILERAS POR MAZORCA.**

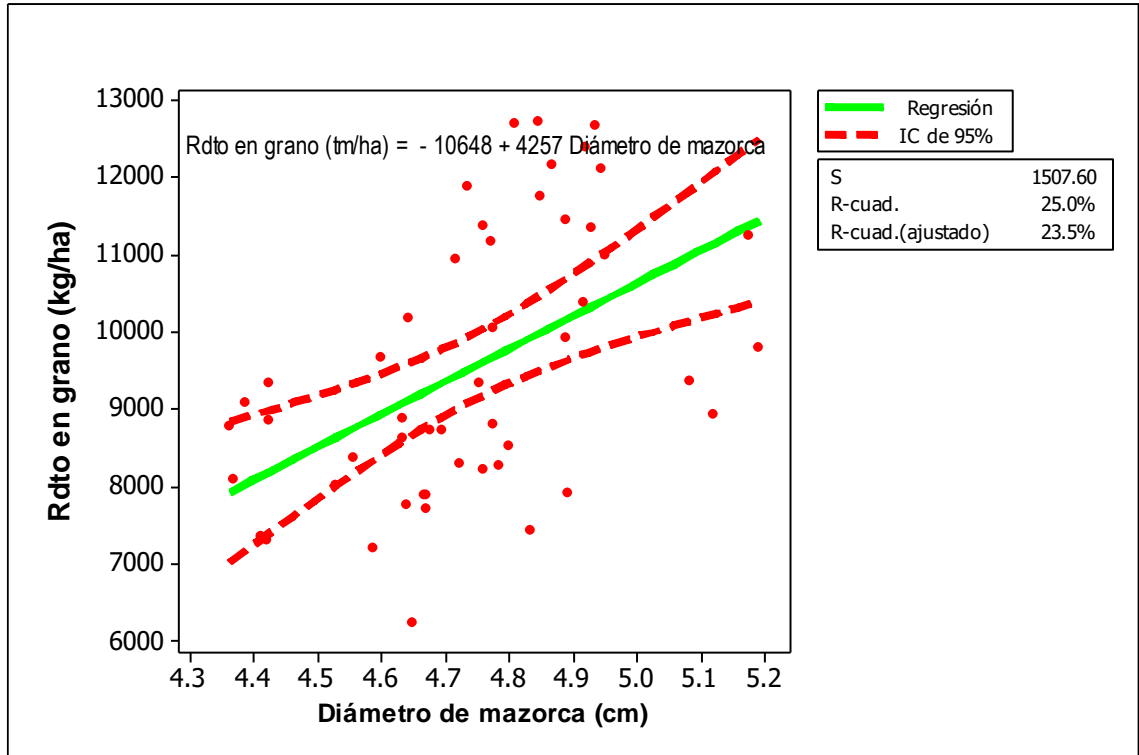
Los estudios de relación entre estos dos atributos, muestra que se encuentran altamente asociados, con un coeficiente de correlación de  $r = 0.479^{**}$ , mostrando

que estos dos atributos están asociados positivamente y dependen de los mismos genes. El coeficiente de determinación de  $R^2 = 23.0 \%$ , indica que del 100% en las variaciones en el rendimiento, el 23.0% es atribuible al número de hileras por mazorca. El coeficiente de regresión de  $b = 448.7^{**}$ , positivo y altamente significativo, indica que por cada hilera que se incremente en la mazorca, el rendimiento en grano se incrementará en 448.7 kg/ha, bajo los límites considerados (Cuadro 40, Gráfico 21).

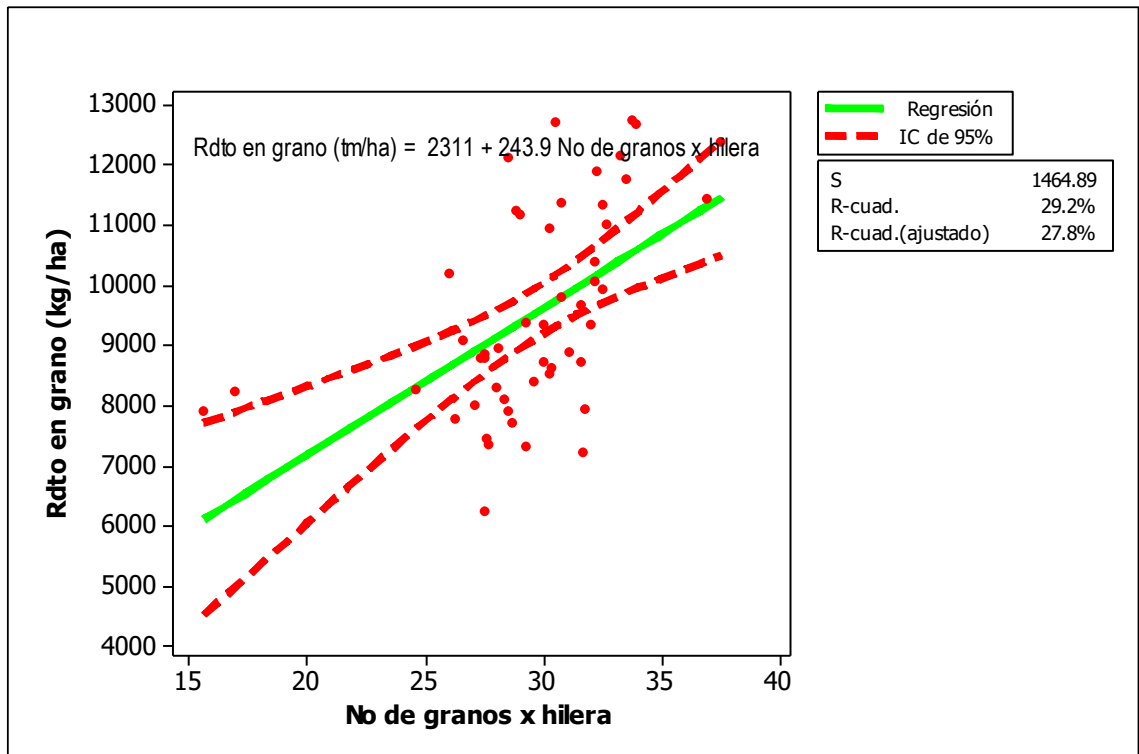
#### **iv. RENDIMIENTO EN GRANO Y NÚMERO DE GRANOS POR MAZORCA.**

Los resultados del análisis de relación entre estos dos características, arrojaron alta significación estadística para la asociación, con un coeficiente de correlación de  $r = 0.657^{**}$ , indicando que estos atributos están asociados en forma directa. El coeficiente de determinación de  $R^2 = 43.10 \%$ , indica que del 100% en las variaciones en el rendimiento, el 43.10 % es atribuible al número de granos por mazorca. El coeficiente de regresión de  $b = 13.10^{**}$ , positivo y altamente significativo, indica que por cada grano que se incremente en la mazorca, el rendimiento en grano se incrementará en 13.10 kg/ha (Cuadro 40, Gráfico 22).

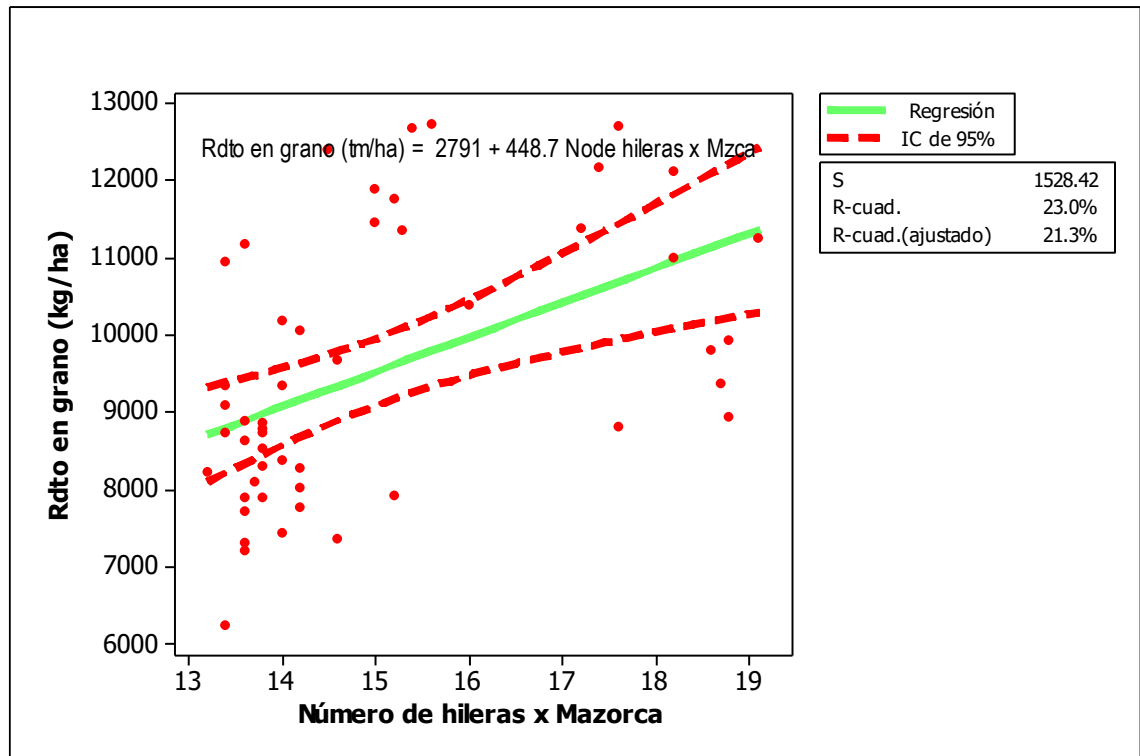
**Grafico N° 19. Regresión del rendimiento en grano vs diámetro de mazorca.**



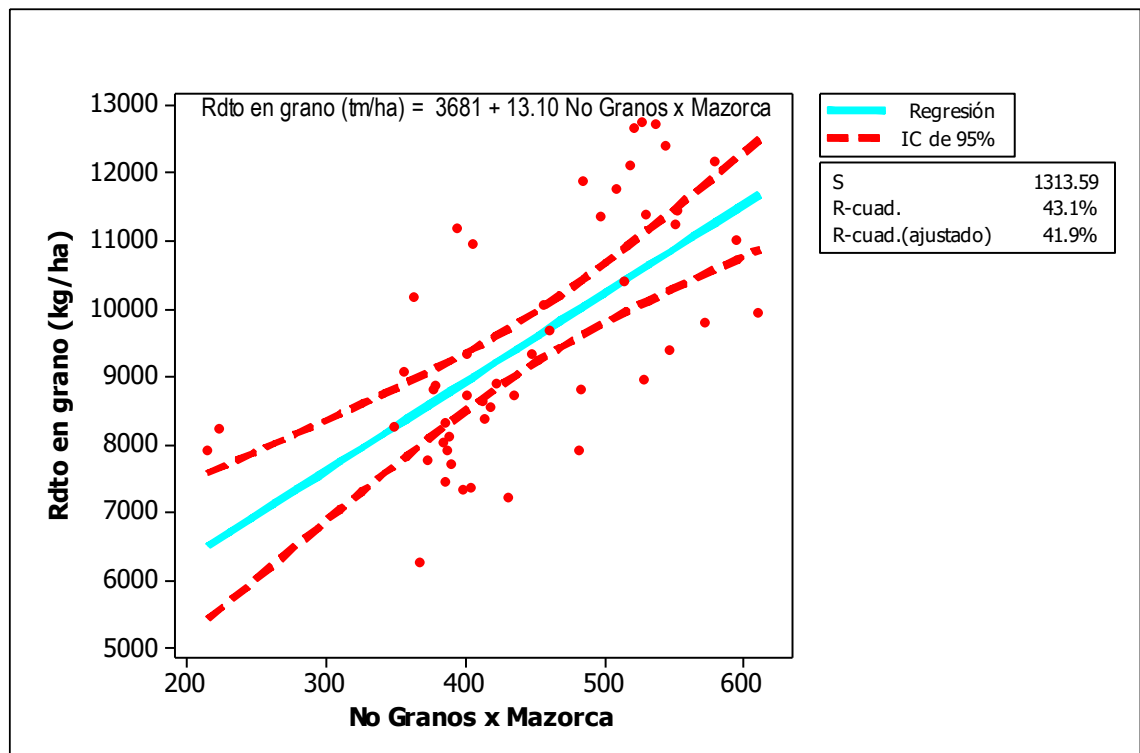
**Grafico N° 20. Regresión del rendimiento en grano vs número de granos por hilera.**



**Grafico N° 21. Regresión del rendimiento en grano vs número de hileras por mazorca.**



**Grafico N° 22. Regresión del rendimiento en grano vs número de granos por mazorca.**



**Cuadro N° 40. Estudio de correlación y regresión lineal simple entre el rendimiento en grano (kg/ha) y las características biométricas evaluadas.**

Características Relacionadas	Coefficiente de correlación ( r )	Coefficiente de determinación (r <sup>2</sup> x 100)	Coefficiente De Regresión ( b )	Ecuación de la Línea de Regresión
Rdto. Vs. Diámetro mzca	0.500**	25.00	4257**	Y= 4257X -10648
Rdto. Vs. Granos/hilera	0.541**	29.20	243.9**	Y= 243.9X+2311
Rdto. Vs. No de hileras/mz	0.479**	23.00	448.7**	Y= 448.7X+2791
Rdto. Vs. Granos/mazorca	0.656**	43.10	13.10**	Y = 13.10X +3681

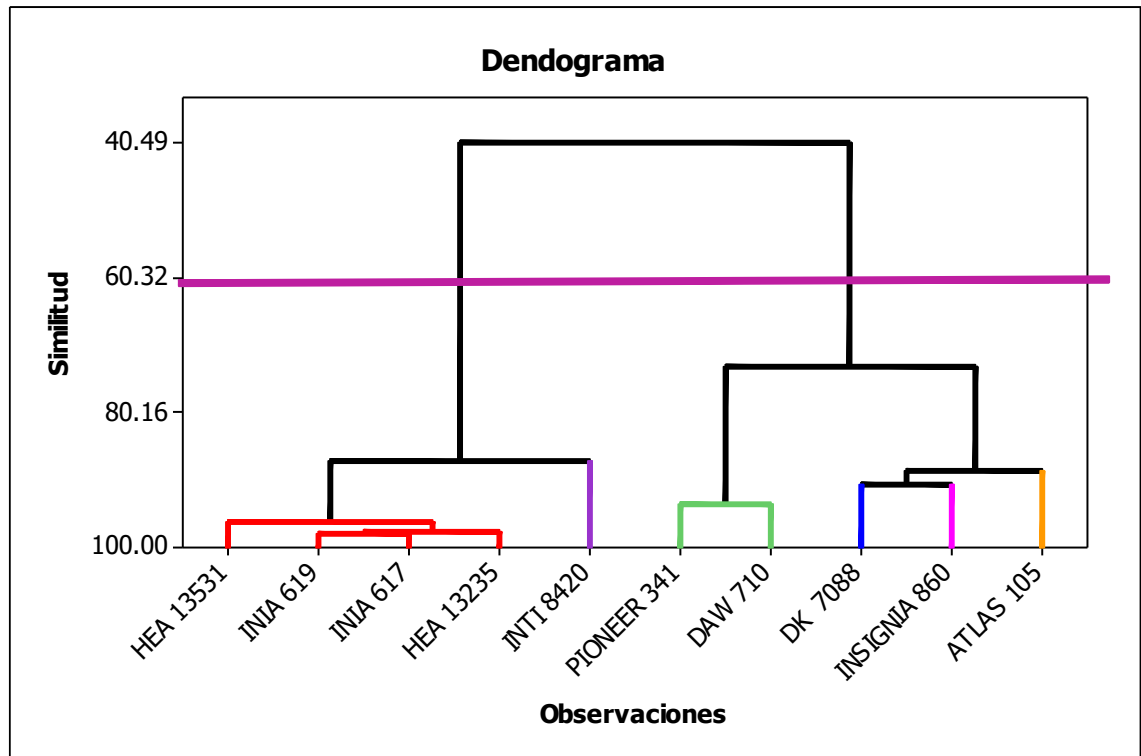
#### d. ANÁLISIS MULTIVARIADO.

##### i. DENDOGRAMA.

El **análisis de conglomerados (*cluster*)** es una técnica multivariante que busca agrupar elementos (o variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre los grupos.

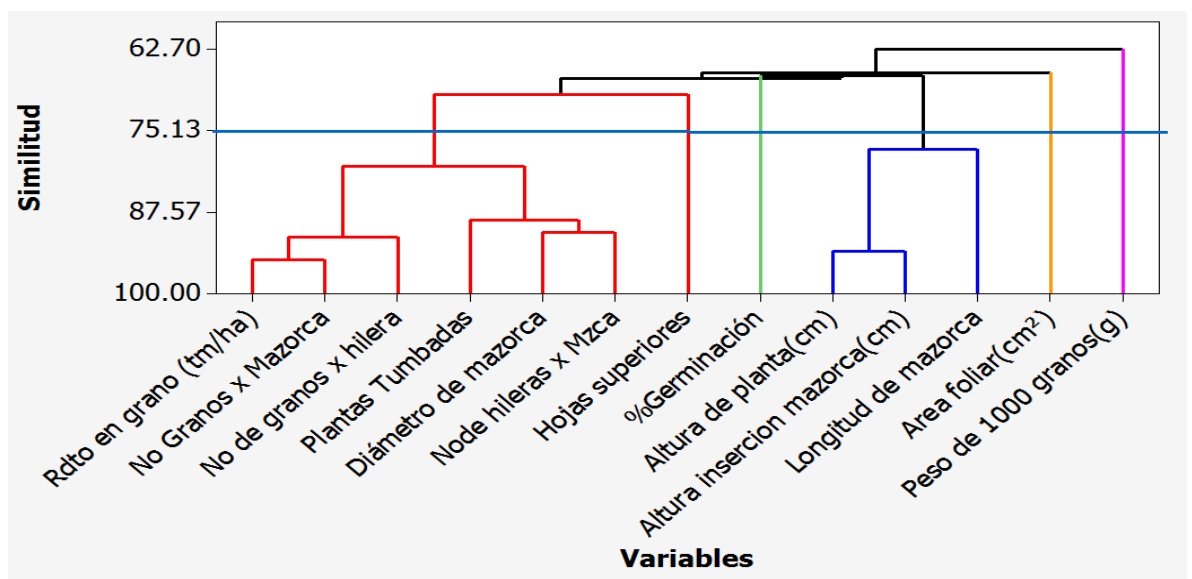
La Técnica se basa en los **algoritmos jerárquicos acumulativos** (forman grupos haciendo conglomerados cada vez más grandes), aunque no son los únicos posibles. El **dendograma** es la representación gráfica que mejor ayuda a interpretar el resultado de un análisis *cluster*. El análisis de conglomerados se puede combinar con el Análisis de Componentes Principales, ya que mediante ACP se puede homogeneizar los datos, lo cual permite realizar posteriormente un análisis *cluster* sobre los componentes obtenidos, para entender por qué es importante agrupar elementos parecidos en bloques diferentes. Por ejemplo, haciendo un corte (línea continua morada) al nivel del 60,32 % de similitud, existen 2 grupos diferentes, la observación más distante al resto es el ATLAS 105, ya que es la última (mayor distancia) en incorporarse al cluster final. Por el contrario, las líneas más cercanas entre sí son los genotipos HEA 13235, INIA 619 e INIA 617, que forman el primer grupo (distancia más próxima a 0), luego PIONER 341 con DAW 710, que forman el segundo grupo, respectivamente (Grafico 23).

**Gráfico N° 23. Dendograma para las variedades en estudio.**



En el siguiente dendrograma (para las características evaluadas), las características similares son: rendimiento en grano y número de granos por mazorca, por estar más cercanos al 100%, le sigue las características altura de planta con altura de inserción de mazorca.

**Gráfico N° 24. Dendrograma – Enlace de centroides, Distancia de coeficiente de correlacion.**



ii. **ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES.**

En las Cuadros 43 y Graficos 25 y 26, se muestran los resultados del análisis multivariado para el presente trabajo, se dan los resultados numéricos en la parte inferior, que indican que los dos primeros componentes (PC1 y PC2) involucran el 57.7% de la variación total. En el cuadro 40, se nota la gran variabilidad de los híbridos evaluados, observándose cuatro grupos que están en distintos cuadrantes, mostrando gran diversidad genética, se nota que el testigo (DK 7088) junto con DAW 710, los genotipos Pioner 341, HEA 13235 y INIA 617, están en el segundo y tercer cuadrante y son los más relacionados.

El primer componente tiene una varianza (eigenvalue) de 4.6926 y explica el 36.10% del total de la varianza. El segundo componente principal, tiene una varianza de 2.8048 y contribuye con un 21.6% de la variabilidad, dando un acumulado de 57.7% de la variabilidad total. El tercer componente contribuye con un 17.9 % de la variabilidad, sumando los tres componentes explican el 75.6% de la variabilidad total.

El primer componente (PC1) está relacionado al componente productividad, por tener valores de magnitud en PC1 en el atributo número de granos por mazorca (**en color azul**), **ejemplo los genotipos DAW 710, DK 7088** (ubicado a la derecha del cuadro). Mientras que PC2, está relacionada a vigor de planta, porque incluye: altura de planta y altura de inserción de mazorca (**coloreado en color verde**). Mientras PC3, se relaciona con capacidad fotosintética por tener altos valores de PC3 en área foliar (**coloreado en color celeste**)

#### **Cuadro N° 41. Análisis de componente principal: para las variables evaluadas.**

Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	4.6926	2.8048	2.3277	1.1901	1.0295	0.5113
Proporción	0.361	0.216	0.179	0.092	0.079	0.039
Acumulada	0.361	0.577	0.756	0.847	0.927	0.966

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Rdto en grano (tm/ha)	0.378	0.242	-0.008	0.084	-0.320	-0.048
%Germinación	-0.007	0.020	-0.623	0.052	0.026	0.012
Altura de planta (cm)	-0.068	0.568	-0.027	-0.126	0.195	0.024
Plantas Acamadas	0.298	-0.273	-0.058	-0.494	0.153	-0.122
Altura inserción mazorca (cm)	-0.090	0.476	-0.213	0.085	0.378	-0.213
Hojas superiores	0.124	0.290	0.376	-0.261	0.235	0.629
Area foliar (cm <sup>2</sup> )	0.087	-0.087	0.452	0.068	0.520	-0.510
Peso de 1000 granos (g)	-0.223	0.125	0.361	-0.325	-0.521	-0.158
Diámetro de mazorca	0.375	0.056	-0.100	-0.377	-0.078	-0.368
Longitud de mazorca	-0.286	0.273	-0.184	-0.473	-0.087	-0.172
No de granos x hilera	0.279	0.330	0.153	0.379	-0.264	-0.212
Node hileras x Mzca	0.432	-0.060	-0.137	-0.164	0.090	0.206
No Granos x Mazorca	0.443	0.141	-0.020	0.091	-0.066	0.062

PC1= Granos por mazorca.

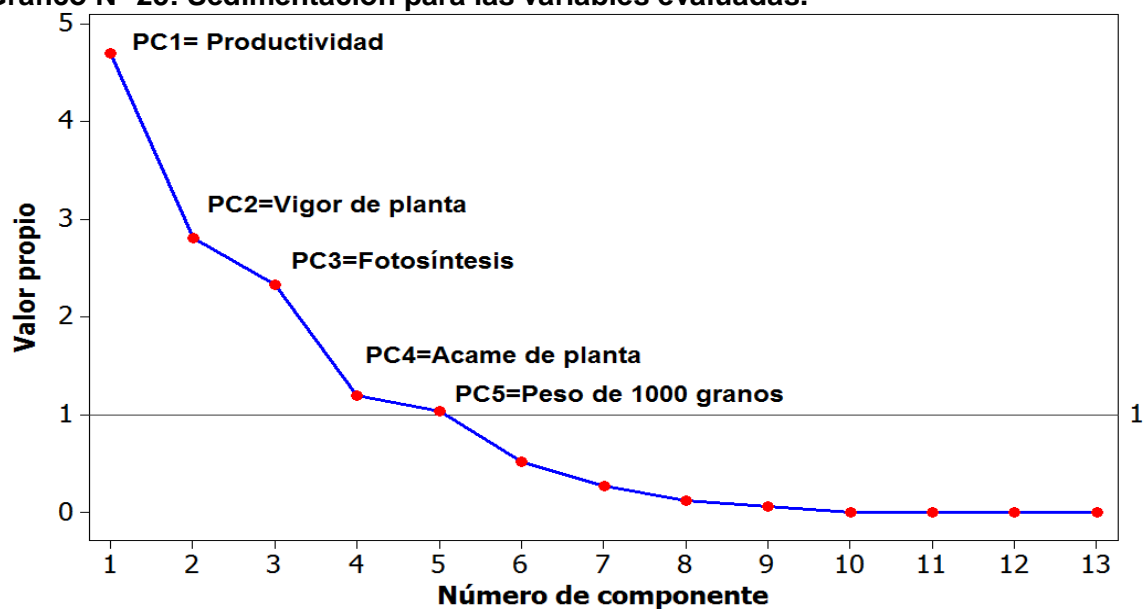
PC2=Vigor de planta.

PC3=Fotosíntesis.

PC4=Acame de planta.

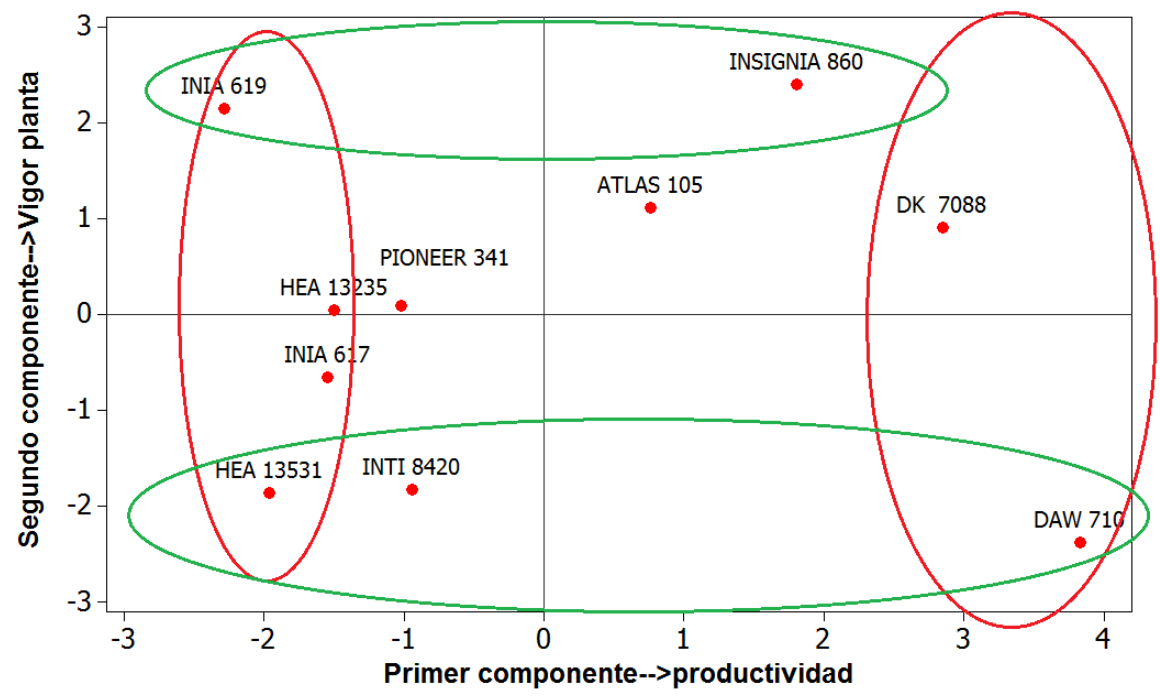
PC5=Peso de 1000 granos.

**Gráfico N° 25: Sedimentación para las variables evaluadas.**



**Gráfico N° 26: Gráfica de puntuación para las variables evaluadas.**





## VII. CONCLUSIONES.

Considerando las condiciones en las que se realizó el presente trabajo de investigación, los materiales empleados, los objetivos propuestos y los resultados obtenidos se concluye con una confianza del 95% y un error tipo I del 5%, lo siguiente:

1. Los híbridos de mayores rendimientos, destacan INSIGNIA 860 con un rendimiento de 11779.55 kg/ha, seguido de los híbridos DK 7088, Atlas 105, DAW 710 y PIONEER 341, con rendimientos de 11433.56, 11085, 10285.33 y 10080 kg/ha, respectivamente. Mientras que los híbridos HEA 13235, INIA 617, INIA 619 y HEA 13531, tuvieron los mas bajos rendimientos, con 8130.44, 8054.89, 8016.44 y 7899.56 kg/ha, respectivamente.
2. El rendimiento de grano se asoció significativamente con los componentes diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera y número de granos por mazorca.
3. Realizado el análisis multivariado, se encontró que existen 5 nuevas variables que explican el estudio tales como: granos por mazorca, vigor de planta, fotosíntesis, acame de planta, peso de 1000 granos.

## **VIII. RECOMENDACIONES.**

Con los mejores genotipos y con los permisos correspondientes, realizar un programa de cruas dialélicas que junto con materiales divergentes formar híbridos simples superiores

1. Con las semillas seleccionadas hacer una síntesis o recombinación en un lote aislado para formar el ciclo 1 y que se incremente para formar un sintético y usarlo en futuros programas de hibridación.
2. Preservar las poblaciones generadas para evitar la pérdida de los materiales de valía.
3. Iniciar un programa de extracción de líneas para producir híbridos superiores y de bajo costo de maíz en la región La Libertad.

## IX. RESUMEN.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el distrito de Guadalupe, provincia de Pacasmayo-La Libertad, **lugar** EL ALGARROBAL-SEMAN-GUADALUPE, en el terreno de propiedad del Sr. **Celso Cotrina** (cel. 946706356) ubicado a 3 km de la ciudad de Guadalupe, geográficamente ubicado en el punto GPS -7.223765,-79.460545 a 102 m.s.n.m. **Guadalupe** es uno de los 5 distritos que conforman la provincia de Pacasmayo, del departamento de La **Libertad**, bajo la administración del Gobierno Regional de La Libertad, durante los meses de junio 2013 a enero del 2014, con el objeto de evaluar, seleccionar híbridos de mayor rendimiento y determinar características agronómicas sobresalientes en los nuevos híbridos evaluados. Se encontró que los híbridos de mayor rendimiento, fueron INSIGNIA 860 con un rendimiento de 11779.55 kg/ha, seguido de los híbridos DK 7088, Atlas 105, DAW 710 y PIONEER 341, con rendimientos de 11433.56, 11085, 10285.33 y 10080 kg/ha, respectivamente. Mientras que los híbridos HEA 13235, INIA 617, INIA 619 y HEA 13531, tuvieron los mas bajos rendimientos, con 8130.44, 8054.89, 8016.44 y 7899.56 kg/ha, respectivamente.

El rendimiento de grano se asoció significativamente con los componentes diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera y granos por mazorca.

Realizado el análisis multivariado, se encontró que existen 5 nuevas variables que explican el estudio tales como: granos por mazorca, vigor de planta, fotosíntesis, acame de planta, peso de 1000 granos.

El genotipo INSIGNIA 860 con una altura de 2.80 m, es un genotipo ideal para uso con doble propósito (grano y forraje), además de poseer una buena área foliar y buenos componentes de rendimiento.

INIA 617, en un genotipo rustico, de donde se pueden extraer líneas para hacer frente a la bacteriosis en maíz que es un problema que se esta convirtiendo en critico en costa norte.

## X. BIBLIOGRAFÍA.

1. ARANDA, A. 1997. Comparativo de Rendimiento de Maíces Amarillos Duros Tropicales Precoces para condiciones de verano

- en Costa Norte. Tesis Ing. Agrónomo. U. N. P. R. G, Lambayeque, Perú. 34 p.
2. BLANCO D. H. L. 2007. Comparativo de Rendimiento de 8 Híbridos de Maíz Amarillo Duro (**Zea mays L.**) Bajo Condiciones Agroclimáticas de la Parte Media del Valle Chancay Lambayeque. Tesis Ingeniero Agrónomo UNPRG-Lambayeque. 120 p.
  3. BOX G.E, J. STUART HUNTER Y WILLIAM G. HUNTER. 2008. Estadística para investigadores. Diseño, innovación y Descubrimiento. 2da. Ed. Editorial Reverté, impreso en España. 639 p.
  4. CHRISPEELS y SADAVA. 2003. Plantas, Genes, y Biotecnología de los cultivos. 2da. Ed. Mississauga, EN L5C 2W6. Canada. 552-555 pp.
  5. DÁVILA, GALLARDO, DARWIN y ROGERIO. 2015. “Densidad de siembra y realización nitrogenada-fosfórica en el rendimiento del maíz forrajero INIA 617 (chuska) en el distrito de Pacora, región Lambayeque” Tesis Ingeniero zootecnista UNPRG-Lambayeque. 120 p.
  6. LINARES, RAMOS, DIANA y IRMA. 2015. Evaluación de tres variedades de maíz (**Zea maiz L.**) con fines forrajeros. Región Lambayeque, Tesina Ingeniero zootecnista UNPRG-Lambayeque. 60 p.
  7. HORNA, D. 2000. Ensayos de Maíces Amarillos Duros Precoces Tropicales en condiciones de verano en Costa Norte. Tesis Ing. Agrónomo. U. N. P. R. G, Lambayeque, Perú. 120 p.

8. LONNQUIST, J.H. & GARDNER, C.O. 1961. Heterosis in intervarietal crosses in maize and its implications in breeding procedures. *Crop Sci.* 1: 179-183 pp.
9. JUGENHEIMER, R. 1990. Maíz; variedades mejoradas. Métodos de cultivo y producción de semillas. Editorial LIMUSA. México, D.F. 836 pp.
10. GALAVIĆ V.; S. MLADNOVIC D., J. NAVALUŠIĆ AND M.ZLOKOLICA. 2006. Characterization methods and fingerprinting of agronomically important crop species. *Genetika* 38 (2): 83-96. pp.
11. MANRIQUE. 1988. El maíz en el Perú. Fondo del libro, Banco agrario, Lima, Perú. 340 p.
12. MÁRQUEZ, S. 1988. Genética vegetal, tomo II. Primera edición. A.G.T editor S.A. México, D.F. 665 p.
13. MÁRQUEZ, S. 1991. Genética vegetal, tomo III. Primera edición. A.G.T editor S.A. México, D.F. 500 p.
14. MARTÍNEZ A, G. 1995. "Diseño y análisis de los experimentos dialélicos", Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. 228 p.
15. MEJÍA E. J. 2013. Evaluación de dos híbridos experimentales de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en cuatro localidades, en la parte media del Valle Chancay – Lambayeque. 110 p.
16. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Dirección Regional Agraria Lambayeque. Informe Agropecuario, Diciembre 2003. Dirección de Informática Agraria. 108 p.

17. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Gobierno Regional Lambayeque, Dirección Regional De Agricultura. Boletín Estadístico Agrario Febrero 2004.
18. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Gobierno Regional Lambayeque, Dirección General de Competitividad Agraria. 1ra Edición: Noviembre 2012. 30 p.
19. NUÑEZ Q. E. 2003. Evaluación de la rentabilidad económica del cultivo de maíz amarillo duro financiado en el departamento de Lambayeque 1985-2000 Tesis Ing. Agrónomo. U. N. P. R. G, Lambayeque, Perú.
20. PADILLA, A. 1997. Ensayo de Maíces Amarillos duros de invierno en condiciones de Costa Norte. Tesis Ing. Agrónomo. U. N. P. R. G, Lambayeque, Perú.
21. POEHLMAN, J. M. AND D. A. SLEPER. 1995. Breeding field crops. 4th ed. Iowa State University Press/Ames. 494 p.
22. SAAVEDRA, J. 1999. Ensayo de Maíces Amarillos Duros Tropicales en condiciones de Costa Norte. Tesis Ing. Agrónomo. U. N. P. R. G, Lambayeque, Perú.
23. STEEL, R. G. D. AND J. H. TORRIE. 1982. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach 2nd ed. McGraw-Hill Inc, New York. N.Y. 633 p.
24. TORRES. 2002. Asistente Principal de Investigación del SUBPROGRAMA DE MAIZ "VALLES ALTOS" CYMMYT. 2002.

Metodología en la formación de variedades en maíz. I Forum Internacional de Mejoramiento Genético de Maíz. Cajamarca-Perú. 286 p.

25. VASQUEZ. 2008. Comparativo de rendimiento de 32 híbridos de maíz amarillo duro (**Zea mays L.**) bajo condiciones agroclimáticas de la parte media del Valle Chancay-Lambayeque, Tesis Ing. Agrónomo. U. N. P. R. G, Lambayeque, Perú. 176 p.
26. VILCHEZ FERNANDEZ CINTHIA MILAGROS (2014) “comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2014”. Tesis Ingeniero agronomo, UNPRG Lambayeque.