



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
“PEDRO RUIZ GALLO”  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**XIX PROGRAMA DE TITULACION POR ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL**

**“COMPARATIVO DE NUEVE HÍBRIDOS COMERCIALES Y  
TRES TESTIGOS DE MAIZ AMARILLO DURO Y RENDIMIENTO  
DE GRANO EN LAMBAYEQUE 2015.”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

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

**AUTOR:**

**Bach. CINTHIA MILAGROS VILCHEZ FERNANDEZ**

**ASESOR:**

**Ing. M.Sc. GILBERTO CHAVEZ SANTA CRUZ**

**LAMBAYEQUE – PERU**

**2018**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
“PEDRO RUIZ GALLO”  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**XIX PROGRAMA DE TITULACION POR ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL**

**“COMPARATIVO DE NUEVE HÍBRIDOS COMERCIALES Y  
TRES TESTIGOS DE MAIZ AMARILLO DURO Y RENDIMIENTO  
DE GRANO EN LAMBAYEQUE 2015.”**

**PRESENTADO POR:**

---

Bach. Cinthia Milagros Vilchez Fernández

**AUTOR**

---

Ing. M.Sc. Gilberto Chávez Santacruz

**ASESOR**

**APROBADO POR:**

---

Ing. Roberto Tirado Lara

---

Ing. Roso Prospero Pasache

## **AGRADECIMIENTO**

Mi eterno agradecimiento a Dios, por darnos la vida y hacer de ella el instrumento de transmisión que bajo su voluntad podemos conseguir todo lo que nos propongamos alcanzar.

A todos mis familiares con su ejemplo de trabajo y criterios de vida contribuyeron a la formación como ser humano.

A todos mis amigos que supieron ganarme mi confianza y respeto.

# DEDICATORIA

A mis queridos padres Luis y Rosa como testimonio de un Eterno amor y sabiduría y una gratitud de por vida a su esfuerzo y sacrificio para hacer posible la realización tanto humana como profesional de cada uno de sus hijos; y especialmente lograr mi más grande anhelo.

A mis hermanas: Katherine y Lucia que siempre me brindan su apoyo moral y espiritual

# INDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.	OBJETIVOS .....	2
1.2.	PROBLEMA .....	2
1.3.	HIPÓTESIS .....	3
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1.	Aspectos Generales del Cultivo de Maíz. ....	4
2.1.1.	Desarrollo del maíz híbrido. ....	4
2.1.2.	Depresión por endocria.....	12
2.1.3.	Habilidad combinatoria. ....	15
2.2.	Taxonomía del Maíz.....	17
2.3.	Marco Teórico.....	19
2.3.1.	Modelo genético para caracteres cuantitativos .....	19
2.3.2.	Parámetros poblaciones para caracteres cuantitativos .....	21
2.3.3.	Nuevas tecnologías en la obtención de líneas de maíz .....	26
2.3.4.	Vigor del híbrido .....	30
2.3.5.	Adaptabilidad .....	31
2.3.6.	Experimentos realizados en el mejoramiento de Maíz .....	33
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	39
3.1.	Área Experimental.....	39
3.1.1.	Localización del Campo Experimental.....	39
3.1.2.	Fisiografía y topografía .....	39
3.1.3.	Análisis de suelos y aguas .....	40
3.1.3.1.	Análisis de suelos .....	40
3.2.	Descripción del Material Experimental.....	46
3.2.1.	Tratamientos en Estudio .....	46
3.3.	Metodología .....	55
3.3.1.	Análisis Estadístico .....	55
3.3.2.	Pruebas de Hipótesis.....	58
3.3.3.	Diseño Experimental .....	59
3.4.	Establecimiento y Conducción del Experimento .....	61

3.4.1. Preparación del terreno.....	61
3.4.2. Siembra.....	61
3.4.3. Fertilización.....	61
3.4.4. Desahije.....	62
3.4.5. Riego.....	62
3.4.6. Deshierbo y control fitosanitario.....	62
3.4.7. Cosecha.....	63
3.5. Evaluaciones durante la Conducción del Experimento.....	63
3.5.1. Porcentaje de germinación.....	63
3.5.2. Días al 50% de floración masculina.....	63
3.5.3. Días al 50% de floración femenina.....	64
3.5.4. Altura de planta.....	64
3.5.5. Altura de mazorca.....	64
3.5.6. Diámetro de tallo.....	64
3.5.7. Dimensiones de la hoja.....	64
3.5.8. Diámetro de tallo.....	64
3.5.9. Área foliar.....	65
3.5.10. Número de fallas.....	65
3.5.11. Número de plantas cosechadas.....	65
3.5.12. Número de mazorcas cosechadas.....	65
3.5.13. Peso de la mazorca en campo.....	65
3.5.14. Porcentaje de humedad de grano.....	65
3.5.15. Diámetro de mazorca.....	66
3.5.16. Longitud de mazorca.....	66
3.5.17. Número de hileras por mazorca.....	66
3.5.18. Número de granos por hilera.....	66
3.5.19. Peso por 100 granos.....	66
3.5.20. Porcentaje de grano.....	66
3.5.21. Aspecto de la mazorca.....	67
3.5.22. Cobertura de mazorca.....	67
3.5.23. Color de grano.....	67
3.5.24. Período vegetativo.....	67

3.5.25.	Número de mazorcas por plantas (prolificidad)	68
3.5.26.	Diámetro de mazorcas	68
3.5.27.	Longitud de mazorcas	68
3.5.28.	Número de granos por hilera	68
3.5.29.	Rendimiento de grano	68
3.5.30.	Peso de 1000 granos	68
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>69</b>
4.1.	Análisis de Varianza	69
4.2.	Rendimiento en Grano	71
4.3.	Porcentaje de Germinación	73
4.4.	Altura de planta	74
4.5.	Días al 50% De Floración	76
4.6.	Área foliar	78
4.7.	Número de hojas promedio	79
4.8.	Ancho de hoja promedio (cm.)	81
4.9.	Índice de grano	83
4.10.	Longitud de hoja	84
4.11.	Altura de mazorca superior (cm)	86
4.12.	Longitud de mazorca	88
4.13.	Prolificidad (número de mazorcas por planta)	90
4.14.	Diámetro de mazorca (mm)	92
4.15.	Número de hileras por mazorca promedio	93
4.16.	Longitud de hoja en cm	95
4.17.	Número de Granos por Hilera	96
4.18.	Número de Granos por Mazorca	97
4.19.	Longitud de Grano	98
4.20.	Diámetro Tusa (mm)	99
4.21.	Aspecto de Planta	100
4.22.	Pta Descubierta Aspecto	101
4.23.	Regresiones y Correlaciones	103
4.23.1.	Rendimiento de Grano y Días al 50% de Floración Masculina	103
4.23.2.	Rendimiento de grano y acame de tallo	103

4.23.3. Rendimiento de grano y aspecto de mazorca .....	104
4.23.4. Rendimiento de maíz en grano y diámetro de mazorca.....	104
4.23.5. Rendimiento de grano y número de hileras por mazorca .....	104
4.24. Regresión múltiple .....	110
4.25. Análisis Multivariado.....	115
4.25.1. Dendograma .....	115
4.25.2. Análisis de los Componentes Principales.....	116
4.26. Prueba de los Supuestos del Análisis de Varianza .....	120
4.26.1. Contraste de Normalidad de los Datos .....	120
4.26.2. Prueba de Homogeneidad de Varianzas .....	121
4.27. Clasificación por atributos especiales .....	122
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>123</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>124</b>
<b>VII. RESUMEN.....</b>	<b>125</b>
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>126</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>132</b>

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.), originario de América, debido a su valor histórico, económico y gran capacidad de adaptabilidad a diferentes climas y suelos, constituye uno de los cereales más importantes para la seguridad alimentaria a nivel mundial.

En el Perú, los rendimientos se han incrementado de manera notable durante los últimos cinco años de la década del noventa. En la costa norte y sur se sobrepasan normalmente las cuatro toneladas por hectárea, pero en regiones como la selva y ceja de selva, aún se mantienen escasos niveles de productividad, que tienen como nivel máximo de producción dos toneladas por hectárea.

En la costa peruana, las condiciones de cultivo son raramente encontradas en otras partes del mundo pues el clima sub-tropical de la zona permite que se pueda sembrar maíz todo el año; sin embargo, ello no significa que se pueda sembrar la misma variedad o híbrido en diferentes épocas con iguales resultados, ya que el rendimiento de un cultivo de maíz depende de la relación de dos factores esenciales. El primer factor es la naturaleza genética, representado por la semilla; y el segundo factor corresponde al ambiente donde se desarrolla, he incluye tanto el clima como el manejo agronómico del mismo. Cualquier variedad o híbrido de maíz que no se le dé un manejo adecuado y oportuno producirá definitivamente menos grano; sin embargo, debemos enfatizar que aún a bajos niveles de uso de insumos los híbridos tienen mayor ventaja que las variedades por causas de su mayor vigor híbrido.

Durante el año 2005 el Perú produjo 999 mil toneladas de maíz amarillo duro, cosechado en 277 mil hectáreas. Más del 80% de la producción nacional de maíz amarillo se concentro en Lima (19.4%), La Libertad (15.4%), San Martín (14.6%), Ancash (8.0%), Lambayeque (8.0%), Loreto (7.0%), Cajamarca (6.4%) y Piura (5.1%). El rendimiento promedio nacional llegó a 3.6 tm/ha, aunque en algunas regiones se registraron niveles significativamente más altos que demuestran su alta competitividad en términos agronómicos: Lima (8.3), La Libertad (7.2), Arequipa (6.8), Ancash (5.1) y Lambayeque (5.4). Sin embargo, a pesar de estas cifras el estancamiento de la producción nacional en los últimos seis años ha sido acompañado de un incremento sostenido de las importaciones de maíz amarillo, que llegaron al record de 1.3

millones de toneladas en el año 2005, lo que equivale al 57% del consumo interno. En tal sentido, es importante disminuir la brecha entre la demanda interna y la oferta de maíz nacional por medio del incremento de la producción y de productividad, lo que contribuirá a reducir la fuga de divisas, fortalecer la seguridad alimentaria e incrementar la competitividad y bienestar socioeconómico de los productores de maíz amarillo duro.

Injante (2014) advirtió que se prevé que el maíz en el año 2020 se convierta en el primer cereal en el mundo en importancia, porque es un producto que tiene más de 4.000 usos y cada vez se siembra más y se debe enseñar al agricultor una agricultura de precisión. La agricultura de precisión se enfoca a aplicar fertilizantes y productos en tiempo real y en momento justo, es decir, no en utilizar más componentes químicos o semilla que lo que requiere el campo. Advirtió que con la puesta en funcionamiento del proyecto de irrigación Olmos se verá mucho avance en innovación y tecnología en el agro. "Hay estudiantes de universidades que están utilizando la mecatrónica para crear sistema de sensores para determinar cuánto requiere de humedad el campo".

## **1.1. OBJETIVOS**

Los objetivos del presente trabajo fueron:

1. Identificar híbridos de mayor rendimiento.
2. Determinar características agronómicas sobresalientes en los nuevos genotipos.

## **1.2. PROBLEMA**

Perú importa cerca de 2 millones de toneladas anuales, 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, 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 advirtiendo sobre un inminente peligro de hambruna para la mayoría de la población mundial, en especial para un 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. Narro (2012).

### **1.3. HIPÓTESIS**

Ho = Todos los híbridos presentan igual rendimiento que los testigos

Ha = Al menos un híbrido supera en rendimiento a los testigos.

(Si existen nuevos híbridos experimentales entonces se incrementarán los rendimientos en la zona)

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Aspectos Generales del Cultivo de Maíz.

#### 2.1.1. Desarrollo del maíz híbrido.

De las cruces de dos poblaciones a los híbridos de dos líneas endocriadas. 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 día. El uso intencional de la hibridación para el desarrollo de híbridos fue iniciado por Beal (1880): 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).

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 cruces 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 cruces simples. El maíz híbrido fue una realidad comercial después que Jones (1918) sugirió que dos cruces 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 cruces simples de Shull e East hasta el concepto moderno de usar dos líneas endocriadas para hacer una cruce 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); cruzas de tres vías y, finalmente, híbridos simples desarrollando líneas puras superiores de alto rendimiento. Diversa información proporciona 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. 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). La tecnología del maíz híbrido llegó al Perú en 1953, a la Escuela Nacional de Agricultura, hoy Universidad Nacional Agraria la Molina, que crean los primeros híbridos: Amarillo La Molina 1, Amarillo la Molina 2... Hoy en día su uso se ha extendido a nivel nacional, en las zonas de mayor tecnología incluso avasallando nuestras variedades locales.

### **Poblaciones heteróticas.**

Los prerrequisitos para el desarrollo de cualquier tipo de híbridos son contar con buenos progenitores derivados de fuentes de germoplasma superior con caracteres agronómicos deseables y alta habilidad combinatoria general y específica. Un programa de mejoramiento de poblaciones para el desarrollo de variedades de polinización abierta,

compuestas o sintéticas puede progresar con una mínima cantidad de material de una población adaptada. Un programa de desarrollo de un híbrido por lo general necesita un mínimo de dos poblaciones contrastantes de comportamiento superior per se, comportamiento superior de la cruce y mostrar un alto grado de heterosis en las combinaciones híbridas.

Uno de los estudios más completos para determinar los modelos heteróticos y las respuestas del maíz tropical fue llevado a cabo en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), en México (Vasal, Beck y Crossa, 1987; Beck, Vasal y Crossa, 1990; Crossa, Vasal y Beck, 1990). El mas alto grado de heterosis fue ofrecido por la población de Tailandia Suwan 1 x Antigua x Veracruz-181 (Población 24). La Población 24 también mostró alta heterosis con la Población 36 (Cogollero) y fue considerada adecuada para mayores mejoramientos por selección recurrente entre poblaciones. Un programa de colaboración entre varios países de América Latina, el Programa Latinoamericano de Maíz (LAMP) ha sido establecido para identificar accesiones superiores en sus respectivos bancos de germoplasma e información para fortalecer los modelos heteróticos básicos para la producción de híbridos superiores o de variedades de polinización abierta (Salhuana y Sevilla, 1995; Eberthart et al.,1995). Kim y Ajala (1996a) informaron sobre la habilidad combinatoria del maíz tropical en África occidental. TZB (mezcla del Caribe) x Across 7721 (Tuxpeño) y Suwan 1 x Across 7728 (dentado tropical) fueron las combinaciones que produjeron los mejores rendimientos.

### **Fuentes De Germoplasma Para Progenitores Para Combinaciones Híbridas**

La Universidad Agraria La Molina (comunicación personal con el Ing. Antonio Manrique Chavez 1980) en sus trabajos de mejoramiento de maíz hizo tres compuestos PMC1, PMC2 y PMC3, para el sur, centro y norte américa encontrando una mayor heterosis entre las cruces PC1 X PC2

### **Métodos para el desarrollo de líneas endocriadas**

La selección por pedigrí es el método de mejoramiento más 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 cruce entre hermanas de la misma familia evita la rápida pérdida de vigor y aumenta la variabilidad; estas cruces permiten la recombinación y segregación de loci que tienen más de un alelo en la progenie lo que da a los fitomejoradores más oportunidades para seleccionar caracteres favorables (Stringfield, 1974). El número de generaciones de autofecundación o de cruce con las líneas hermanas requeridas para el desarrollo de líneas 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. Tanksley 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).

La selección de gametos para el desarrollo de líneas superiores por medio de la toma de muestras de gametos seleccionados de líneas superiores fue sugerida por Stadler (1944). 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 cruces de prueba son evaluadas en ensayos replicados y las plantas F1 cuyas pruebas de cruce 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.

### **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 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.

### **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 podía 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 cruzas simples específicas. Un probador híbrido simple podrá ser útil para las combinaciones de tres vías y las cruzas dobles y un probador no endocriado podrá ser necesario para identificar combinaciones híbridas mezcladas -líneas endocriadas x líneas no endocriadas.

### **Heterosis ó Vigor híbrido.**

Fenómeno en virtud del cruce de dos genotipos diferentes produce una generación F1 que es superior en rendimiento y 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.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (1990), indicaron 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.

Según Salhuana y Sevilla (1995), 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 hubo 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 las diferencia en precocidad no permitieron la producción de todos los cruces programados, los experimentos de las cruces accesión probador se hicieron usando un diseño de latice o bloques 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 indica que, 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.

Según Andrade y Abbate (2005) 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.

### **2.1.2. 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 subvitalas. 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 subvitalas. 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.

### **Causas genéticas del abatimiento 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.

### **Semilla de maíz**

#### **Mercado Nacional**

#### **Características:**

- Demanda nacional de semilla de maíz amarillo duro es 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 % y Hortus 24%
- Los híbridos que más se venden en el Perú en % son:
- C- 701 con 24%; AG 612 con 21% y Dekal con 14%, estos híbridos tienen buena acogida en la Costa del Perú.

## **Mercado local**

**Comité de semillas de Lambayeque (CODESE)** (2013), respecto a la certificación de semillas de maíz, indica que, en el 2012, fueron obtenidas de 48.5 has instaladas por un total de 09 empresas del ámbito de Lambayeque. En el año 2012 se certificó un volumen de 128 toneladas métricas de semillas de maíz, alcanzando 127 toneladas y Cajamarca 1 tonelada. Respecto a variedades de maíz, en Lambayeque la producción de semillas estuvo concentrada en la variedad Marginal 28T que acaparó ampliamente el mercado de semillas producidas a nivel regional, alcanzando 114 toneladas. A la fecha se ha iniciado la producción comercial de semilla de maíz “Megahíbrido, aunque en pequeña escala, alcanzado solo 4 toneladas. En Lambayeque 09 empresas de semillas participaron en la producción de semillas, destacando Semillas Sipán (37t), Semillas Nacional (34t) y Semillas Popan (25t), Prosemillas (18t), Semi Perú (4t INIA Vista Florida (4t), Agrosericios Perú (4t) y Semillas Acuña (2t), Aunque la tendencia en los últimos tres años ha seguido una tendencia a la baja, debido a la escasa renovación y difusión de variedades convencionales e híbridos superiores.

## **Proyección de la demanda**

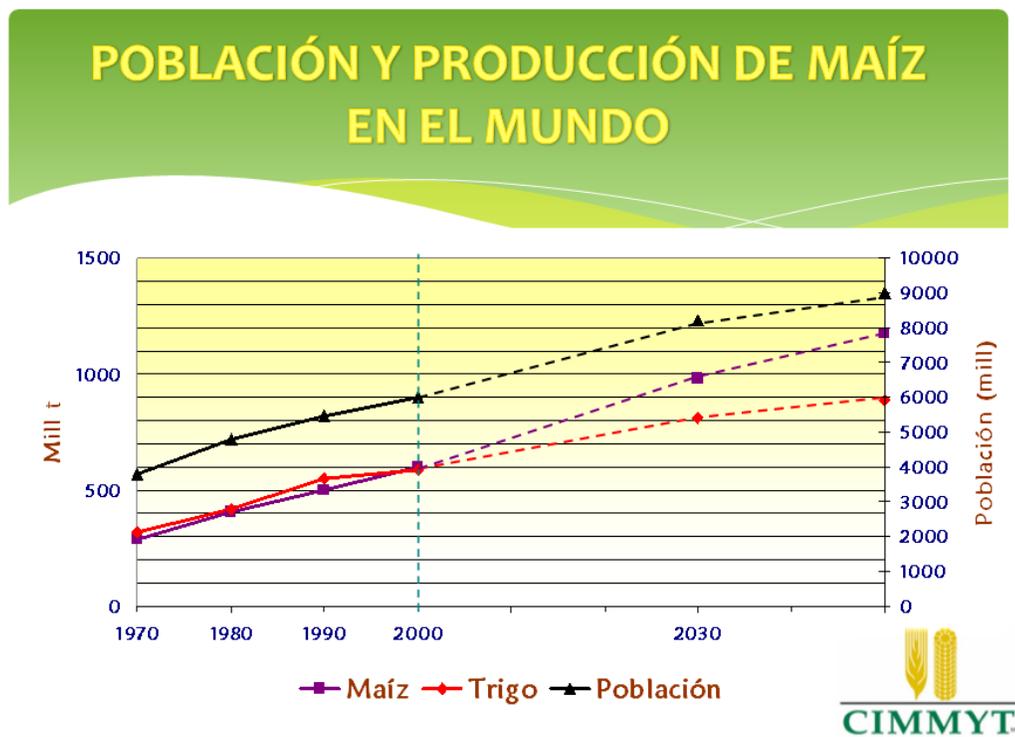
La demanda potencial nacional de maíz amarillo duro, está relacionada con la producción de alimentos balanceados que produce el 22% para aves y reproductoras, porcinos 5%, vacunos 2%, aves de carne 69%; otros animales 2%. El consumo del maíz amarillo duro está vinculado al incremento de la producción 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 unos 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 (ODM) que acoge hasta mañana la capital colombiana. Narro 2012 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 1:**



### 2.1.3. 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 cruce 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 cruces 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 cruces simples posibles formadas a partir de líneas. Griffing, citado por Quemé de León (1989), emplea la expresión cruces dialélicas para describir un procedimiento en el cual se elige un conjunto de P líneas progenitoras y se realizan cruces 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 cruces 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.

### **La Segregación en los maíces 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 a la 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).

## 2.2. 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:

<b>TAXONOMIA DEL MAÍZ</b>		
<b>CATEGORIA</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>CARÁCTER DISTINTIVO</b>
<b>REINO</b>	<b>VEGETAL</b>	<b>PLANTA ANNUAL</b>
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*, 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.

### **Trabajos realizados.**

- Un estudio realizado en México en el 2005, se comparó 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 n5.1 y 5.4 Tm/ 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 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 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; y

2) Porque 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 está 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 Tm/ha superado a los demás híbridos de otras compañías importadoras de híbridos.
- **Chiclayo, oct. 19 del 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.

## **2.3. Marco Teórico.**

### **2.3.1. 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:

$$P = G$$

### Genotipo

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

- **Valor Genético Aditivo (Ga):** como ya se mencionó, 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 en 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.**
- **Valor Genético por Dominancia (Gd):** 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.
- **Valor Genético por Interacciones (Gi):** 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.

$$G = Ga + Gd + Gi$$

### **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:

- **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.
- **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.

### **2.3.2. Parámetros poblaciones 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.

### **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.

### **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 genéticas 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.

### **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.

La **heredabilidad en sentido amplio (H)** se basa en la varianza genotípica:

$$\mathbf{H} = \mathbf{V}_G / \mathbf{V}_P$$

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.

La **heredabilidad en sentido estricto ( $h^2$ )** mide la proporción de la varianza fenotípica total que está determinada por la varianza genética aditiva:

$$\mathbf{h}^2 = \mathbf{V}_A / \mathbf{V}_P$$

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 de depresión endogámica y de vigor híbrido esperable. Cuando nos referimos a heredabilidad sin más, sin adjetivos, nos referimos a la heredabilidad en sentido estricto.

## **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 (Tsaftaris *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. Alamet *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.

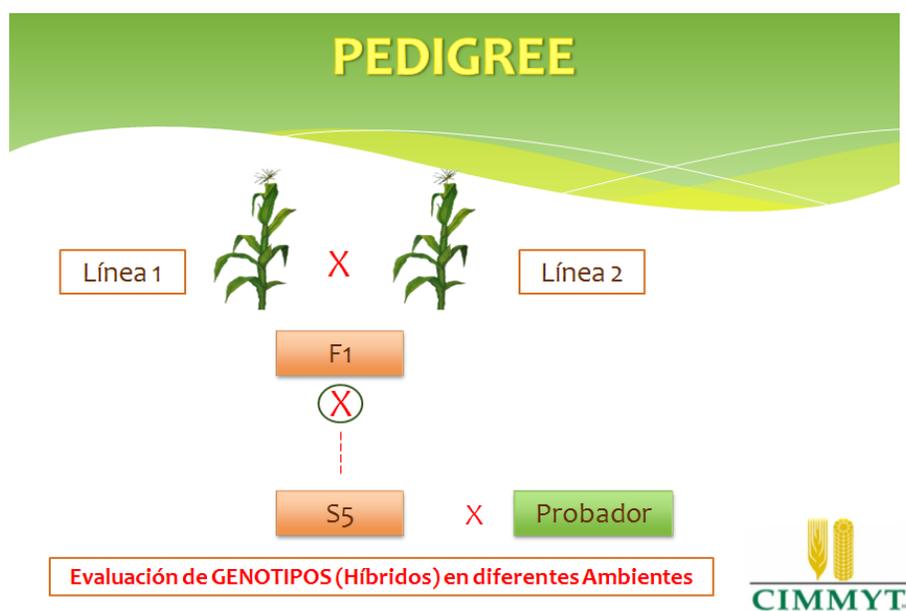
Miranda 1999, afirma que la expresión de la heterosis es menor en cruzamientos entre poblaciones de polinización abierta de base genética amplia. Varias publicaciones han señalado que el grado de endogamia, la dominancia unidireccional y la diversidad genética están estrechamente relacionados con la 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.

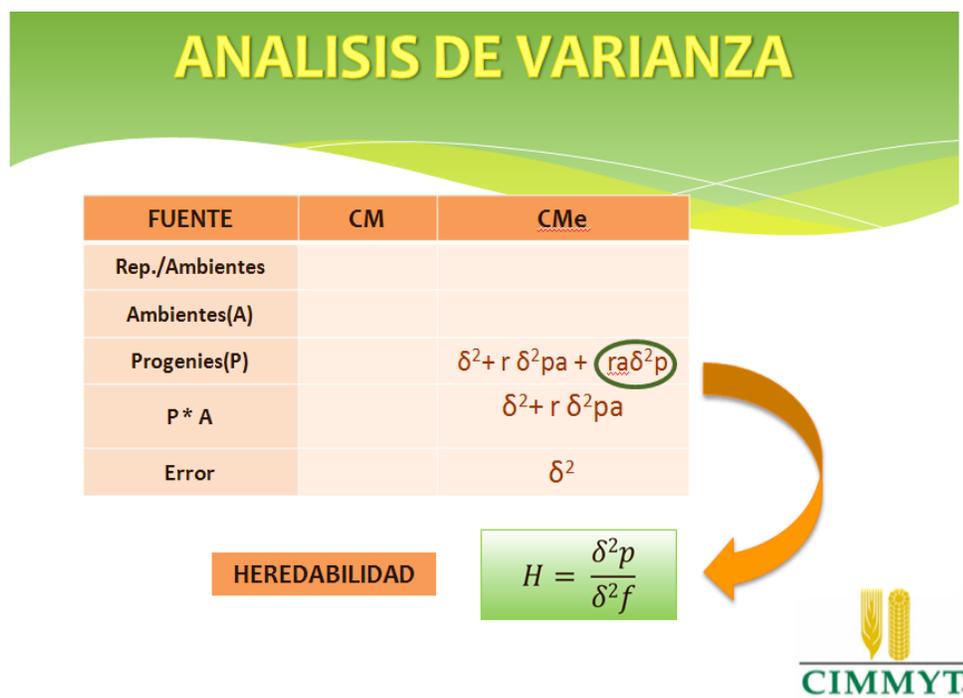
**Diagrama 2. Modelo del fenotipo en función de sus componentes.**



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



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



### 2.3.3. Nuevas tecnologías en la obtención de líneas de maíz

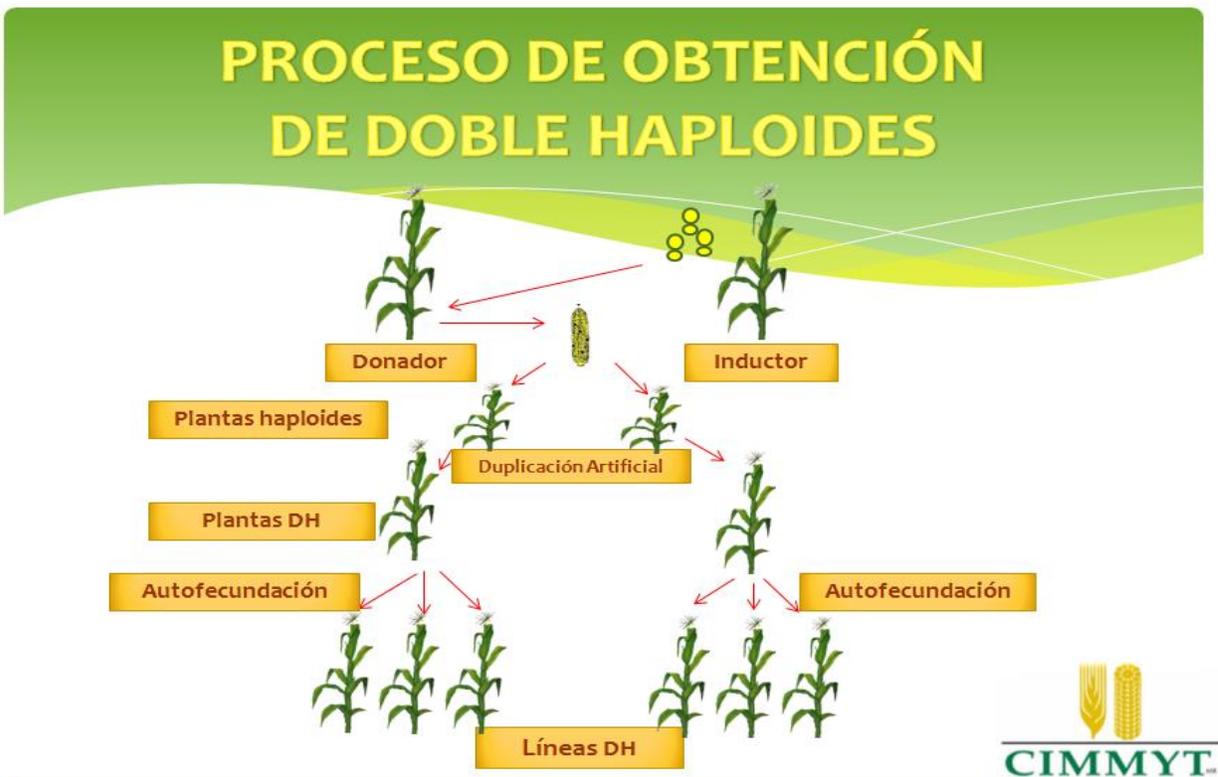
El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz (CIMMYT) acaba de publicar "Doubled haploid technology in maize breeding: Theory and practice" (Tecnología de doble haploide en el mejoramiento del maíz: teoría y práctica), editado por B.M. Prasanna, V. Chaikam y G. Mahuku. El principal destinatario son 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.

Diagrama 5. Tecnologías en la obtención de líneas



Diagrama 6. Obtención de líneas mediante los dobles haploides

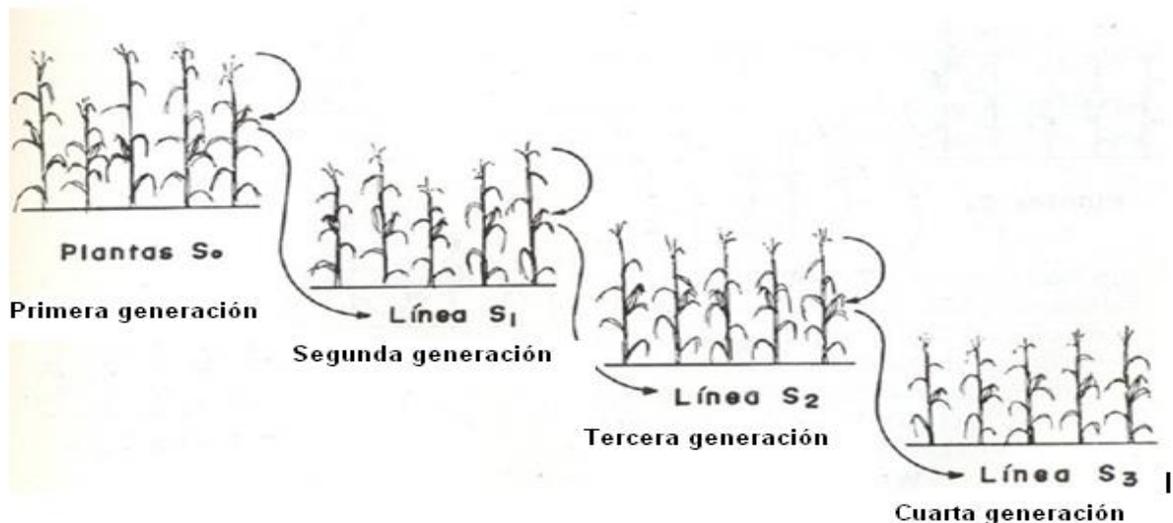


## Formación de Híbridos de maíz

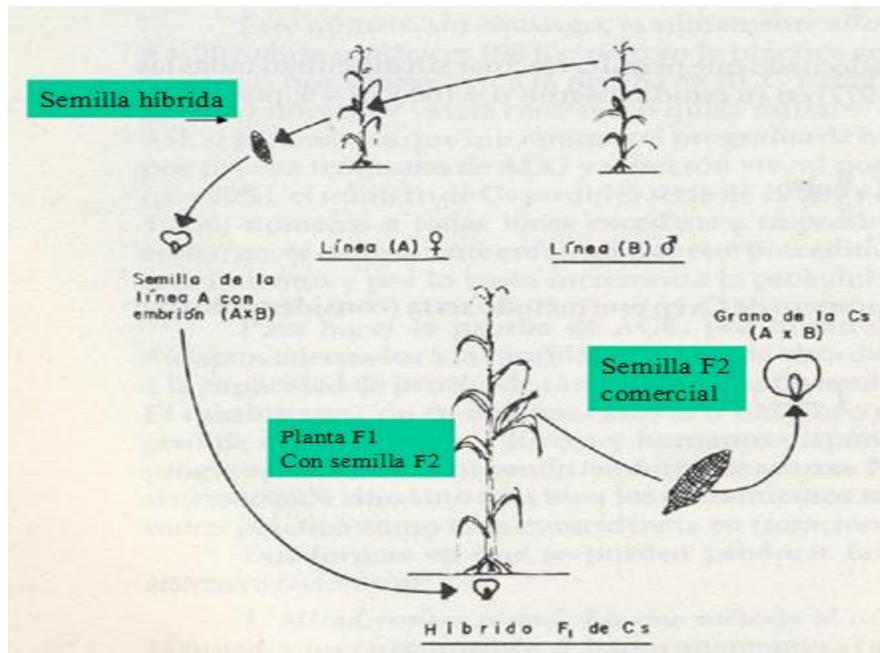
Obtención de híbridos

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<sub>1</sub>.
8. La semilla de la mazorca producto de la segunda autofecundación, se siembra y dará una LA de dos autofecundaciones: LA S<sub>2</sub>.
9. Las líneas auto fecundadas S<sub>1</sub> y S<sub>2</sub>, mostrarán un abatimiento general del vigor, Ver esquema 1.



**Esquema 1. Obtención de una línea autofecundada S<sub>1</sub>, nótese que solo una planta se autofecunda en cada generación**



**Esquema 2. Obtención de semilla de cruz simple, originada del cruzamiento de dos líneas homocigóticas.**

El maíz es un cereal que se encuentra ampliamente distribuido en nuestro territorio, debido a que existe una extraordinaria diversidad de tipos con adaptación a todas las condiciones climáticas, cultivándose en todas las regiones desde el nivel del mar hasta altitudes de 4000 m.s.n.m. En la costa los más importantes son del tipo amarillo duro y semiduro, que se destinan mayormente a la elaboración de alimentos balanceados para animales y obtención de derivados. En la sierra se cultivan maíces blandos amiláceos, destinados principalmente a la alimentación humana (**BEINGOLEA, 1993**).

Las variedades más productivas se adaptan mejor en climas templados o cálidos con suficiente humedad desde la siembra hasta el final del llenado del grano. Los terrenos dedicados al cultivo de maíz deben ser fértiles, de alto contenido de materia orgánica (2.5 a 4%) pH alrededor de 7, planos, de buen drenaje y profundos. Tolera la salinidad medianamente. En las zonas donde se disponen de maquinaria agrícola se deberá hacer el surcado a distancias que permitan un fácil acceso de los implementos, para no causar daño al sistema vegetativo-radicular de las plantas. Siguiendo este criterio, se recomienda que el

distanciamiento entre surcos sea entre 80 y 90 cm. dependiendo de la fertilidad natural del suelo, altura de planta y sistema de siembra (MANRIQUE, 1988).

### **Marco teórico**

#### **Base teórica**

El maíz pertenece a la familia de las gramíneas (Poaceae), su nombre científico es *Zea mays*. 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.

#### **Clasificación:**

De acuerdo con la estructura del endospermo del grano, el maíz se divide en varias subespecies tomando como materia del presente trabajo a la subespecie *Zea mays indurata* o maíz cristalino (JUGENHEIMER, 1990).

### **2.3.4. Vigor del híbrido**

#### **A) 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).

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), reportado por Hallauer y Miranda (1981).

### **2.3.5. Adaptabilidad**

**ALLARD y BRADSHAW (1964)**, explican que el desarrollo de una planta, es el resultado de la acción del genotipo, medio ambiente y de la interacción genotipo - medio ambiente. Las variaciones de ambientes pueden ser divididos en dos grupos o categorías: predecibles o impredecibles. Los predecibles incluyen las características permanentes del ambiente tan generales y distintas del clima y tipo de suelo. Así mismo, aquellos aspectos del ambiente que son determinados por el hombre y pueden ser época de siembra, densidad de siembra, métodos de cosecha y otras prácticas agronómicas. La segunda categoría, los impredecibles, incluye fluctuaciones en clima y distribución de lluvias, temperatura y otros factores.

**ZEVALLOS (1966)**, menciona que los híbridos se comportan de manera distinta en cada campaña debido a las condiciones del año, localidad y medio ambiente, las cuales varían en cada campaña y el factor heterogéneo medio ambiente afecta considerablemente los resultados de los cultivos de maíz híbrido llevados a lo largo de la costa peruana.

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

**MELLENDEZ (1979)**, señala que las causas de los bajos rendimientos de maíces amiláceos y amarillos duros, se debe en su mayor parte a que en un buen número de Valles de la costa y de la sierra se cultivan variedades propias de la zona, las cuales son de poco valor comercial.

**MARIOTTI (1986)**, manifiesta que cuando las diferencias que se observan entre los fenotipos varían en función del medio ambiente (solamente en el caso de caracteres cuantitativos), se dice que se está en presencia de una interacción genotipo - ambiente. En cambio, no ocurre interacción genotipo - ambiente, cuando las diferencias se mantienen constantes en los ambientes de evaluación para el carácter investigado.

**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 muchas características de las plantas que directamente pueden determinar la adaptabilidad de una VARIEDAD específico a un ambiente determinado

**MANRIQUE (1988)**, indica que el período de la floración masculina y femenina está altamente influenciado 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.

En el período de floración a fecundación, altas temperaturas y fuertes sequías aceleran la producción de polen y retrasan la salida de los estigmas. En el caso del período de fecundación a madurez fisiológica, cualquier cambio de temperatura, impide el normal proceso de transformación de los fotosintatos y consecuentemente un mal llenado de los elementos de reserva en el grado que redundan en una pérdida de rendimiento.

**CIMMYT (1994)**, señala que el maíz tolera una amplia gama de temperaturas, pero las temperaturas muy altas o muy bajas pueden tener un efecto negativo sobre el rendimiento. Las variedades de maíz difieren considerablemente en su respuesta a la temperatura.

**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 ambiente. 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 midieron 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.

**SENAMHI (2001)**, refiere que en la estación Climatológica Ordinaria CO-Ferreñafe, en áreas inferiores del departamento, las temperaturas máximas y mínimas medias más altas respectivamente de 31,3°C y 21,0°C se observan en los meses de febrero y marzo; iniciándose después su tendencia decreciente hasta alcanzar sus promedios más bajos de temperaturas máximas y mínima de 24,8°C y 15,3°C en el mes de julio y agosto respectivamente; luego, el ascenso térmico en esta localidad aumenta en forma gradual hasta el verano. Asimismo, los registros totales de precipitaciones más elevados promedian 8,2 mm en el mes de marzo; de otro lado, las menores cantidades de lluvias se totalizan en los meses de junio, agosto y setiembre, meses en los cuales se registran los promedios de 0,2 mm. De otro lado históricamente, las máximas precipitaciones totalizaron 251,7 mm durante el mes de febrero de 1998.**2.4.**

### **2.3.6. Experimentos realizados en el mejoramiento de Maíz**

**En 1909** se inició una nueva era en el mejoramiento del maíz, cuando el Dr. G.H. Shull surgió un método para la producción de semilla híbrida de maíz. El año anterior el Dr. Shull había indicado que un campo ordinario de maíz está compuesto por muchos híbridos complejos, cuyo vigor disminuye el autofecundarse y que el fitogenetista debería luchar por mantener las mejores combinaciones (**PEHLAMN, 1969**).

**MELÉNDEZ (1979)**, señala que las causas de los bajos rendimientos de maíces amiláceos y amarillo duros, se debe en su mayor parte a que en un buen número de Valles de la costa y de la sierra se cultivan variedades propias de la zona, las cuales son de poco valor comercial.

Hacia 1980 los híbridos de maíz en el Perú ocuparon un área muy grande la costa llegando a desplazar casi totalmente a las variedades tradiciones de maíz amarillo duro. Los rendimientos de buenos campos de maíz subieron de 4 Tm/Ha hasta niveles de 6 a 7 Tm/ha entre 1950 y 1980. Hoy en día es frecuente obtener rendimientos superiores de 7.5 Tm/Ha y hasta de 8.5 TM/Ha. (**GROBMAN, 1994**).

**MEDINA (1995)**, realizó un experimento con híbridos dobles, en las localidades de Cañete y Chancay – Huaraz, para una densidad de 55,555 y 62,500 plantas por hectárea respectivamente. Encontró que el mejor híbrido rindió en Chancay – Huaraz 6,515 Tm/Ha. En lo que respecta a la altura la más alta en Cañete fue el PM-213, con 2.87 m; y en Chancay – Huaraz fue el PM-213 y el PM-302 con 2.70 y 2.65 m.

**PADILLA (1997)** efectuó un ensayo de maíces amarillos duros en la costa norte del Perú con la finalidad de determinar la capacidad de rendimiento de grano y adaptación de 9 cultivares en clima de invierno, encontrando que los genotipos: C-605, DK-626 y DK-743, tuvieron los mayores rendimientos con valores de 7.016, 6.831 y 6.688 TM/ha, respectivamente; se reportó variabilidad genética significativa para prolificidad, altura de planta, altura de inserción de mazorca, longitud de mazorca, longitud de panoja y número de hileras por mazorca.

**SÁNCHEZ (1998)** condujo un trabajo en el fundo “El Ciénago” (Parte baja del Valle Chancay) en la campaña 1996 – 1997, en la que evaluó 9 cultivares de maíz amarillo duro tropical, donde los más rendidores fueron los híbridos XL – 380 y XL – 350 con un rendimiento de grano de 8.457 y 8.387 Tm/ha. Los híbridos XL – 380, XL-678 y XL-650 tuvieron el menor contenido de la humedad a la cosecha, considerándose por lo tanto como los más precoces.

**SAAVEDRA (1999)**, en un experimento realizado en el Fundo “El Ciénago” de la U.N.P.R.G. en condiciones de invierno encontró diferencias significativas entre los híbridos evaluados; encontrándose que los híbridos de mayores rendimientos fueron PM – 213 y C-608 7.337 y 7.036 TM/ha respectivamente, superando a los híbridos experimentales entre los que destacan: XL – 678, XL – 655 y XL – 660 con 6.723, 6.201 y 5.672 Tm/Ha, correspondiente.

**HORNA (2000)**, condujo un ensayo de maíces amarillo duros precoces tropicales en el fundo “El Cienago” de la UNPRG y determinó que existe variabilidad genética significativa, encontrándose que los híbridos de mayor capacidad productiva fueron: DK-821, XL-222, XL-370, C-701 y XL-220 con 12.700, 12.225, 11.575, 11.150 tm/ha respectivamente, mientras que C-408 fue el de menor rendimiento del grupo con solo 7.800 tm/ha.

**BONILLA y PISFIL (2002)**, realizaron un ensayo de híbridos de maíz amarillo duro en la parte media del Valle Chancay-Lambayeque en condiciones de invierno evaluando la adaptabilidad y rendimiento de catorce híbridos; encontrándose que los genotipos con mayores rendimientos fueron FT5140, C-701, XB7011, C-657, CO-34, XB7012, XB8010, DINA 766 y C-747, cuyos valores fluctuaron entre 14.209 y 12.399 tm/ha.

**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 1. 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.**

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

**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 tm/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 tm/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 tm/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*) bajo condiciones agroclimáticas de la parte media del valle Chancay Lambayeque, encontró que 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 Tn/ha.

**ROJAS Y VASQUEZ** (2014), evaluando el híbrido AGRI (Boliviano) en el fundo la Peña de la UNPRG, con fines promotores de crecimiento, reportaron rendimientos de 10.5 t/ha, aunque la plantas son bajas de 1.50 a.160 m.

**INJANTE 2014** Especialista del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) de Lambayeque investigan nuevas variedades de híbridos de maíz resistentes a sequías para hacer frente a los efectos de la falta de lluvias, señaló además que están a punto de presentar esta tecnología con sistema de labranza cero y siembra directa que permitirá ahorrar entre 30% y 40% de los costos actuales de producción de maíz. Destacó que los costos actuales de producción de una hectárea están en alrededor de S/.7.700. Estos tienden a disminuir aplicando agricultura de precisión hasta S/.4.500 /Ha. Actualmente el INIA tiene un híbrido que está dando el boom tecnológico: es el megahíbrido y que está superando rendimientos. Por ejemplo, en Pativilca alcanza las 16 toneladas por hectárea, y en la costa norte produce 14 toneladas. Esto es algo nunca visto en el país, por lo cual el agricultor está apostando muy seriamente por esta variedad”, afirmó. La siembra del cultivo del maíz es muy variable

en Lambayeque ya que se pueden sembrar unas 10.000 hectáreas en la campaña agrícola y la próxima unas 17.000”, sostuvo, tras agregar que el problema en esta zona es la escasez de recurso hídrico, lo que limita la expansión de áreas. Mencionó que actualmente agricultores de Lambayeque obtienen en promedio entre 6 y 7 toneladas por hectárea de maíz y se proyecta llegar a un rendimiento promedio de 10 toneladas en todos los agricultores. Precisó que el país tiene un déficit del 52 % de la demanda de esta gramínea, en la que en unos tres o cuatro años podrían dejar de comprar maíz al mundo, con el impulso a la siembra de mayores hectáreas destinadas a este cultivo, cuya producción es comercializado en el mercado nacional. Indicó que los maíces del INIA son resistentes a muchas plagas. “Tratar de encontrar buenos resultados (como caso de resistencia a plagas) nos trae problemas porque baja el rendimiento. Entonces quieren sacar altos rendimientos y control al cogollero (plaga que ataca al cultivo del maíz) que es un problema serio”, anotó.

**Medina Veliz Pedro Evangelista (2010), condujo un ensayo titulado** Evaluación del comportamiento agronómico del híbrido de maiz (*Zea mays* L.) DK 7088 en los terrenos de la Granja Experimental del Instituto Tecnológico Agropecuario de Vines de la Universidad de Guayaquil, ubicada a 1.5 Km. en la vía Vines – Palestina a una altura de 41 m.s.n.m con una temperatura de 26° C y su precipitación anual promedio es de 1400 mm.

Para rendimiento en grano se determinó que, si existió diferencia significativa en las repeticiones, en la interacción de A x B; siendo altamente significativo para el factor A (Densidades) y no significativo el factor B (Niveles de fertilizaciones) con un coeficiente de variación de 4.61% (Ver cuadro 20 de apéndice).

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidad estadística se estableció que hubo diferencia estadística para el factor A (Densidades), la que mayor rendimiento alcanzó fue el A1 = (0.70 x 0.20m) con un promedio de 15095.44Kg/ha y la de menor rendimiento fue el A3 = (0.90 x 0.20m) con un promedio de 11607.25Kg/ha.

La misma prueba aplicada al factor B (Niveles de fertilización), no presentó diferencia estadística, la que mayor rendimiento alcanzó fue el nivel 3 (200Kg de urea+50Kg de clk+50Kg de SFT/Ha) con un promedio de 13967.04Kg/ha.

En la interacción de A x B se comprobó que existió diferencia estadística. Siendo el T3= A1 x B3 el que mayor peso obtuvo por Ha. con un promedio de 15797.69Kg/ha, comportándose estadísticamente igual con el T1= A1 x B1 con un peso de 15628.04kg/ha y el de menor peso fue el T8= A3 x B2 con un promedio de 11394.44Kg/ha.

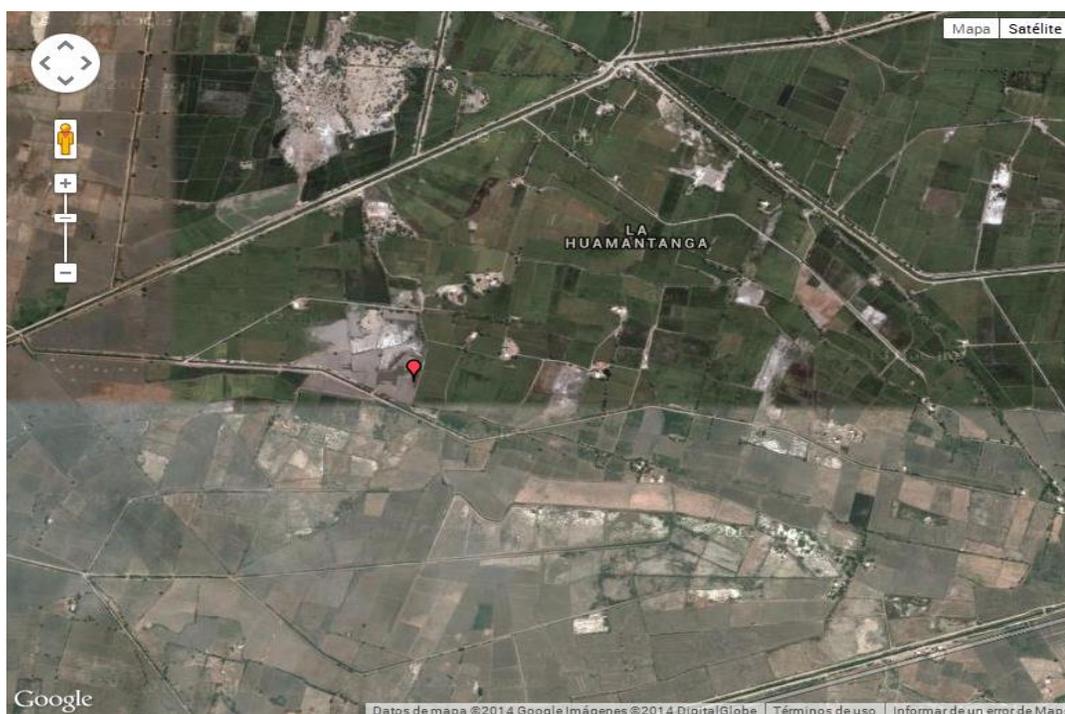
### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Área Experimental

##### 3.1.1. Localización del Campo Experimental

El presente trabajo de investigación se ubicó en Centro Poblado Sialupe Huamantanga - Lambayeque situado en Perú, está situado a una altura de 236 msnm. desde enero 2014 a junio 2014, Latitud: -6.65528, Longitud: -79.8569.

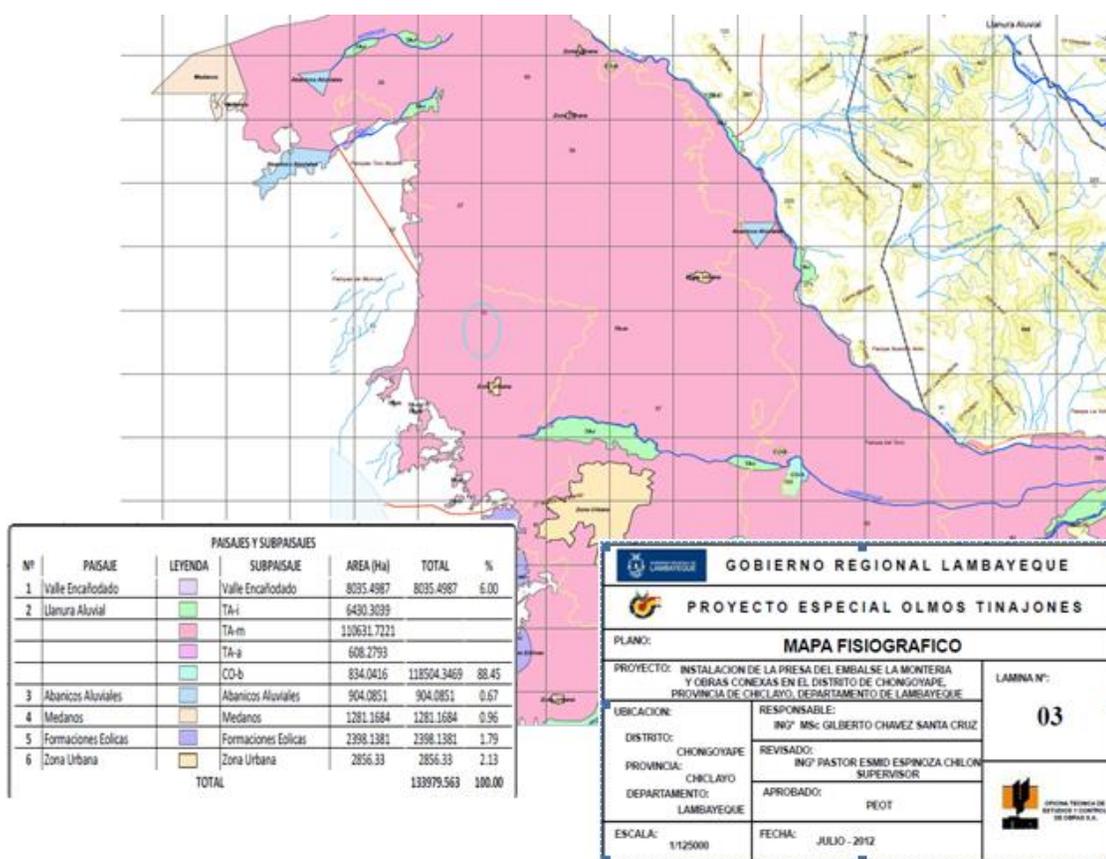
##### Foto Satelital del campo experimental



##### 3.1.2. Fisiografía y topografía

El Valle Chancay presenta diferentes unidades fisiográficas, el paisaje de la zona de estudio corresponde a llanura aluvial (88-45% del valle), sub paisaje TA-m (terrace aluvial media). **Llanura Aluvial**, son terrenos generalmente planos y con escasa gradiente (150 m. de altitud), encontrándose sólo al este de Ferreñafe ondulaciones notorias. Los suelos varían por su ubicación, al provenir de ríos diferentes (Peot 2012).

**Mapa 1. Fisiografía del valle Chancay**



### 3.1.3. Análisis de suelos y aguas

#### 3.1.3.1. Análisis de suelos

##### a. Metodología de muestreo

Para el análisis físico – químico del suelo se obtuvieron 5 sub muestras del suelo ubicadas al azar en forma proporcional al área del experimento.

La técnica empleada para la extracción fue el de corte de palana hasta una profundidad de 0-30 cm. De manera vertical en una de las paredes del hoyo de más o menos de una pulgada de espesor, recogiendo la muestra, tratando que se incluya uniformemente la tierra de los 30 cm. dichas submuestras se mezclaron y constituyeron una muestra compuesta.

Para un mejor conocimiento de la calidad del suelo se realizó una calicata donde se observaron 3 horizontes claramente definidos:

- Primer horizonte: de una profundidad de 0-50 cm. con una clase textural franco – arenoso,
- Segundo horizonte: de los 50 a 80 cm de profundidad, mostrando una clase textural franca y
- Tercer nivel: de los 80 cm de profundidad hasta el fondo de la calicata, con una clase textural arenosa.

Se creyó por conveniente realizar un análisis de fertilidad del suelo a la muestra obtenida, dicho análisis se elaboró en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes del INIA.

**b. Resultados del análisis de suelos:**

Los resultados cuantitativos se pueden observar en el Cuadro 2.

El suelo se caracterizó por presentar un buen drenaje, permeabilidad moderada de textura media a ligeramente gruesa, reacción ligeramente alcalina (7.6) y nivel bajo de sales solubles. La fertilidad natural presenta deficiencias de nutrientes, aspecto que se fortaleció con fertilización compuesta principalmente de reacción acida por el contenido de carbonato de calcio (2.3%) que es alto. La textura es franco arcillo arenosa, de aceptable retención de humedad.

Para el plan experimental, el suelo es apropiado para maíz que se adapta a una amplia variedad de suelos, profundos y con elevada capacidad de retención para el agua, se puede cultivar con buenos resultados entre pH 5.5 y 8 aunque el óptimo a una ligera acidez (pH entre 6.5 y 7.5).



## **Análisis de agua**

### **a. Metodología de muestreo:**

El predio donde se realiza el plan experimental, cuenta con dos fuentes de recursos hídricos: pozo tubular profundo y pozo artesanal tipo noria. En cada una de las fuentes, se recolecto una muestra de un litro de agua cada una para obtener 02 muestras que fueron llevadas al Laboratorio de Análisis de suelos y aguas de Vista Florida del INIA.

### **b. Resultados del análisis de aguas:**

Los resultados, de los análisis completos del agua practicados a las muestras del campo experimental se observan en los cuadros 3 y 4 según tipo de muestra.

Los resultados para el agua que proviene del pozo tubular (Cuadro 4), determinaron que son de reacción alcalina y nivel ligero alto en salinidad y RAS bajo y una clase C3 / S1 que puede utilizarse para el riego de suelos con buen drenaje, empleando volúmenes de agua en exceso para lavar el suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad e valores bajos, apta para riego agrícola de cultivos sensibles y tolerantes, en suelos de textura ligera a mediana, pero sin problema de sales ya que posee una conductividad eléctrica de 1.256 Mhos/cm.

### CUADRO 3: ANÁLISIS DE AGUAS DE POZO TUBULAR

**Tipo de Análisis** : Completos  
**Nombre** : Alberto Santisteban Chapoñan  
**Procedencia** : Sector Sialupe Huamantanga  
**Muestra** : Agua de Pozo Tubular  
**Fecha de Emisión** : 22/12/2011

MUESTRA	M-1
<b>Ph</b>	<b>8,00</b>
Cec (Micromhos/Cm)	<b>1,256</b>
<b>Cationes (meq/Lt)</b>	
Calcio(Ca)	<b>4.80</b>
Magnesio (Mg)	<b>1.87</b>
Sodio (Na)	<b>5.25</b>
Potasio (K)	<b>0.10</b>
Suma de Cationes	<b>12.02</b>
<b>Aniones (meq/Lt)</b>	
Carbonatos (CO <sub>3</sub> )	<b>N.E.</b>
Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> )	<b>5.63</b>
Cloruros (Cl)	<b>3.75</b>
Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	<b>2.87</b>
Suma de Aniones	<b>12.25</b>
RAS	<b>2.87</b>
CO <sub>3</sub> Na Residual	<b>-1,04</b>
Clase	<b>C3S1</b>
Fuente INIA 2011	

Los resultados de la muestra del pozo artesanal (Cuadro 4), determinan una reacción alcalina ligeramente menor al pozo tubular (Ph: 7.8 y CE: 1026 mhos), nivel moderado de salinidad, siendo el sodio y RAS de valores bajos, aunque mayores que los del pozo tubular. La clase de aguas es similar en ambos casos C3/S1 que se pueden utilizar en el riego de cultivos sensibles y tolerantes, en suelos de textura ligera a mediana

Las características físicas y químicas fueron las apropiadas para el cultivo de maíz.

#### **CUADRO 4: ANÁLISIS DE AGUAS POZO ARTESANAL**

**Tipo de Análisis** : Completos  
**Nombre** : Alberto Santisteban Chapoñan  
**Procedencia** : Sector Sialupe Huamantanga  
**Muestra** : Agua de Pozo Tajo Abierto  
**Fecha de Emisión** : 22/12/2011

<b>MUESTRA</b>	<b>M-1</b>
<b>Ph</b>	<b>7.80</b>
Cec (Micromhos/Cm)	<b>1,028</b>
<b>Cationes (meq/Lt)</b>	
Calcio (Ca)	<b>2.70</b>
Magnesio (Mg)	<b>1.22</b>
Sodio (Na)	<b>5.95</b>
Potasio (K)	<b>0.08</b>
Suma de Cationes	<b>9.95</b>
<b>Aniones (meq/Lt)</b>	
Carbonatos (CO <sub>3</sub> )	<b>N.E.</b>
Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> )	<b>6.00</b>
Cloruros (Cl)	<b>1.88</b>

Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	<b>2.53</b>
Suma de Aniones	<b>10.41</b>
RAS	<b>4.25</b>
CO <sub>3</sub> Na Residual	<b>2.08</b>
Clase	<b>C3S1</b>
<b>RESULTADOS:</b> Muestra de reacción alcalina nivel moderado de salinidad, siendo el sodio y RAS de valores bajos. Utilizar en el riego de cultivos sensibles y tolerantes, en suelos de textura ligera a mediana.	

FUENTE: Laboratorio de Análisis de suelos y aguas estación experimenta Vista Florida INIA

### 3.2. Descripción del Material Experimental

#### 3.2.1. Tratamientos en Estudio

Se consideraron ocho híbridos comerciales y cuatro testigos, con 4 repeticiones, según la descripción del cuadro siguiente.

**CUADRO N° 05:** Descripción de los Tratamientos en Estudio.

<b>Clave</b>	<b>Nombre de la Variedad</b>	<b>Procedencia</b>
1	<i>HEA 10775 R</i>	Colombia
2	<i>HEA 13235</i>	Colombia
3	<i>HEA 18165</i>	Colombia
4	<i>HEA 18183</i>	Colombia
5	<i>HEA 18128</i>	Colombia
6	<i>HEA 17896</i>	Colombia
7	<i>EX 003 a</i>	Colombia
8	<i>HEA 18849</i>	Colombia
9	<i>HEA 13662</i>	Colombia
10	<i>2B 710</i>	Testigo
11	<i>P 3041</i>	Testigo
12	<i>DK 7088</i>	Testigo

*IMAGENES DEL MATERIAL EXPERIMENTAL*

*HEA 10775 R*



**HEA 13235**



**HEA 13662**





**HEA 18165**



**HEA 18183**



**HEA 18128**



**HEA 17896**



**EX 003 a**





**HEA 18849**



**HEA 18183**



**P 3041**





**DK 7088**



### 3.3. Metodología

#### 3.3.1. Análisis Estadístico

El presente trabajo se realizó mediante el diseño de Bloques Completos al Azar. Se realizaron los análisis de varianza para cada característica evaluada, según el modelo lineal aditivo siguiente: (Martinez 1988). Cada observación del experimento es expresada mediante una ecuación lineal en los parámetros, el conjunto conforma el modelo para el diseño de Bloques completos al azar:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad \begin{array}{l} i=1,2,\dots,t \\ j=1,2,\dots,r \end{array}$$

Donde:

$\mu$  = Parámetro, efecto medio

$\tau_i$  = Parámetro, efecto del tratamiento I

$\beta_j$  = Parámetro, efecto del bloque j

$\varepsilon_{ij}$  = valor aleatorio, error experimental de la u.e.  $Y_{ij}$

$Y_{ij}$  = Observación en la unidad experimental

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS por Mínimos cuadrados del error

$$\sum \hat{\tau}_i = 0; \sum \hat{\beta}_j = 0$$

$$\hat{\mu} = \bar{Y}_{..}$$

$$\hat{\tau}_i = \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..}$$

$$\hat{\beta}_j = \bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..}$$

El error en cada unidad experimental puede ser encontrado por diferencia:

$$\varepsilon_{ij} = Y_{ij} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_j + \bar{Y}_{..}$$

### SUMAS DE CUADRADOS

$$SC \text{ total} = \sum \sum (Y_{ij} - \bar{Y}_{..})^2 = \sum \sum Y_{ij}^2 - \frac{Y^2}{rt}$$

$$SC \text{ trat.} = \sum \sum (\bar{Y}_i - \bar{Y}_{..})^2 = \sum \frac{Y_i^2}{r} - \frac{Y^2}{rt}$$

$$SC \text{ bloque} = \sum \sum (\bar{Y}_j - \bar{Y}_{..})^2 = \sum \frac{Y_j^2}{t} - \frac{Y^2}{rt}$$

$$SC \text{ error} = \sum \sum \varepsilon_{ij}^2 = \sum \sum Y_{ij}^2 - \sum_i \frac{Y_i^2}{r} - \sum_j \frac{Y_j^2}{t} + \frac{Y^2}{rt}$$

$\frac{Y^2}{rt}$

es el termino de corrección (TC) de las sumas de cuadrados, en las expresiones de sumas de cuadrados se acostumbra colocar sólo TC, por ejemplo:

$$SC \text{ TOTAL} = \sum \sum Y_{ij}^2 - TC$$

Para la comparación de medias se empleó la prueba discriminatoria Tukey al 5% de probabilidad.

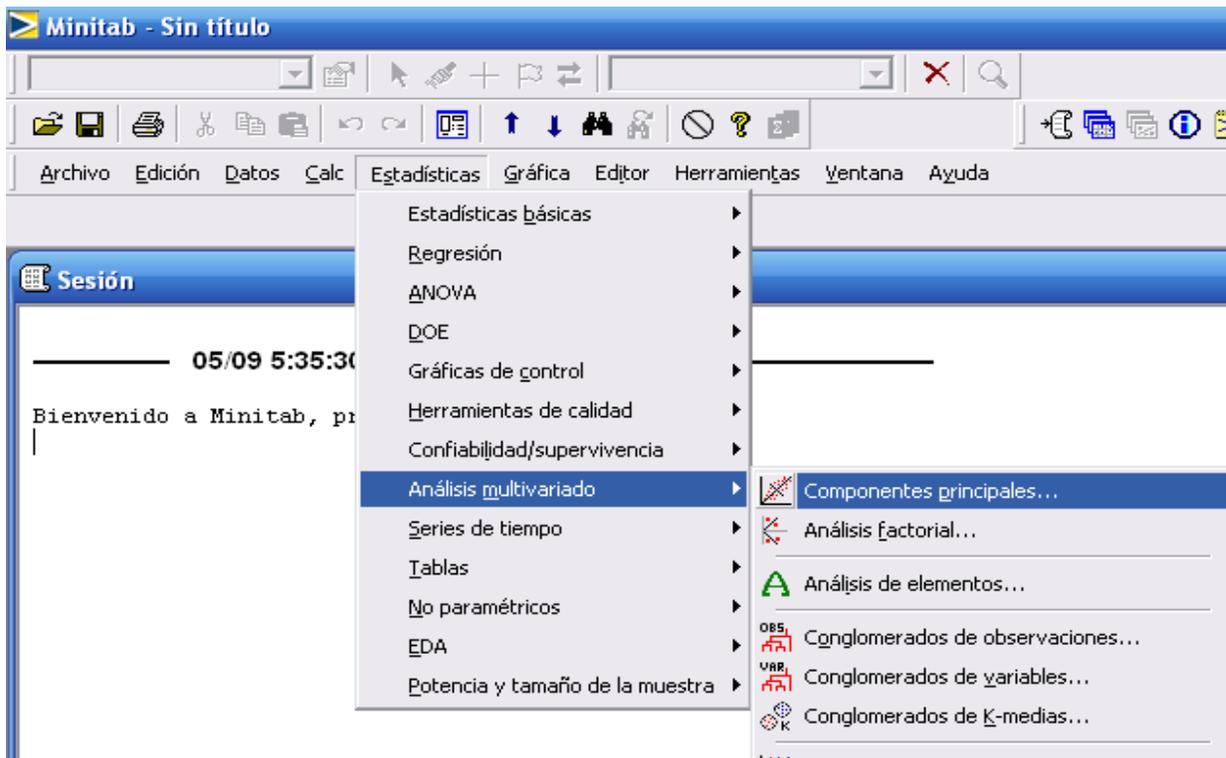
Se efectuaron estudios de regresión, entre rendimiento de maíz y las características evaluadas.

## ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL DBCA

F.V	G.L	SC	CM
REPETICION	3	Sc repeticiones.	Cm rep
TRATAMIENTOS	11	Sc tratamientos	Cm
ERROR	33	Sc error	CM error
TOTAL	57	Sc Total	

### Análisis Multivariado

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), aplicándose la siguiente ruta en Minitab:



### 3.3.2. Pruebas de Hipótesis

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

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

Ho:  $\mu_{H1} = \mu_{H2} = \mu_{H3} = \dots \mu_{H12}$

H1: Al menos una media es diferente

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 empleó 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:

H0:  $\beta = 0$ , no existe correlación entre variables.

H1:  $\beta \neq 0$ , 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



## **Características del diseño experimental.**

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

### **Repeticiones**

Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	12
Largo de repetición	38.0 m
Ancho de repetición	10.0 m
Área de repetición	380.0 m <sup>2</sup>

### **Parcelas**

Número de parcelas por repetición	12
Largo de parcela	10.0 m
Ancho de parcela	3.2 m
Área de parcela	320 m <sup>2</sup>

### **Surco**

Número de surcos por parcela	4
Largo de hilera	10.0 m
Distanciamiento entre surcos	0.80 m

### **Golpes**

Número de golpes por surco (línea)	46
Distanciamiento entre golpes	0.25 m
Número de semillas para golpe	3

### **Resumen del Área**

Área Total del Experimento	1728.0 m <sup>2</sup>
Área Sembrada (neta)	1526.0 m <sup>2</sup>

## **3.4. Establecimiento y Conducción del Experimento**

### **3.4.1. Preparación del terreno**

Previo a la preparación, se aplicó un riego de remojo el día 03 de Octubre y cuando estuvo “a punto” a los 10 días luego del remojo se efectuó una arada, cruzada, rastreado y nivelado eficientemente, el día 13 de Octubre se procedió a surcar un distanciamiento de 0.80 m entre surcos. Se determinó el área por dos surcos y 5 metros de longitud con calles entre repeticiones de 0.80 m de alto de las parcelas e inmediatamente se procedió a separar los bloques con los distanciamientos 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.

### **3.4.2. 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) + POUNCE 4 G (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.

### **3.4.3. Fertilización**

La fórmula de fertilización fue: 240:100, 120 22 152 de N: P: K: Mg: S, usando como fuentes urea, fosfato diamónico y sulfato de potasio. La aplicación del nitrógeno se hizo en forma fraccionada: 50% de nitrógeno y 100% de fósforo y potasio al momento de la siembra y el 50% de nitrógeno restante a los 32 días después de la siembra.

Una vez germinado el maíz y cuando tenga de 2 a 4 hojas extendidas se realizó la primera fertilización de acuerdo al análisis de suelo. La primera fertilización se realizó a los 12 días después de la siembra con aplicación de Urea cuyos compuestos contienen nitrógeno. La aplicación se realizó en forma fraccionada: 50% a la emergencia (10 días después de la siembra) y 50% restante a los 40 días después de la siembra (antes del aporque), el resto de fertilizantes se aplicará todo a la siembra

#### **3.4.4. Desahije**

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

#### **3.4.5. Riego**

Fueron uniformes y oportunos según las necesidades del cultivo.

Los riegos se aplicaron en las siguientes fechas:

- ◀ Riego de machaco, se aplicó el 03 de Agosto.
- ◀ El primer riego se aplicó el 08 de Septiembre, (a los 26 días después de la siembra).
- ◀ Segundo riego se aplicó el 31 de Septiembre (49 días después de la siembra).
- ◀ Tercer riego se aplicó el 29 de Noviembre (a los 78 días después de la siembra).
- ◀ El cuarto y el último riego el 22 de Diciembre del 2015 (a los 101 días después de la siembra).

#### **3.4.6. Deshierbo y control fitosanitario**

Después de previas evaluaciones se aplicaron los productos adecuados, debido al incremento y agresividad de los insectos, se muestra una relación de productos que se usa en investigación maicera en la zona:

CONTROL FITOSANITARIO			
Producto	Ingrediente Activo	Dosis	Control
CRUCIAL	Thiodicarb + Imidacloprid	20 gr/kg de se	Desinfección de semilla
URCAN	Methomyl + Diflubenz	400 cc./cil.	Para el Control de Gusano Cogollero
VERSUS	Emanectin Benzoate	150 grs./ha.	Para el Control de Gusano Cogollero
OCAREN	Profenos	200 cc./cil.	Insecticida para el control de insectos chupadores, picadores
TERRANOVA (MINERAL MIX)	Calcio, Boro, Zinc	3 lt./ha.	fertilizante foliar
TERRANOVA FOSFORO	Fosforo	3 lt./ha.	fertilizante foliar
TERRANOVA POTASIO	Potasio	3 lt./ha.	fertilizante foliar
ACCENT	Nicosulfuron	40 grs./ha.	Herbicida Post Emergente sistémico Selectivo para Maiz
SANTRAZINA	Atrazina	1 Lts./cil	Herbicida Post Emergente Selectivo para Maiz
GRAMOXONE	Paraquat	1,5 lts/cil.	Herbicida post emergente no selectivo (aplicado inmediato después de la siembra)

### 3.4.7. Cosecha

Es uno de los procesos de mayor importancia en la conducción del experimento, puesto que es la culminación de un 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 observando la “capa negra” de los granos, se llevó a cabo a los 131 días en promedio después de la siembra.

## 3.5. Evaluaciones durante la Conducción del Experimento

### 3.5.1. Porcentaje de germinación

Se evaluó a los 8 días, después de la emergencia, contando la totalidad e plantas por golpe emergidos, luego se calculará el porcentaje de emergencia: plantas emergidas/plantas sembradas x 100.

### 3.5.2. Días al 50% de floración masculina

Se contó los días transcurridos desde el momento de la siembra hasta cuando el 50% de la población esté en dehiscencia. Esta observación se hizo visualmente en los surcos centrales de cada parcela.

### **3.5.3. Días al 50% de floración femenina**

Se contó los días transcurridos desde el momento de la siembra hasta cuando el 50% de la población de este produciendo pistilos. Esta observación se hizo visualmente en los surcos centrales de cada parcela.

### **3.5.4. 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.

### **3.5.5. Altura de 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.

### **3.5.6. Diámetro de tallo**

Se obtuvo en base al promedio de las 10 plantas competitivas previamente marcadas de los surcos centrales de cada parcela. Se midió el diámetro del tallo en la zona media del entrenudo ubicado en la parte basal de la planta.

### **3.5.7. Dimensiones de la hoja**

Se tomó 10 plantas por cada unidad experimental y se midió la longitud y ancho de la hoja (plantas marcadas), para determinar el área de hoja y de la planta, usando la siguiente fórmula: Área de 1 hoja = longitud\*ancho \*0.75

### **3.5.8. Diámetro de tallo**

Se hizo usando Vernier y tomando 10 plantas de cada tratamiento (plantas marcadas), se midió el diámetro del tallo en la parte media del entrenudo ubicado en la parte basal de la planta.

### **3.5.9. Área foliar**

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:

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

### **3.5.10. Número de fallas**

Para determinar el número de fallas en cada parcela se contó el número de golpes fallados al momento de la cosecha, de acuerdo a siguientes normas:

Golpes con 2 plantas se considerará golpes completos.

Golpes con 1 sola planta se consideró como media falla.

Golpes sin ninguna planta se consideró una falla.

### **3.5.11. Número de plantas cosechadas**

Se contó el número de plantas cosechadas de cada parcela de los dos surcos centrales.

### **3.5.12. Número de mazorcas cosechadas**

Se contó el número de mazorcas cosechadas de cada parcela de los dos surcos centrales.

### **3.5.13. Peso de la mazorca en campo**

Se registró el peso de las mazorcas de los dos surcos centrales de cada parcela.

### **3.5.14. Porcentaje de humedad de grano**

Se determinó este valor de 10 mazorcas al azar del total de mazorcas cosechadas en cada parcela, a las cuales se les desgranó 3 hileras para obtener una mezcla aproximada de

300 g. Posteriormente se calculó la humedad del grano utilizando un equipo determinador de humedad.

#### **3.5.15. 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.

#### **3.5.16. 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.

#### **3.5.17. Número de hileras por mazorca**

Esta característica se obtuvo de una muestra de 10 mazorcas tomadas al azar de cada parcela.

#### **3.5.18. Número de granos por hilera**

Esta característica se obtuvo de una muestra de 10 mazorcas tomadas al azar de cada parcela.

#### **3.5.19. Peso por 100 granos**

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

#### **3.5.20. Porcentaje de grano**

Se eligió 10 mazorcas tomadas al azar de cada parcela, las cuales fueron pesadas, para luego ser desgranadas y pesar los granos separadamente. Y así aplicar la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Grano} = \text{Peso de grano} / \text{Peso de mazorca} \times 100$$

### 3.5.21. Aspecto de la mazorca

Después de la cosecha se extendió la pila de mazorcas frente a cada parcela y se calificó características tales como daño por enfermedades, o por insectos, tamaño de la mazorca, llenado y uniformidad de las mazorcas, según la escala siguiente:

<b>Grado</b>	<b>Descripción</b>
1	Óptimo
3	Regular
5	Deficiente.

### 3.5.22. Cobertura de mazorca

Se registró el número de mazorcas de cada parcela que antes de la cosecha se presentaron expuestas en cualquier parte de la mazorca. Dicha evaluación se realizó basándose en las siguientes escalas:

<b>ESCALA</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
1. Excelente	Las brácteas cubren estrechamente las plantas de las mazorcas y extienden más allá de ellas.
2. Regular	Cubre estrechamente la punta de la mazorca.
3. Punta Expuesta	Cubre flojamente la punta de la mazorca.

### 3.5.23. Color de grano

Se evaluó observando el color del grano del grupo de mazorcas cosechadas en los surcos centrales en cada tratamiento.

### 3.5.24. Período vegetativo

Se contó el número de días desde la siembra hasta la madurez fisiológica y de cosecha.

### **3.5.25. Número de mazorcas por plantas (prolificidad)**

Se registró el número de mazorcas de las plantas cosechadas de cada tratamiento, luego se dividirá las mazorcas/plantas.

### **3.5.26. Diámetro de mazorcas**

Se tomó las 10 mazorcas previamente marcadas azar de cada tratamiento y se midió en su tercio medio.

### **3.5.27. Longitud de mazorcas**

Las mazorcas muestreadas se midieron de extremo a extremo de la mazorca.

### **3.5.28. Número de granos por hilera**

Se contó las hileras de 10 mazorcas marcadas de cada tratamiento.

### **3.5.29. Rendimiento de grano**

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

### **3.5.30. Peso de 1000 granos**

Se desgranaron 10 mazorcas por tratamiento haciendo un pool de semillas, posteriormente se contó 1000 granos y se procedió a pesarlos.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Análisis de Varianza

En la Cuadro N° 06 se muestran los cuadrados medios, la significación estadística, coeficientes de variabilidad y promedios, del estudio **“COMPARATIVO DE NUEVE HÍBRIDOS COMERCIALES Y TRES TESTIGOS DE MAIZ AMARILLO DURO Y RENDIMIENTO DE GRANO EN LAMBAYEQUE 2014”**, se observa que para la fuente de variación híbridos, todas las características evaluadas a excepción de la prolificidad fueron altamente significativas, lo que indica una gran variabilidad genética en el material evaluado, o que estas características tienden a variar en sus valores o número, respectivamente, en los híbridos evaluados, lo que da la oportunidad para extraer líneas para un futuro programa de hibridación en maíz. En cuanto a la fuente de variación repeticiones, solo se encontró significación estadística para rendimiento, ancho de hoja, área foliar, y días a la madurez de cosecha, mostrando que el diseño experimental fue el adecuado por el control efectivo del error experimental, como lo sostienen Steel y Torrie (1968), para el resto de atributos no se encontró significación estadística. Los coeficientes de variabilidad muestran que las características evaluadas tuvieron rangos de variabilidad en 0.71 %, para número de hojas y en 9.36 % para longitud de mazorca; encontrándose que todos los coeficientes son bajos, estando dentro de los rangos permitidos y que son indicadores confiables de la conducción experimental y toma de datos, resultados que indican que los coeficientes de variabilidad menores del 10%, proporcionan una información precisa, y los datos son poco variables como lo indican Martínez (1995 ) y Toma (2009), siendo por lo tanto el diseño experimental utilizado el apropiado para este estudio.

**Cuadro N° 06:** Cuadrados medios, significación estadística, coeficientes de variabilidad y promedios, en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.

CARACTERÍSTICAS G:L.	REPETICIÓN	HÍBRIDOS	ERROR	CV %	PROMEDIO
	3	11	33		
Rendimiento	1.43**	1.83**	0.11	3.82	8.692
% Germinación	0.53 N.S	1.84**	0.47	0.72	94.375
Días de Floración	2.00 N.S	46.65**	0.59	0.96	79.667
Área Foliar	4810.38**	8850.16**	1270.66	5.94	600.007
Número de hojas	0.01 N.S	4.80**	0.01	0.71	15.639
Altura de Planta	16.51 N.S	144.91**	56.42	4.34	172.945
Ancho de la Hoja	0.60**	2.24**	0.09	2.85	10.306
Índice de Grano	1.1E-05 N.S	1.7E-04 **	4.20E-05	0.8	0.81
Longitud de hoja	8.68 N.S	64.34**	9.83	4.04	77.653
Altura de Mazorca Superior	23.59 N.S	316.74 **	33.13	6.32	91.008
Longitud de la Mazorca	6.36 N.S	6.59**	2.15	9.36	15.683
Prolificidad	2.0E-04 N.S	5.5E-04 N.S	2.90E-04	1.70	1.005
Diámetro de la Mazorca	0.44 N.S	13.75 **	1.35	2.29	50.836
Número de Hilera	0.97 N.S	23.57**	0.57	4.48	16.854
Longitud de hoja	8.68 N.S	64.34**	9.83	4.04	77.653
Número de granos por hilera	3.36 N.S	27.50**	2.13	4.48	32.60
Número de granos / mazorca	4559.02 *	25876.63 **	1427.7428	6.89	548.4
Longitud de grano	0.11 N.S	1.88	0.2929	4.5	12.0
Diámetro tusa	0.92 **	16.08 **	0.09	1.0	29.78
Aspecto de planta	0.53**	0.20**	0.07	8.44	3.02
Planta descubierta aspecto	0.7975**		0	9.80E-07	1.58.

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

## 4.2. Rendimiento en Grano

La prueba de Tukey (0.05) encontró cinco subconjuntos diferentes, destacando el primer grupo, conformado por cuatro genotipos, donde el mayor rendimiento lo tuvo el híbrido HEA 18128 con 9.81 Tm/ha superado estadísticamente en 6.98% al mejor testigo, le sigue en segundo lugar el híbrido HEA 18165 con 9.26 Tm/ha, luego los híbridos HEA 18183 y DK 7088 con 9.18 y 9.17 Tm/ha, respectivamente, aunque Medina (2010) para este último híbrido reportó un rendimiento promedio de 11607.25Kg/ha, entre los cuales no existe significación estadística significativa, le siguen el orden de mérito los grupos HEA 17896, EX 003 a, HEA 10775 R y HEA 13662 con 8.98, 8.83, 8.75 y 8.55 Tm/ha respectivamente, entre los cuales no existen diferencias estadísticas significativas. Los altos rendimientos se atribuyen a los altos valores en sus componentes: longitud de hoja, número de granos por hilera, número de granos por mazorca, longitud de grano, diámetro de tusa, aspecto de planta y cobertura de mazorca, con las cuales se asocian estadísticamente, como se observa en el Cuadro 6, de las correlaciones y regresiones, resultados que son concordantes con Tineo (2008) y Blanco (2012) quienes encontraron rendimientos superiores del grupo Dekalb, así DK-5005 y DK-834 y DK 5005, fueron superiores con 8.841 tm/ha y 8.292 tm/ha y 9.646 tm/ha, correspondientemente. Mientras que los híbridos P 3041 y HEA 13235, tuvieron los más bajos rendimientos con 7.56 y 7.55 Tm/ha, respectivamente, debido a la falta de adaptación al medio o a la baja habilidad productiva de tales genotipos, donde algunas de sus líneas han perdido su buena habilidad combinatoria específica (Cuadro 7, Gráfico 1).

El promedio experimental fue de 8.692 Tm/ha, valor superior al promedio local (6-7 tm/ha, Injante 2014),

**CUADRO 07:** Rendimiento de Grano en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.

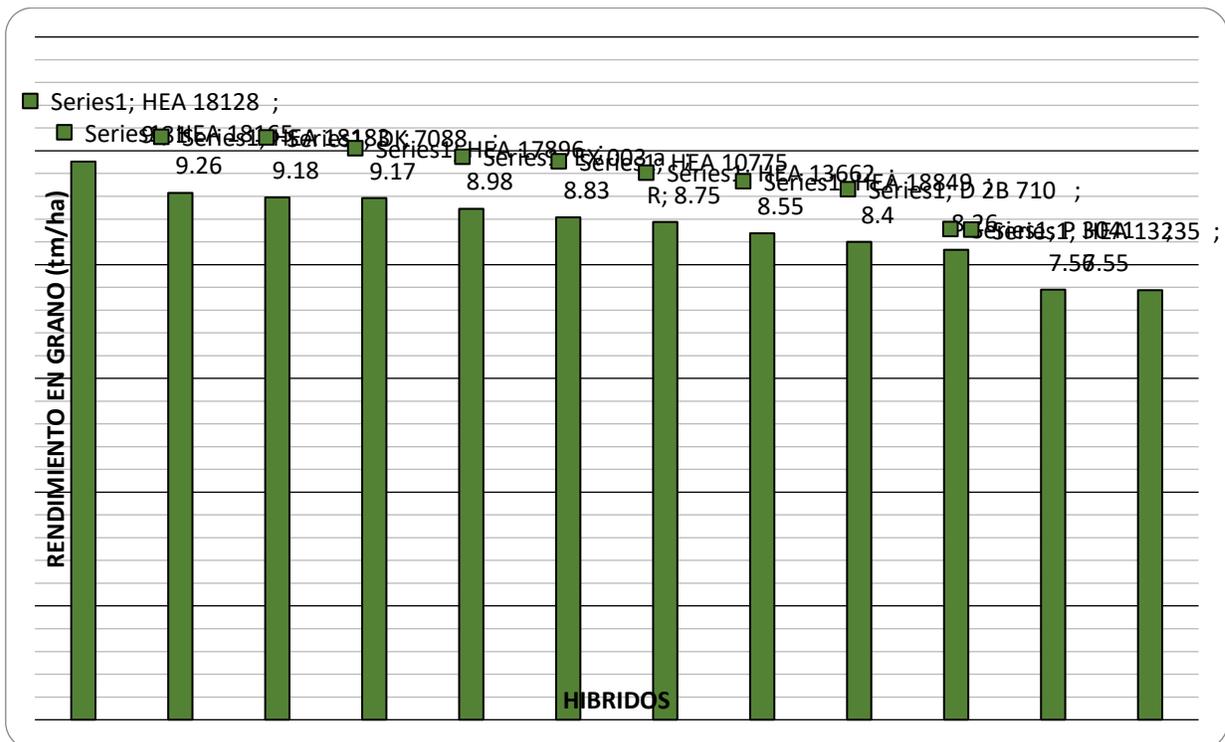
O.M.	HÍBRIDO	RENDIMIENTO Tm/ha	Sig.(05)
1	HEA 18128	9.81	A
2	HEA 18165	9.26	AB
3	HEA 18183	9.18	ABC

4	DK 7088	9.17	ABC
5	HEA 17896	8.98	BCD
6	EX 003 a	8.83	BCD
7	HEA 10775 R	8.75	BCD
8	HEA 13662	8.55	BCD
9	HEA 18849	8.4	CD
10	D 2B 710	8.26	DE
11	P 3041	7.56	E
12	HEA 13235	7.55	E
	Promedio	8.692	

CV = 3.82%

DMS(0.05) = 1.674

**GRÁFICO 01:** Rendimiento de Grano en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.



### 4.3. Porcentaje de Germinación

La prueba de Tukey (0.05) encontró cinco grupos diferentes, el superior formado por los híbridos HEA 13235, HEA 18183, EX 003 a, HEA 18165, todos con 95%, superando estadísticamente al resto de variedades, debido a que son semillas nuevas, teniendo un alto porcentaje de germinación, le sigue el híbrido HEA 18849, con 94.75%, le sigue el grupo formado por HEA 10775 R, DK 7088, HEA 18128, HEA 13662 y HEA 17896, con 94.50, 94.50, 94.25, 94.25 y 94.00% de germinación, respectivamente. Mientras que el híbrido P3041 quedó último con 93% de germinación, debido a que son semillas guardadas. (Cuadro 08 Y Gráfico 02).

El promedio experimental fue de 94.375%, indicando que en promedio las variedades tuvieron un buen porcentaje de germinación.

**CUADRO 08:** Porcentaje de germinación en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.

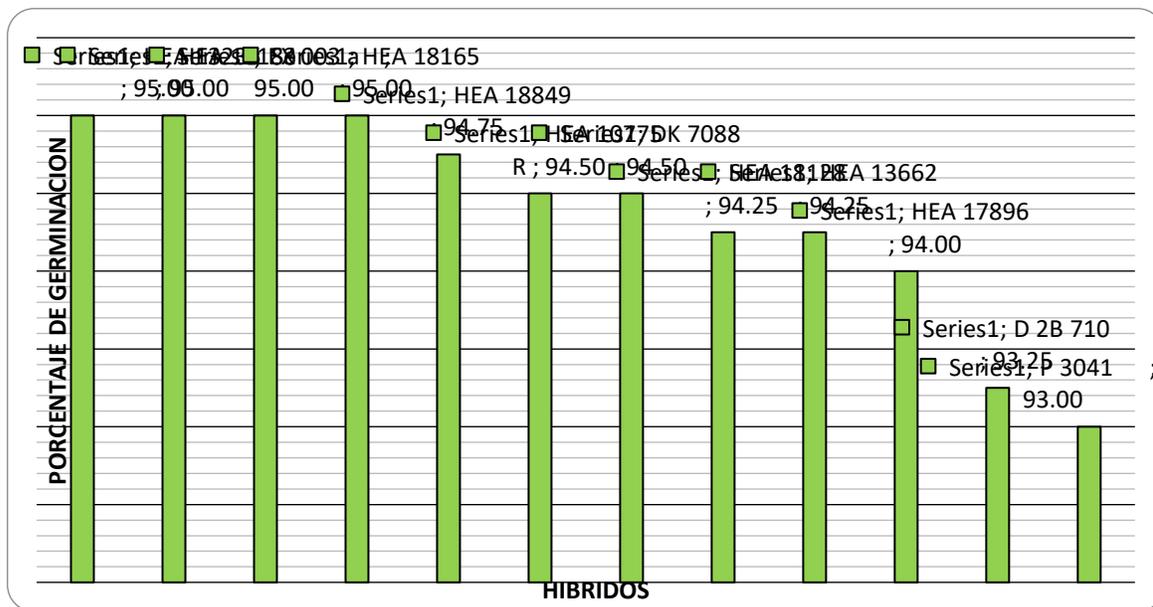
O.M.	HÍBRIDO	Germinación (%)	Sig.(05)
1	HEA 13235	95.00	A
2	HEA 18183	95.00	A
3	EX 003 a	95.00	A
4	HEA 18165	95.00	A
5	HEA 18849	94.75	AB
6	HEA 10775 R	94.50	ABC
7	DK 7088	94.50	ABC
8	HEA 18128	94.25	ABC
9	HEA 13662	94.25	ABC

10	HEA 17896	94.00	ABC
11	D 2B 710	93.25	BC
12	P 3041	93.00	C
	Promedio	94.375	

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.69693

Error: 0.4672 gl: 33

**GRÁFICO 02:** Porcentaje de germinación en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.



#### 4.4. Altura de planta

La prueba de Tukey (0.05) para los promedios de los tratamientos encontró dos subconjuntos diferentes, el primer subconjunto formado por tres híbridos que tuvieron las mayores alturas de planta, siendo los híbridos HEA 18165, HEA 18183 y HEA 13235 con 181.17 cm, 178.92 cm y 178.58 cm, respectivamente, superando estadísticamente al resto de genotipos, le siguen ocho híbridos conformados por HEA 18128, DK 7088, HEA 18849, EX 003 a, P 3041, HEA 10775 R, HEA 17896, HEA 17896 y HEA 13662 con 175.42, 173.92, 173.92, 173.83, 172.50, 172.33, 169.75 y 166.08 cm, respectivamente entre los cuales no existe significación estadística significativa, los altos valores se atribuyen a efectos genéticos. Mientras

que el híbrido D 2B 710, destacó por su menor estatura, con 158.92 cm, que es característica de los híbridos importados. (Cuadro 09, Gráfico 03).

El promedio experimental fue de 172.945 cm, valor adecuado y que es característico de los híbridos modernos.

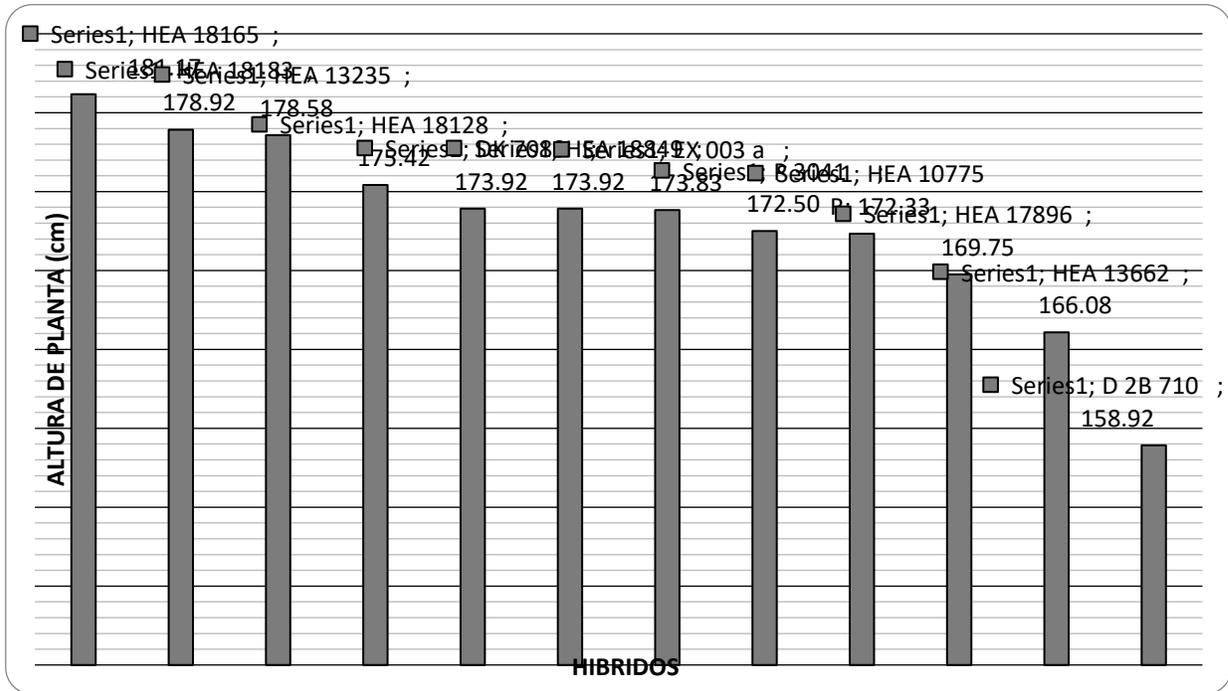
**CUADRO 09:** Altura de planta en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.

O.M.	HÍBRIDO	Altura de planta (cm)	Sig.(05)
1	HEA 18165	181.17	A
2	HEA 18183	178.92	A
3	HEA 13235	178.58	A
4	HEA 18128	175.42	AB
5	DK 7088	173.92	AB
6	HEA 18849	173.92	AB
7	EX 003 a	173.83	AB
8	P 3041	172.50	AB
9	HEA 10775 R	172.33	AB
10	HEA 17896	169.75	AB
11	HEA 13662	166.08	AB
12	D 2B 710	158.92	B
	Promedio	172.945	

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=18.64863

Error: 56.4214 gl: 33

**GRÁFICO 03:** Altura de planta en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.



#### 4.5. Días al 50% De Floración

La prueba de Tukey (0.05) encontró ocho grupos diferentes, el mayor valor lo tuvieron los híbridos HEA 13235 y HEA 18183 que tuvieron los mayores días para alcanzar la floración, le sigue el híbrido EA 10775 R con 81.75 días, le sigue el grupo conformado por HEA 18165, DK 7088 y HEA 18849 con el mismo valor de 80.75 días, los tres con igual significación estadística. Mientras que el último lugar lo presentó el híbrido D2B710 con 72.75 días, característica deseable para condiciones de costa norte, donde el recurso hídrico es muy escaso. (Cuadro 10 y Gráfico 04).

El promedio experimental fue de 79.667 días.

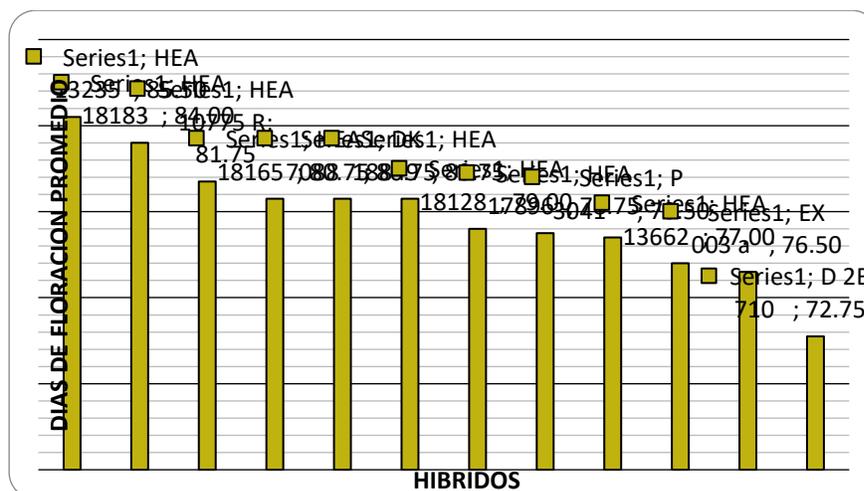
**CUADRO 10:** Días al 50% de floración masculina, en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.

O.M.	HÍBRIDO	DÍAS DE FLORACIÓN	Sig.(05)
1	HEA 13235	85.50	A
2	HEA 18183	84.00	A
3	HEA 10775 R	81.75	B
4	HEA 18165	80.75	BC
5	DK 7088	80.75	BC
6	HEA 18849	80.75	BC
7	HEA 18128	79.00	CD
8	HEA 17896	78.75	DE
9	P 3041	78.50	DE
10	HEA 13662	77.00	EF
11	EX 003 a	76.50	F
12	D 2B 710	72.75	G
	Promedio	79.667	

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.90847

Error: 0.5909 gl: 33

**GRÁFICO 03:** Días al 50% de floración masculina, en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.



#### 4.6. Área foliar

La prueba de Tukey (0.05), encontró siete grupos diferentes, el mayor valor lo tuvo el híbrido EX 003 a, con 690.52 cm<sup>2</sup>, le sigue el híbrido D 2B 710 con 661.50 cm<sup>2</sup>, en tercer lugar de orden de mérito se encuentra el híbrido HEA 10775 R con 641.63 cm<sup>2</sup>; el cuarto grupo está conformado por los híbridos HEA 17896, DK 7088 y P 3041 con 616.0, 608.13 y 607.77 cm<sup>2</sup>, respectivamente, sin existir significación estadística entre ellos, que le permitirá realizar una buena actividad fotosintética. Mientras que el último lugar lo presentó el híbrido HEA 13662 con solo 534.75 cm<sup>2</sup>. (Cuadro 11, Gráfico 05).

El promedio experimental fue de 600.007cm<sup>2</sup>.

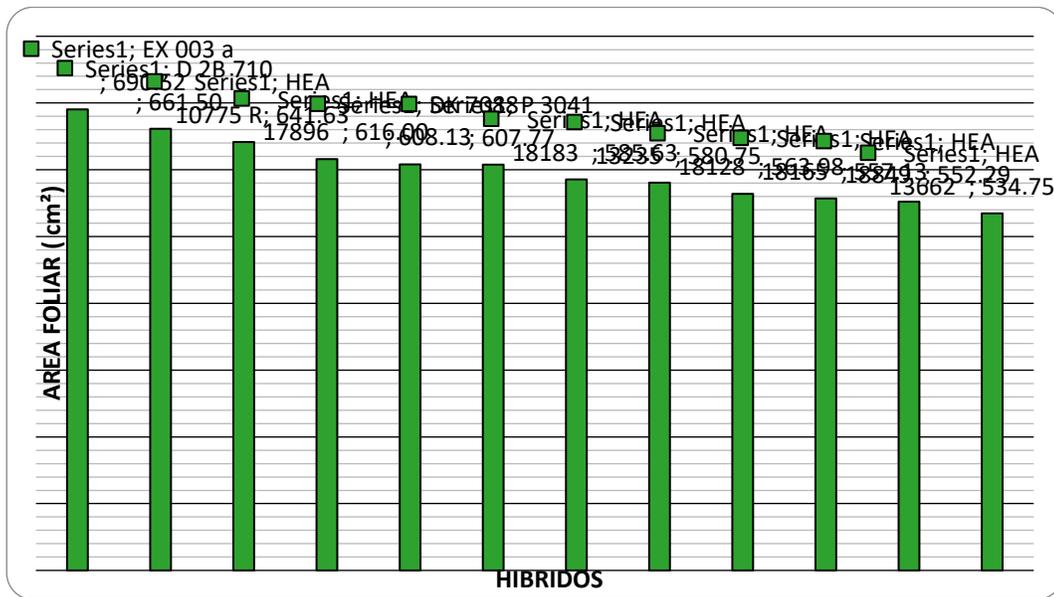
**CUADRO 11:** Área foliar en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.

O.M.	HÍBRIDO	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	Sig.(05)
1	EX 003 a	690.52	A
2	D 2B 710	661.50	AB
3	HEA 10775 R	641.63	ABC
4	HEA 17896	616.00	ABCD
5	DK 7088	608.13	ABCD
6	P 3041	607.77	ABCD
7	HEA 18183	585.63	BCD
8	HEA 13235	580.75	BCD
9	HEA 18128	563.98	CD
10	HEA 18165	557.13	CD
11	HEA 18849	552.29	D

12	HEA 13662	534.75	D
	Promedio	600.007	

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=88.49922 Error: 1270.6594 gl: 33

**GRÁFICO 05:** Área foliar en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.



#### 4.7. Número de hojas promedio

La prueba discriminadora de Tukey (0.05) para los promedios detectó tres subconjuntos diferentes, el grupo superior formado por la variedad DK 7088 con 17.67, que supero estadísticamente al resto de híbridos, le sigue el grupo formado por HEA 18128, HEA 18165, HEA 18183, HEA 18849, P 3041, HEA 17896, HEA 13235, HEA 13662 con el mismo valor de 16 hojas. Mientras que el híbrido HEA 10775 R, con 14 hojas se ubicó en el último lugar, presentando el menor número de hojas superiores por planta, influyendo en un menor rendimiento de grano (Cuadro 12 y Gráfico 06).

El promedio experimental fue de 15.639 hojas.

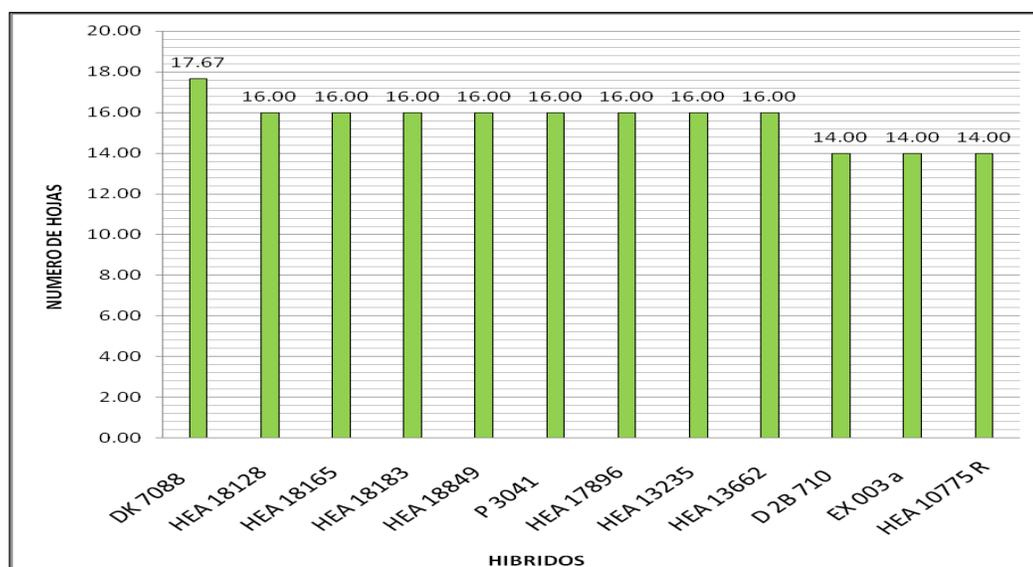
**CUADRO 12:** Número de hojas en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.

O.M.	HÍBRIDO	Número de hojas	Sig.(05)
1	DK 7088	17.67	A
2	HEA 18128	16.00	B
3	HEA 18165	16.00	B
4	HEA 18183	16.00	B
5	HEA 18849	16.00	B
6	P 3041	16.00	B
7	HEA 17896	16.00	B
8	HEA 13235	16.00	B
9	HEA 13662	16.00	B
10	D 2B 710	14.00	C
11	EX 003 a	14.00	C
12	HEA 10775 R	14.00	C
	Promedio	15.639	

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.27586

Error: 0.0123 gl: 33

**GRÁFICO 06:** Número de hojas en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.



#### 4.8. Ancho de hoja promedio (cm.)

La prueba de Tukey (0.05) encontró seis grupos diferentes, el mayor valor lo tuvo el híbrido EX 003 a, con 11.17 cm, superando estadísticamente al resto de híbridos, le siguen los híbridos HEA 10775 R y D 2B 710 con 11.17 y 11.00 cm respectivamente. Mientras que el último lugar lo presentó el híbrido HEA 13235 con 9.33 cm. (Cuadro 13 y Gráfico 07).

El promedio experimental fue de 10.306 cm.

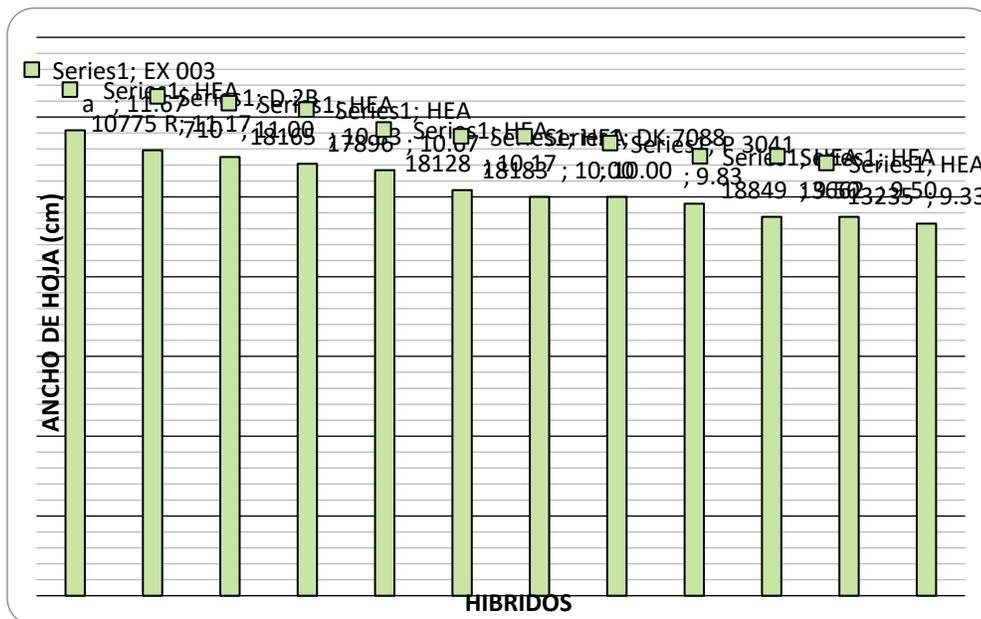
**CUADRO 13:** Ancho de hoja promedio en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.

O.M.	HÍBRIDO	Ancho de hoja promedio (cm)	Sig.(05)
1	EX 003 a	11.67	A
2	HEA 10775 R	11.17	AB
3	D 2B 710	11.00	AB
4	HEA 18165	10.83	BC

5	HEA 17896	10.67	BCD
6	HEA 18128	10.17	CDE
7	HEA 18183	10.00	DEF
8	DK 7088	10.00	DEF
9	P 3041	9.83	EF
10	HEA 18849	9.50	EF
11	HEA 13662	9.50	EF
12	HEA 13235	9.33	F
	Promedio	10.306	

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.72985 Error: 0.0864 gl: 33

**GRÁFICO 07:** Ancho de hoja promedio en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.



#### 4.9. Índice de grano

El coeficiente de variabilidad fue 0.80%, valor bajo, que denota confiabilidad en la conducción experimental y en la toma de datos, por lo que el diseño experimental provee una muy buena precisión como lo sostiene **Martinez** (1995), teniendo datos muy homogéneos o de poca dispersión (**Toma y Rubio** 2008), por lo que la media es una medida representativa de las medidas de dispersión.

La prueba de Tukey (0.05) encontró tres subconjuntos diferentes, el superior formado por cinco híbridos que tuvieron las mayores índices de grano: DK 7088, HEA 18849, HEA 17896, HEA 18183 y HEA 18165 con 0.82, 0.82, 0.81, 0.8 y 0.81% respectivamente, el segundo grupo está conformado por HEA 13662, HEA 10775 R, D 2B 710, P 3041, HEA 18128 y HEA 13235, todos con el mismo porcentaje (0.81), Mientras que el híbrido X 003 a, destaco por su menor índice de grano, con 0.79%. (Cuadro 14 y Gráfico 08).

El promedio experimental fue de 0.810%.

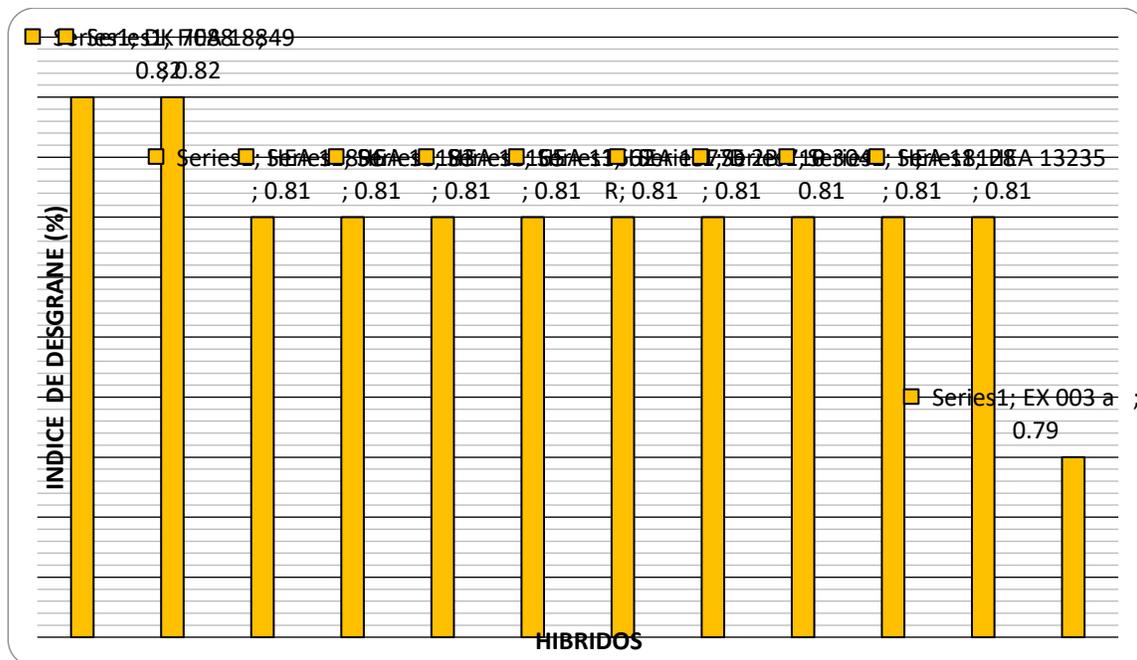
**CUADRO 14:** Índice de grano en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.

O.M.	HÍBRIDO	Índice de grano (%)	Sig.(05)
1	DK 7088	0.82	A
2	HEA 18849	0.82	A
3	HEA 17896	0.81	A
4	HEA 18183	0.81	A
5	HEA 18165	0.81	A
6	HEA 13662	0.81	AB
7	HEA 10775 R	0.81	AB

8	D 2B 710	0.81	AB
9	P 3041	0.81	AB
10	HEA 18128	0.81	AB
11	HEA 13235	0.81	AB
12	EX 003 a	0.79	B
	Promedio	0.810	

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01615 Error: 0.0000 gl: 33

**GRÁFICO 08:** Índice de grano en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.



#### 4.10. Longitud de hoja

El coeficiente de variabilidad fue 4.04%, valor bajo, que denota confiabilidad en la conducción experimental y en la toma de datos, por lo que el diseño experimental provee una muy buena precisión como lo sostiene **Martinez** (1995), teniendo datos muy homogéneos o de poca dispersión (**Toma y Rubio** 2008), por lo que la media es una medida representativa de las

medidas de dispersión.

La prueba de Tukey (0.05) encontró cuatro subconjuntos diferentes, el superior formado por el híbrido HEA 13235 con 83.000 cm que tuvo el mayor largo de hoja, le sigue P 3041 con 82.42 cm, el tercer grupo está conformado por los híbridos: DK 7088, D 2B 710, EX 003 a, HEA 18183, HEA 18849, HEA 17896 y HEA 10775 R con 81.08, 80.00, 78.92, 78.08, 77.42, 77.00 y 76.50 cm respectivamente. Mientras que el híbrido HEA 18165, destacó por su menor largo de hoja, con 68.50 cm. (Cuadro 15 y Gráfico 09).

El promedio experimental fue de 77.653 cm.

**CUADRO 15:** Largo de hoja Promedio en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.

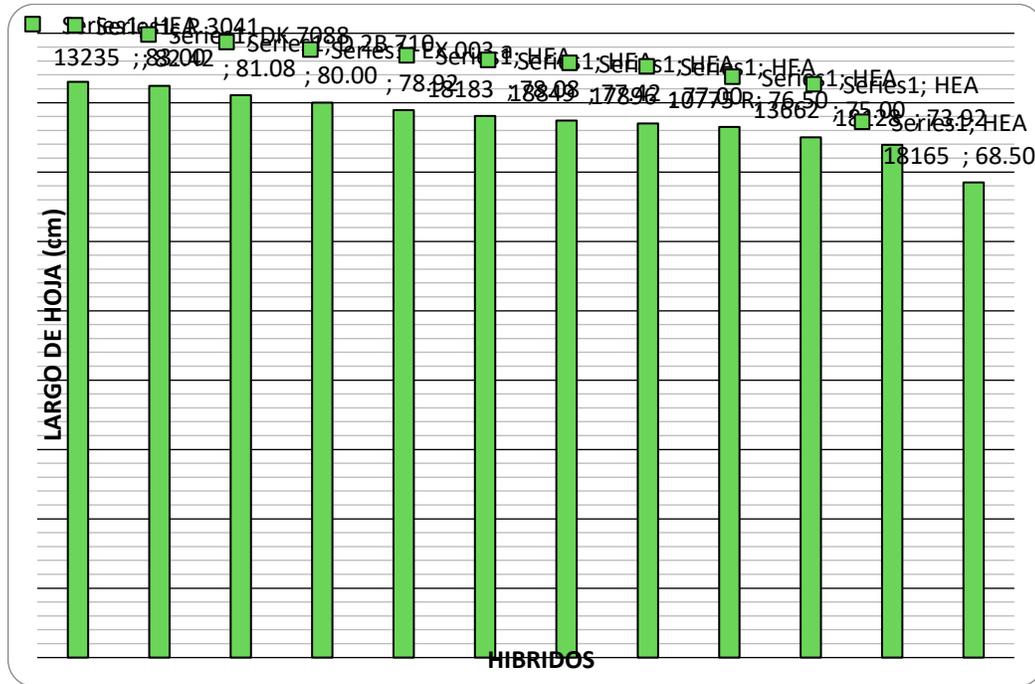
O.M.	HÍBRIDO	Largo de hoja Promedio (cm)	Sig.(05)
1	HEA 13235	83.00	A
2	P 3041	82.42	AB
3	DK 7088	81.08	ABC
4	D 2B 710	80.00	ABC
5	EX 003 a	78.92	ABC
6	HEA 18183	78.08	ABC
7	HEA 18849	77.42	ABC
8	HEA 17896	77.00	ABC
9	HEA 10775 R	76.50	ABC
10	HEA 13662	75.00	BCD
11	HEA 18128	73.92	CD

12	HEA 18165	68.50	D
	Promedio	77.653	

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=7.78496

Error: 9.8325 gl: 33

**GRÁFICO 09:** Largo de hoja Promedio en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.



#### 4.11. Altura de mazorca superior (cm)

El coeficiente de variabilidad fue 6.32%, valor bajo, que denota confiabilidad en la conducción experimental y en la toma de datos, por lo que el diseño experimental provee una muy buena precisión como lo sostiene **Martinez** (1995), teniendo datos muy homogéneos o de poca dispersión (**Toma y Rubio** 2008), por lo que la media es una medida representativa de las medidas de dispersión.

La prueba de Tukey (0.05) encontró cinco subconjuntos diferentes, el valor más alto lo tuvo el híbrido HEA 18165 con 108.50 cm, le sigue HEA 18183 con 99.83 cm, luego encontramos a HEA 13235 con 95.33 cm, el cuarto grupo está conformado por dos híbridos: HEA 18128 y P 3041 con 94.08 y 92.58 cm respectivamente. Mientras que el híbrido 2B710,

destaca por su menor altura de mazorca con 76.17 cm. (Cuadro 16 y Gráfico 10).

El promedio experimental fue de 91.008 cm, valor alto, respecto a los híbridos modernos.

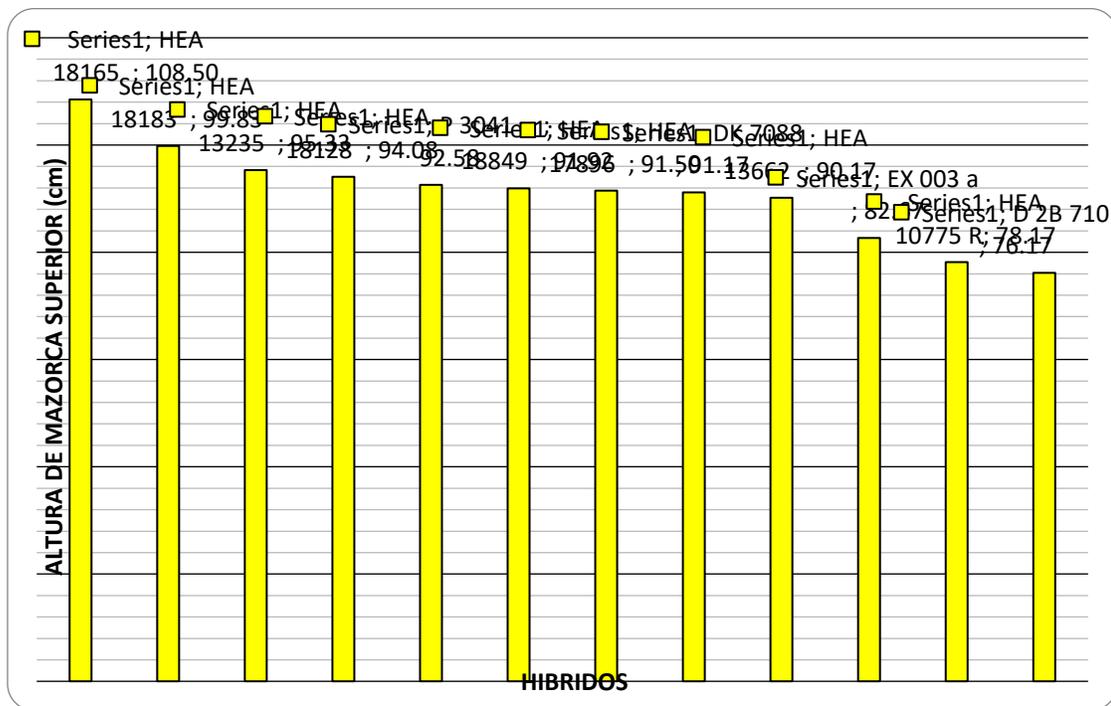
**CUADRO 26:** Altura de mazorca superior en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.

O.M.	HÍBRIDO	Altura de mazorca superior (cm)	Sig.(05)
1	HEA 18165	108.50	A
2	HEA 18183	99.83	AB
3	HEA 13235	95.33	ABC
4	HEA 18128	94.08	BC
5	P 3041	92.58	BC
6	HEA 18849	91.92	BCD
7	HEA 17896	91.50	BCD
8	DK 7088	91.17	BCD
9	HEA 13662	90.17	BCDE
10	EX 003 a	82.67	CDE
11	HEA 10775 R	78.17	DE
12	D 2B 710	76.17	E
	Promedio	91.008	

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=14.28920

Error: 33.1258 gl: 33

**GRÁFICO 10:** Altura de mazorca superior en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.



#### 4.12. Longitud de mazorca

La prueba de Tukey (0.05) encontró dos subconjuntos diferentes, el valor más alto lo obtuvo EX 003 a, con 18.13 cm, superando estadísticamente al resto de híbridos, el segundo grupo está formado por 8 híbridos: D 2B 710 , DK 7088, HEA 10775 R, HEA 18165, P 3041, HEA 17896, HEA 18183, HEA 18849, HEA 13662; con 17.31, 16.69, 16.44, 16.19, 15.50, 15.25, 15.06, 14.81 y 14.56 cm respectivamente. Mientras que los híbridos HEA 18128 y HEA 13235 con 14.44 y 13.81 cm, destacaron por su menor longitud de mazorca. (Cuadro 17 y Gráfico 11).

El promedio experimental fue de 15.683 cm.

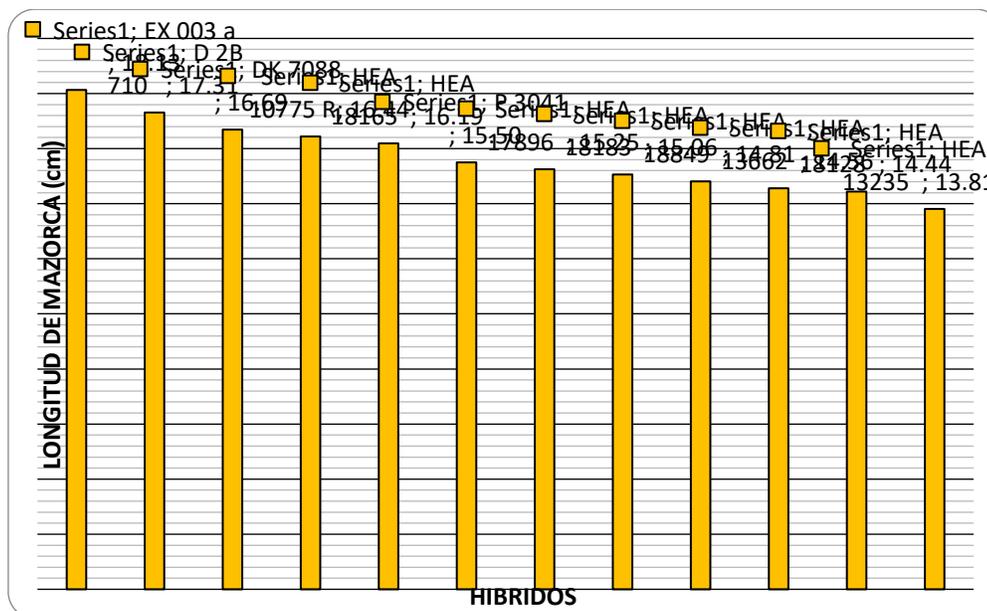
**CUADRO 28:** Longitud de la mazorca en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.

O.M.	HÍBRIDO	Longitud de mazorca (cm)	Sig.(05)
1	EX 003 a	18.13	A
2	D 2B 710	17.31	AB
3	DK 7088	16.69	AB
4	HEA 10775 R	16.44	AB
5	HEA 18165	16.19	AB
6	P 3041	15.50	AB
7	HEA 17896	15.25	AB
8	HEA 18183	15.06	AB
9	HEA 18849	14.81	AB
10	HEA 13662	14.56	AB
11	HEA 18128	14.44	B
12	HEA 13235	13.81	B
	Promedio	15.683	

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.64248

Error: 2.1525 gl: 33

**GRÁFICO 11:** Longitud de la mazorca en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.



#### 4.13. Prolificidad (número de mazorcas por planta).

La prueba de Tukey (0.05) encontró dos subconjuntos diferentes, el valor más alto lo tuvo el híbrido HEA 18849 con 1.02 superando al resto de híbridos, le sigue el segundo grupo formado por 10 híbridos : HEA 13235, HEA 18128, HEA 18165, HEA 18183, HEA 13662, D 2B 710, P 3041, HEA 10775 R, HEA 17896 y DK 7088 con 1.02, 1.01, 1.01, 1.01, 1.01, 1.00, 1.00, 1.00, 1.00 respectivamente sin diferencias estadísticas entre ellas. Mientras que el híbrido EX 003 a, destaca por su menor Prolificidad con 0.98. (Cuadro 18 y Gráfico 12).

El promedio experimental fue de 1.005 mazorcas por planta.

**CUADRO 18:** Prolificidad en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.

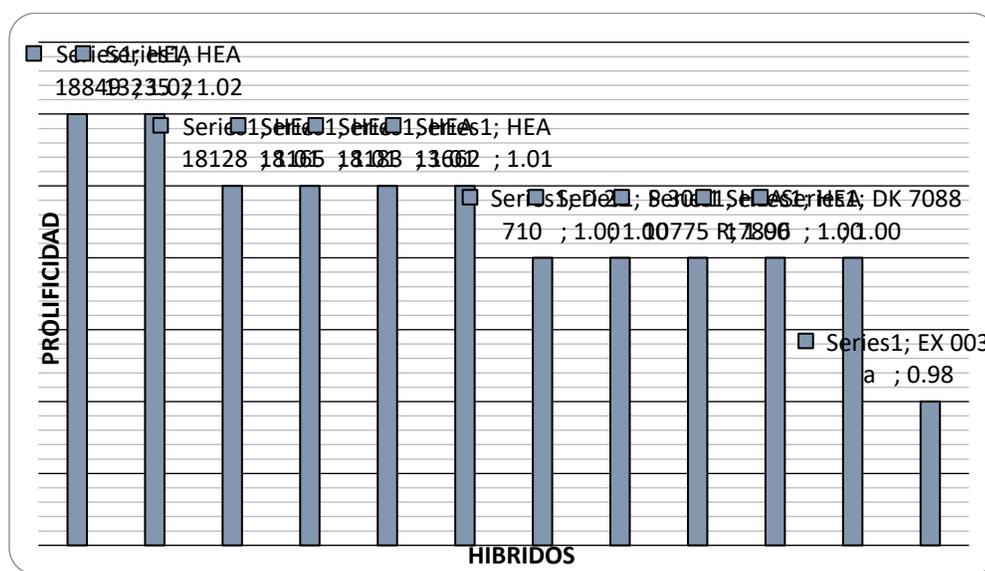
O.M.	HÍBRIDO	PROLIFICIDAD	Sig.(05)
1	HEA 18849	1.02	A
2	HEA 13235	1.02	AB

3	HEA 18128	1.01	AB
4	HEA 18165	1.01	AB
5	HEA 18183	1.01	AB
6	HEA 13662	1.01	AB
7	D 2B 710	1.00	AB
8	P 3041	1.00	AB
9	HEA 10775 R	1.00	AB
10	HEA 17896	1.00	AB
11	DK 7088	1.00	AB
12	EX 003 a	0.98	B
	Promedio	1.005	

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04250

Error: 0.0003 gl: 33

**GRÁFICO 12:** Prolificidad en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.



#### 4.14. Diámetro de mazorca (mm).

La prueba de Tukey (0.05) encontró cuatro subconjuntos diferentes, el mayor valor lo tuvo EX 003 a, con 54.63 mm, superando estadísticamente a todos los híbridos,

Le sigue el segundo grupo conformado por dos híbridos HEA 10775 R y 2B 710 con 52.25 y 52.13 mm respectivamente, luego se encuentra el híbrido HEA 13662 con 51.88 mm. Mientras que HEA 13235 con 47.50 mm, se encontró en el último lugar. (Cuadro 19 y Gráfico 13).

El promedio experimental fue de 50.836 mm.

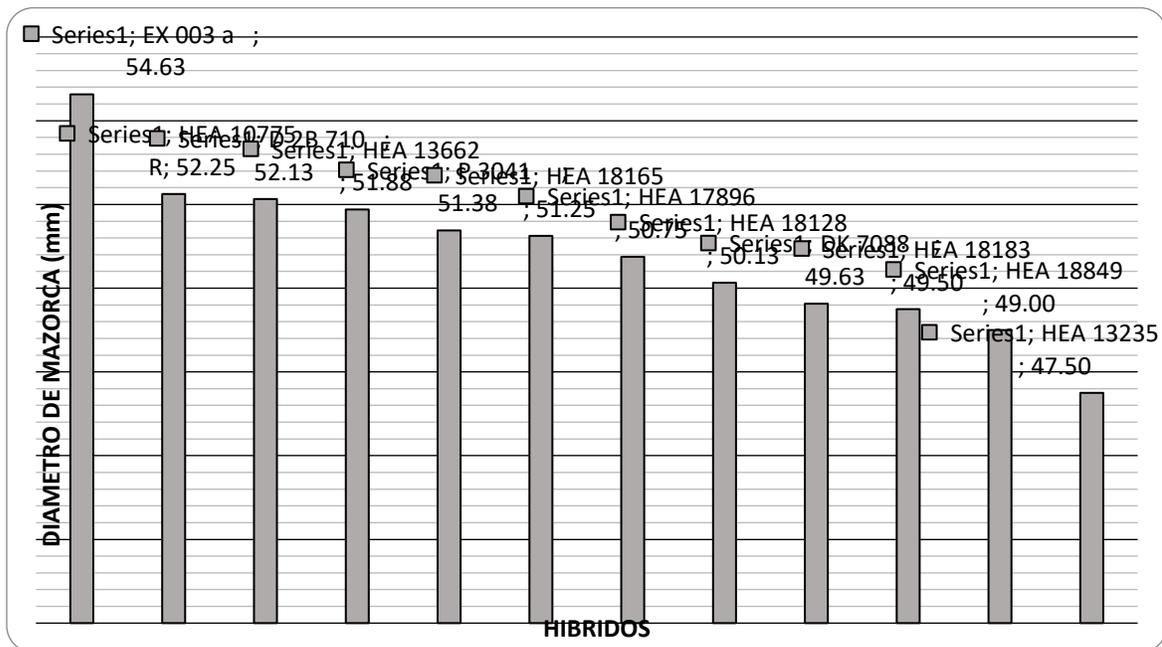
**CUADRO 19:** Diámetro de la mazorca en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.

O.M.	HÍBRIDO	Diámetro de la mazorca (mm)	Sig.(05)
1	EX 003 a	54.63	A
2	HEA 10775 R	52.25	AB
3	D 2B 710	52.13	AB
4	HEA 13662	51.88	ABC
5	P 3041	51.38	BC
6	HEA 18165	51.25	BC
7	HEA 17896	50.75	BC
8	HEA 18128	50.13	BCD
9	DK 7088	49.63	BCD
10	HEA 18183	49.50	BCD

11	HEA 18849	49.00	CD
12	HEA 13235	47.50	D
	Promedio	50.836	

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.88437 Error: 1.3497 gl: 33

**GRÁFICO 13:** Diámetro de la mazorca en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.



#### 4.15. Número de hileras por mazorca promedio

La prueba de Tukey (0.05) encontró cuatro subconjuntos diferentes, el superior formado por tres híbridos que tuvieron los mayores valores de número de hileras por mazorca, siendo los híbridos EX 003 a, D 2B 710 y DK 7088 con 21.25, 20.50 y 19.50 hileras, le siguen los híbridos HEA 18165 y HEA 17896 con 17.25 y 17.00

Mientras que el híbrido HEA 13235 con 13.25 mm se encontró en el último lugar de orden de mérito. (Cuadro 20 y Gráfico 14).

El promedio experimental fue de 16.854 hileras.

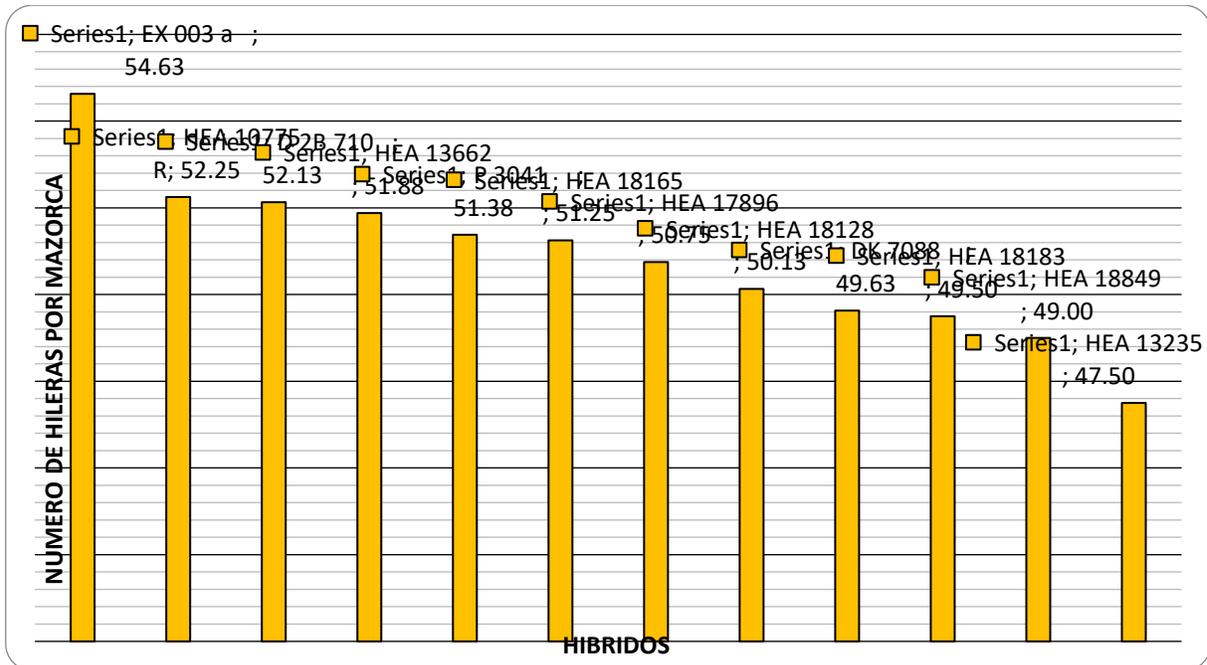
**CUADRO 20:** Número de hileras en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.

O.M.	HÍBRIDO	Número de hileras	Sig.(05)
1	EX 003 a	21.25	A
2	D 2B 710	20.50	A
3	DK 7088	19.50	A
4	HEA 18165	17.25	B
5	HEA 17896	17.00	B
6	HEA 10775 R	16.25	BC
7	HEA 18849	16.00	BC
8	P 3041	16.00	BC
9	HEA 18183	15.75	BC
10	HEA 13662	15.00	CD
11	HEA 18128	14.50	CD
12	HEA 13235	13.25	D
	Promedio	16.854	

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.87660

Error: 0.5713 gl: 33

**GRÁFICO 14:** Número de hileras en el comparativo de nueve híbridos comerciales y tres testigos de maíz amarillo duro y rendimiento de grano en Lambayeque 2015.



#### 4.16. Longitud de hoja en cm

La prueba de Tukey (0.05) encontró cuatro subconjuntos diferentes, el valor más alto lo obtuvo HEA 13235, con 83.0 cm, aunque sin existir diferencias estadísticas con los ocho híbridos que le siguen, superando estadísticamente al resto de híbridos, el segundo grupo está formado por nueve híbridos: P 3041, DK7088, D2B710, EX 003 a, HEA 18183, HEA 18849, HEA 17896 y HEA 10775 R, con 82.42, 81.08, 80, 78.92, 78.08, 77.42, 77.0 y 76.5 cm, respectivamente. Mientras que los híbridos HEA 18128 y HEA 18165, con 73.92 cm y 68.50 cm, respectivamente, tuvieron las menores longitudes de hoja. (Cuadro 21). El promedio experimental fue de 77.653 cm.

**Cuadro 21:** Longitud de hoja en cm

O.M.	HÍBRIDO	Longitud de hoja (cm)	Sig.(05)
1	HEA 13235	83.00	A
2	P 3041	82.42	AB
3	DK 7088	81.08	ABC
4	D 2B 710	80.00	ABC
5	EX 003 a	78.92	ABC
6	HEA 18183	78.08	ABC
7	HEA 18849	77.42	ABC
8	HEA 17896	77.00	ABC
9	HEA 10775 R	76.50	ABC
10	HEA 13662	75.00	BCD
11	HEA 18128	73.92	CD
12	HEA 18165	68.50	D
	Promedio	77.653	

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

#### **4.17. Número de Granos por Hilera**

La prueba de Tukey (0.05) encontró cuatro subconjuntos diferentes, el valor más alto lo obtuvo HEA 18165 con 37.3 granos, aunque sin existir diferencias estadísticas con los tres híbridos que le siguen y superando estadísticamente al resto de híbridos, estos altos valores influyeron en un mayor rendimiento en grano, como lo muestra la asociación altamente significativa, el segundo grupo está formado por cuatro híbridos: HEA 18128, HEA 18183, DK 7088 Y HEA 18849, con 35.0, 34.0, 32.8 y 31.8 granos, respectivamente. Mientras que los híbridos HEA 13235 y D 2B 710, con 30.1 y 29.4 granos quedaron últimos (Cuadro 22).

El promedio experimental fue de 4.4 cm

**Cuadro 22:** Número de Granos por Hilera

O.M.	Tratamientos	No Granos X Hilera	Sign
1	HEA 18165	37.3	A
2	HEA 10775 R	36.9	A
3	HEA 18128	35.0	AB
4	HEA 18183	34.0	ABC
5	DK 7088	32.8	BCD
6	HEA 18849	31.8	BCD
7	EX 003 a	31.1	CD
8	HEA 13662	31.1	CD
9	P 3041	30.9	CD
10	HEA 17896	30.8	CD
11	HEA 13235	30.1	D
12	D 2B 710	29.4	D
	Promedio	32.6	

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

#### 4.18. Número de Granos por Mazorca

La prueba de Tukey (0.05) encontró cinco subconjuntos diferentes, los valor más altos lo obtuvieron los híbridos EX 003 a, HEA 18165, DK 7088, D 2B 710 y HEA 10775 R, con 660.8, 644.8, 638.3, 602.1 y 598.6 granos por mazorca, aunque sin existir diferencias estadísticas entre ellos, superando estadísticamente al resto de híbridos, estos altos valores influyeron en un mayor rendimiento en grano, como lo muestra la asociación altamente significativa, el segundo grupo está formado por cinco híbridos: D 2B 710 y HEA 10775 R, HEA 18183, HEA 17896 y HEA 18849, con 602.1, 598.6, 535.4, 523.0 508.4 granos por mazorca, respectivamente. Mientras que los híbridos HEA 13662 y HEA 13235, con 4669 y 399.4 granos por mazorca quedaron últimos (Cuadro 23).

El promedio experimental fue de 4.4 cm

**Cuadro 23:** Número de Granos por Mazorca

O.M.	Tratamientos	No granos/mazorca	Sign
1	EX 003 a	660.8	A
2	HEA 18165	644.8	A
3	DK 7088	638.3	A
4	D 2B 710	602.1	AB
5	HEA 10775 R	598.6	ABC
6	HEA 18183	535.4	BCD
7	HEA 17896	523.0	BCD
8	HEA 18849	508.4	BCD
9	HEA 18128	507.8	CD
10	P 3041	494.8	D
11	HEA 13662	466.9	DE
12	HEA 13235	399.4	E
	Promedio	548.4	

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

#### 4.19. Longitud de Grano

La prueba de Tukey (0.05) encontró tres subconjuntos diferentes, los valores más altos lo obtuvieron HEA 18183 con 13.0 mm y HEA 17896, con 12.8 mm, aunque sin existir diferencias estadísticas con los siete híbridos que le siguen, superando estadísticamente al resto de híbridos, estos altos valores influyeron en un mayor rendimiento en grano, como lo muestra la asociación altamente significativa, el segundo grupo está formado por siete híbridos entre los cuales se encuentra el testigo DK 7088, con 12.3 mm. Mientras que los híbridos: D 2B 710 y P 3041 con 11.2 y 10.7 mm, respectivamente, quedaron últimos, por presentar las menores longitudes de grano (Cuadro 24).

El promedio experimental fue de 12 mm

**Cuadro 24:** Longitud de Grano

O.M.	Tratamientos	Longitud de Grano (mm)	Sign
1	HEA 18183	13.0	A
2	HEA 17896	12.8	A
3	HEA 18128	12.5	AB
4	EX 003 a	12.3	AB
5	DK 7088	12.3	AB
6	HEA 18165	12.2	AB
7	HEA 10775 R	12.2	AB
8	HEA 18849	12.0	ABC
9	HEA 13662	11.8	ABC
10	HEA 13235	11.3	BC
11	D 2B 710	11.2	BC
12	P 3041	10.7	C
	Promedio	12.0	

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

#### **4.20. Diámetro Tusa (mm)**

La prueba de Tukey (0.05) encontró seis subconjuntos diferentes, el valor más alto lo obtuvo D 2B 710 con 33.0 mm, superando estadísticamente al resto de híbridos, el segundo grupo está formado por tres híbridos: EX 003 a, HEA 13662 y P 3041, con 32.30, 32.10 y 31.80 mm, respectivamente. Mientras que el híbrido; HEA 18183, con 27.10 mm quedó último. (Cuadro 25).

El promedio experimental fue de 29.78 mm.

**Cuadro 25:** Diámetro Tusa (mm)

O.M.	Tratamientos	Diámetro Tusa (mm)	Sign
1	D 2B 710	33.00	A
2	EX 003 a	32.30	B
3	HEA 13662	32.10	B
4	P 3041	31.80	B
5	HEA 17896	30.40	C
6	HEA 13235	28.90	D
7	HEA 18128	28.80	DE
8	HEA 18849	28.50	DE
9	HEA 10775 R	28.40	DE
10	HEA 18165	28.10	E
11	DK 7088	28.10	E
12	HEA 18183	27.10	F
	Promedio	29.78	

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

#### **4.21. Aspecto de Planta**

La prueba de Tukey (0.05) encontró 2 subconjuntos diferentes, el valor más alto lo obtuvo DK 7088, SIN EXISTIR diferencias estadísticas con los nueve híbridos que le siguen y superando estadísticamente al resto de híbridos, el segundo grupo está formado por 10 híbridos: HEA 18128, HEA 10775 R , EX 003 a , HEA 17896 , HEA 18183 , HEA 13235 , HEA 13662 , HEA 18849 Y HEA 18165 variando 3.25 a 2.63 de aspecto, respectivamente. Mientras que el híbrido; D 2B 710, con 2.63 de aspecto quedo al final del cuadro. (Cuadro 26).

El promedio experimental fue de 3.02 de aspecto.

**Cuadro 26:** Aspecto de Planta

O.M.	Tratamientos	Aspecto Planta	Sign
1	DK 7088	3.38	A
2	HEA 10775 R	3.25	AB
3	HEA 18128	3.25	AB
4	EX 003 a	3.25	AB
5	HEA 13235	3.00	AB
6	HEA 18183	3.00	AB
7	HEA 17896	3.00	AB
8	HEA 13662	3.00	AB
9	HEA 18165	2.88	AB
10	HEA 18849	2.88	AB
11	P 3041	2.75	B
12	D 2B 710	2.63	B
	Promedio	3.02	

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

#### **4.22. Pta Descubierta Aspecto**

La prueba de Tukey (0.05) encontró 3 subconjuntos diferentes, el valor más alto lo obtuvo P 3041, superando estadísticamente al resto de híbridos, el segundo grupo está formado por 5 híbridos: HEA 13235, HEA 13662, HEA 10775 R, DK 7018 y EX 003 a, respectivamente. Mientras que el híbrido; HEA 18128 destacó por su menor longitud de mazorca. (Cuadro 27).

El promedio experimental fue de 4.4 cm.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
----------	---	----------------	-------------------	----

PtaDescubiertaAspecto 48 1.00 1.00 9.8E-07

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	19.67	14	1.40	5830753786131920.00	<0.0001
Bloque	0.00	3	0.00		sd sd
MATERIAL	19.67	11	1.79		sd sd
Error	0.00	33	0.00		
Total	19.67	47			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00000**

Error: 0.0000 gl: 33

**Cuadro 27:** Planta Descubierta Aspecto

<u>MATERIAL</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
P 3041	3.00	4	0.00	A
HEA 13235	2.00	4	0.00	B
HEA 13662	2.00	4	0.00	B
HEA 10775 R	2.00	4	0.00	B
DK 7088	2.00	4	0.00	B
EX 003 a	2.00	4	0.00	B
HEA 18165	1.00	4	0.00	C
HEA 18183	1.00	4	0.00	C
HEA 18849	1.00	4	0.00	C
HEA 17896	1.00	4	0.00	C
D 2B 710	1.00	4	0.00	C
<u>HEA 18128</u>	<u>1.00</u>	<u>4</u>	<u>0.00</u>	<u>C</u>

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

## **4.23. Regresiones y Correlaciones**

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 fueron:

### **4.23.1. Rendimiento de Grano y Días al 50% de Floración Masculina**

El análisis de relación entre rendimiento en grano y días al 50% de floración masculina, arrojó alta significación estadística, con un coeficiente de correlación negativa de  $r = -0.451^{**}$ , mostrando que estas características están asociadas en forma inversa. El coeficiente de determinación de  $R^2 = 20.4\%$ , indica que del 100% de la variaciones en el rendimiento, el 20.4% es atribuible al número de días para alcanzar el 50% de floración masculina, El coeficiente de regresión fue  $b = -0.3712^{**}$ , valor que indica que por cada día que se tarde en alcanzar el 50% de floración masculina, el rendimiento en grano disminuirá en 0.3712 tm/ha, debido al mayor crecimiento aéreo de las plantas, gastando su energía en la formación del tallo y hojas en desmedro del peso de grano.

### **4.23.2. Rendimiento de grano y acame de tallo**

El análisis de relación entre rendimiento en grano y acame de tallo, arrojó alta significación estadística, con un coeficiente de correlación negativa de  $r = -0.474^{**}$ , mostrando que estas características están asociadas en forma inversa. El coeficiente de determinación de  $R^2 = 22.5\%$ , indica que del 100% de las variaciones en el rendimiento, el 22.5 % es atribuible al acame; el coeficiente de regresión fue  $b = -0.6525^{**}$ , valor que indica que por cada planta acamada por parcela, el rendimiento en grano disminuirá en 0.6525 tm/ha por hectárea, debido al deterioro y pérdida de las mazorcas caídas, disminuyendo el rendimiento de grano.

#### **4.23.3. Rendimiento de grano y aspecto de mazorca**

El análisis de relación entre rendimiento en grano y aspecto de mazorca, arrojó alta significación estadística, con un coeficiente de correlación negativa de  $r = -0.471^{**}$ , mostrando que estas características están inversamente asociadas. El coeficiente de determinación de  $R^2 = 22.1 \%$ , indica que del 100% de las variaciones en el rendimiento, el 22.1 % es atribuible al aspecto de la mazorca; el coeficiente de regresión fue  $b = -0.9109^{**}$ , valor que indica que por cada grado que se incremente en la calificación en el aspecto de mazorca (disminución del buen aspecto), el rendimiento en grano disminuirá en 0.9109 tm/ha por hectárea, debido a la falta de adaptación de los genotipos al medio de evaluación, disminuyendo el rendimiento de grano.

#### **4.23.4. Rendimiento de maíz en grano y diámetro de mazorca**

El análisis de relación entre rendimiento en grano y diámetro de mazorca, arrojó alta significación estadística, con un coeficiente de correlación de  $r = 0.492^{**}$ , mostrando que estas características están asociadas en forma directa. El coeficiente de determinación de  $R^2 = 24.1 \%$ , indica que del 100% de las variaciones en el rendimiento, el 24.1 % es atribuible al diámetro de mazorca; el coeficiente de regresión fue  $b = 4.488^{**}$ , valor que indica que por cada centímetro que se incremente en el diámetro de mazorca, el rendimiento en grano se incrementará en 4.488 tm/ha por hectárea, debido al incremento del número de hileras por mazorca, pero solo para los límites considerados.

#### **4.23.5. Rendimiento de grano y número de hileras por mazorca**

El análisis de relación entre rendimiento de grano y el número de hileras por mazorca, indica que hay significación estadística, para el modelo lineal, con un coeficiente de correlación de  $r = 0.358^*$  mostrando una asociación genética entre estas características, el coeficiente de determinación es de  $R^2 = 12.8\%$ , que indica que del 100% de las variaciones en el rendimiento, el 12.8% es atribuible al número de hileras por mazorca; el valor de  $b = 0.3926^*$ , indica que por cada hilera que se incremente por mazorca, el rendimiento en grano aumentará en 0.392.6 tm/ha, debido al incremento de granos por mazorca.

#### 4.23.6. Rendimiento de maíz en grano y granos por hilera

El análisis de relación indica una alta significación entre estas dos características. El coeficiente de correlación es  $r = 0.527^{**}$ , mostrando una alta asociación genética. El coeficiente de determinación es  $R^2 = 27.8\%$ , que indica que del 100% de las variaciones en el rendimiento el 27.8% es atribuible al número de granos por hilera. El valor de  $b = 0.2809^{**}$ , positivo y altamente significativo, que indica que por cada grano adicional que se incrementa por hilera, el rendimiento en grano se incrementará en 0.2809 tm/ha.

#### 4.23.7. Rendimiento de maíz en grano y granos por mazorca

El análisis de relación indica una alta significación entre estas características. El coeficiente de correlación es  $r = 0.545^{**}$ , mostrando una alta asociación genética. El coeficiente de determinación fue  $R^2 = 29.7\%$ , que indica que del 100% de las variaciones en el rendimiento el 29.7% es atribuible al número de granos por mazorca. El coeficiente de regresión de  $b = 0.01046^{**}$ , positivo y altamente significativo, indica que por cada grano que se incrementa por mazorca, el rendimiento en grano se incrementará en 0.1046 tm/ha. (Cuadro 28).

Para el resto de relaciones no se encontró significación estadística.

**Cuadro 28:** Correlación y regresión lineal entre el rendimiento en grano (tm/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. F.masculina	-0.451 **	20.37	-0.3712**	Y = 32.64 - 0.3712X
Rdto. Vs. Acame tallo	-0.474 **	22.46	-0.6525**	Y= 8.2611 - 0.6525X
Rdto. Vs. AspectoMazorca	-0.471**	22.15	-0.9109**	Y = 9.5815 - 0.9109X
Rdto. Vs. Diámetro-mazorca	0.492**	24.17	4.488**	Y= -14.698 + 4.488X

<b>Rdto. Vs. Hileras/mzca</b>	0.358*	12.81	0.3926*	$Y= 2.114 + 0.3926X$
<b>Rdto. Vs. Granos/ Hilera</b>	0.527 **	27.777	0.2809**	$Y= -3.0099 + 0.2809X$
<b>Rdto. Vs. Granos/ mazorca</b>	0.545 **	29.65	0.0105**	$Y= 1.9183 + 0.0105X$

**Cuadro 29:** Correlaciones de Pearson del rendimiento y las variables evaluadas

	Rendimiento (Tn.)	Días a la Florac	% germinación
Días a la Florac	0.005		
	0.973		
% germinación	0.279	0.466	
	0.055	0.001	
Área foliar (cm2	-0.121	-0.285	-0.187
	0.413	0.050	0.202
Número de hojas/	0.131	0.418	0.071
	0.376	0.003	0.631
Altura de planta	0.154	0.535	0.196
	0.295	0.000	0.183
Altura de Inserc	0.176	0.482	0.182
	0.232	0.001	0.217
Prolificidad	0.041	0.338	0.165
	0.784	0.019	0.262

Ancho de hoja (c	0.216	-0.388	-0.025
	0.140	0.006	0.865
Longitud de mazo	0.013	-0.370	-0.033
	0.932	0.010	0.826
Diámetro de mazorca	0.128	-0.581	-0.163
	0.387	0.000	0.267
Número de hilera	0.133	-0.577	-0.092
	0.369	0.000	0.536
Porcentaje de grano	0.174	0.275	0.043
	0.237	0.059	0.772
Longitud de hoja	-0.475	0.077	-0.252
	0.001	0.605	0.084
Peso Mazorca Sup	-0.074	-0.187	0.016
	0.617	0.204	0.912
Peso Grano M,Sup	-0.063	-0.165	0.019
	0.672	0.263	0.898
No Granos X Hile	0.509	0.354	0.234
	0.000	0.014	0.109
No granos/mazorc	0.390	-0.294	0.064

	0.006	0.043	0.668
Longitud grano	0.556	0.185	0.321
	0.000	0.208	0.026
Ancho-grano (mm)	-0.258	0.427	0.077
	0.077	0.003	0.604
Espesor-grano (m)	0.026	-0.237	0.040
	0.859	0.105	0.788
Diametro Tusa (m)	-0.355	-0.805	-0.462
	0.013	0.000	0.001
Longitud Tusa(cm)	-0.028	-0.337	-0.023
	0.849	0.019	0.874
Aspecto Planta	0.499	0.173	0.243
	0.000	0.239	0.096
Prolificidad_1	0.041	0.338	0.165
	0.784	0.019	0.262
PtasCosechadas	-0.024	0.293	-0.198
	0.871	0.043	0.178
% Acame Tallo	0.060	0.258	0.343
	0.687	0.077	0.017

% Acame Raíz	-0.223	0.023	0.019
	0.128	0.879	0.897
FusariumAspecto	-0.268	-0.661	-0.134
	0.065	0.000	0.366
PtaDescubiertaAs	-0.490	0.032	-0.203
	0.000	0.827	0.166

**Correlaciones: RENDIMIENTO , % GERMINACION, FMASCULINA, FFEMENINA.**

	RENDIMIENTO Tn./	% GERMINACION	FMASCULINA
Largo de hoja	-0.475	-0.252	0.083
	0.001	0.084	0.575
Vellosidad1-9-1s	0.366	0.216	-0.087
	0.011	0.141	0.557
RaquisI	0.372	0.130	0.373
	0.009	0.380	0.009
RaquisII	-0.399	-0.044	-0.138
	0.005	0.765	0.350
GrosorTallo	-0.199	0.367	-0.003
	0.174	0.010	0.985
Enfermedad	-0.427	-0.099	0.050
	0.002	0.504	0.735
No Granos X Hile	0.509	0.234	0.222
	0.000	0.109	0.130
No granos/mazorc	0.390	0.064	-0.358
	0.006	0.668	0.012

LongitudGrano	0.556 0.000	0.321 0.026	0.191 0.192
Diametro Tusa (m)	-0.355 0.013	-0.462 0.001	-0.757 0.000
Aspecto Planta	0.499 0.000	0.243 0.096	0.120 0.417
PtaDescubiertaAs	-0.490 0.000	-0.203 0.166	-0.057 0.701

#### 4.24. Regresión múltiple

Al aplicar la metodología Stepwise (paso a paso), se encontró que las variables que más influyen en el rendimiento fueron: Longitud de grano, Longitud de hoja, ancho de grano, Longitud de tusa y Prolificidad, con un coeficiente de determinación de  $r^2 = 99.4$

Indicando ejemplo que por cada kilo/ha/día que se incremente en la eficiencia productiva, el rendimiento en grano se incrementará en 107 kilos/ha, manteniendo constante el resto de variables

#### Regresión paso a paso: Rendimiento vs. Días a la FI, %germinación.

La respuesta es Rendimiento (Tn./Ha) en 29 predictores, con N = 48

Paso	1	2	3	4	5
Constante	2.28762	-0.03707	-0.88444	1.74394	4.64368
Longitud grano (mm)	0.532	0.437	0.382	0.211	0.250
Valor T	4.54	4.01	3.75	2.04	2.52
Valor P	0.000	0.000	0.001	0.048	0.016
No Granos X Hilera		0.106	0.088	0.074	0.095
Valor T		3.46	3.04	2.84	3.63

Valor P	0.001	0.004	0.007	0.001	
Aspecto Planta		0.70	0.88	0.90	
Valor T		3.04	4.15	4.45	
Valor P		0.004	0.000	0.000	
PtaDescubiertaAspecto			-0.44	-0.39	
Valor T			-3.45	-3.19	
Valor P			0.001	0.003	
Días a la Floración				-0.052	
Valor T				-2.45	
Valor P				0.019	
Peso Mazorca Superior(g)					
Valor T					
Valor P					
S	0.649	0.583	0.536	0.480	0.454
R-cuad.	30.94	45.44	54.88	64.66	69.07
R-cuad.(ajustado)	29.44	43.01	51.81	61.38	65.39
Paso	6				
Constante	6.58395				
Longitud grano (mm)	0.300				
Valor T	3.17				
Valor P	0.003				

No Granos X Hilera	0.136
Valor T	4.71
Valor P	0.000
Aspecto Planta	0.72
Valor T	3.60
Valor P	0.001
PtaDescubiertaAspecto	-0.30
Valor T	-2.48
Valor P	0.017
Días a la Floración	-0.075
Valor T	-3.46
Valor P	0.001
Peso Mazorca Superior(g)	-0.00200
Valor T	-2.67
Valor P	0.011
S	0.425
R-cuad.	73.64
R-cuad.(ajustado)	69.78
Paso	7
Constante	7.680

Longitud grano (mm)	0.273
Valor T	2.92
Valor P	0.006
No Granos X Hilera	0.125
Valor T	4.30
Valor P	0.000
Aspecto Planta	0.64
Valor T	3.18
Valor P	0.003
PtaDescubiertaAspecto	-0.36
Valor T	-2.94
Valor P	0.005
Días a la Floración	-0.052
Valor T	-2.11
Valor P	0.041
Peso Mazorca Superior(g)	-0.00227
Valor T	-3.04
Valor P	0.004
Ancho-grano (mm)	-0.19
Valor T	-1.76
Valor P	0.086

S	0.414
R-cuad.	75.54
R-cuad.(ajustado)	71.25

### **Análisis de regresión: Rendimiento vs. Longitud gra, No Granos X.**

La ecuación de regresión es

$$\begin{aligned} \text{Rendimiento (Tn./Ha)} = & 6.58 + 0.300 \text{ Longitud grano (mm)} \\ & + 0.136 \text{ No Granos X Hilera} + 0.722 \text{ Aspecto Planta} \\ & - 0.296 \text{ PtaDescubiertaAspecto} \\ & - 0.0754 \text{ Días a la Floración} \\ & - 0.00200 \text{ Peso Mazorca Superior(g)} \end{aligned}$$

Predictor	Coef	Coef. de EE	T	P
Constante	6.584	1.831	3.60	0.001
Longitud grano (mm)	0.30038	0.09476	3.17	0.003
No Granos X Hilera	0.13622	0.02894	4.71	0.000
Aspecto Planta	0.7216	0.2002	3.60	0.001
PtaDescubiertaAspecto	-0.2956	0.1191	-2.48	0.017
Días a la Floración	-0.07536	0.02178	-3.46	0.001
Peso Mazorca Superior(g)	-0.0019960	0.0007487	-2.67	0.011

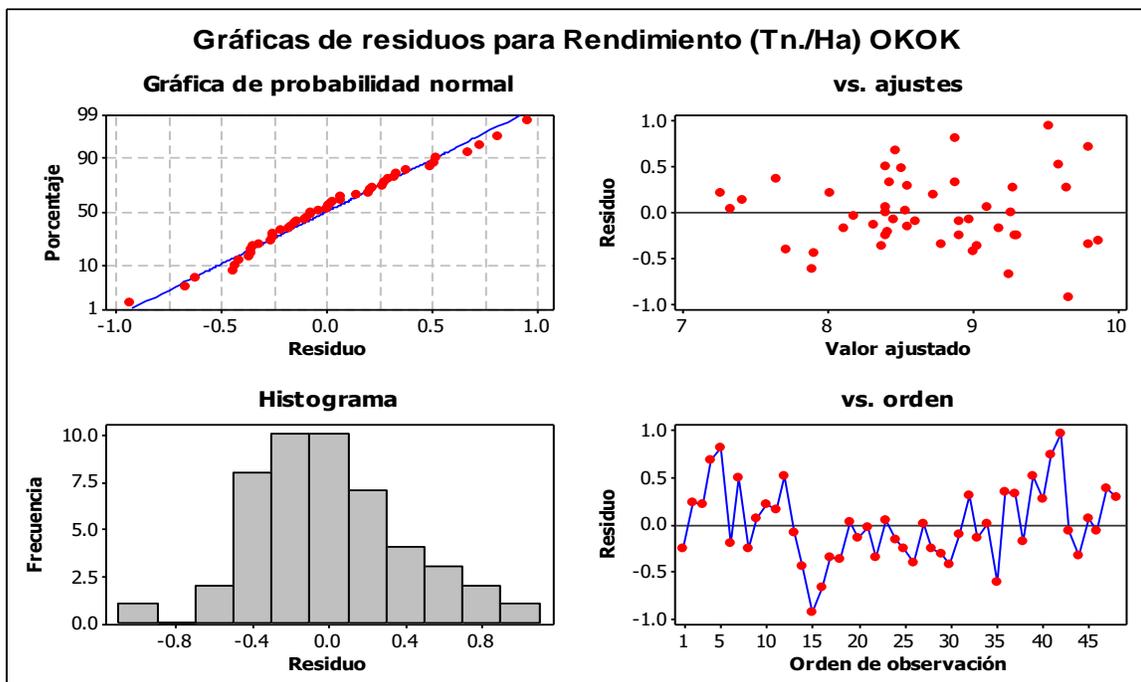
S = 0.424613    R-cuad. = 73.6%    R-cuad.(ajustado) = 69.8%

### **Análisis de varianza**

Fuente	GL	SC	MC	F	P
<b>Regresión</b>	6	20.6526	3.4421	19.09	0.000
<b>Error Residual</b>	41	7.3921	0.1803		
<b>Total</b>	47	28.0447			

Fuente	GL	SC sec.
Longitud grano (mm)	1	8.6781
No Granos X Hilera	1	4.0653
Aspecto Planta	1	2.6488
Planta Descubierta Aspecto	1	2.7425
Días a la Floración	1	1.2364
Peso Mazorca Superior(g)	1	1.2814

Gráfico 15: Residuos para Rendimiento (Tn./Ha)



## 4.25. Análisis Multivariado

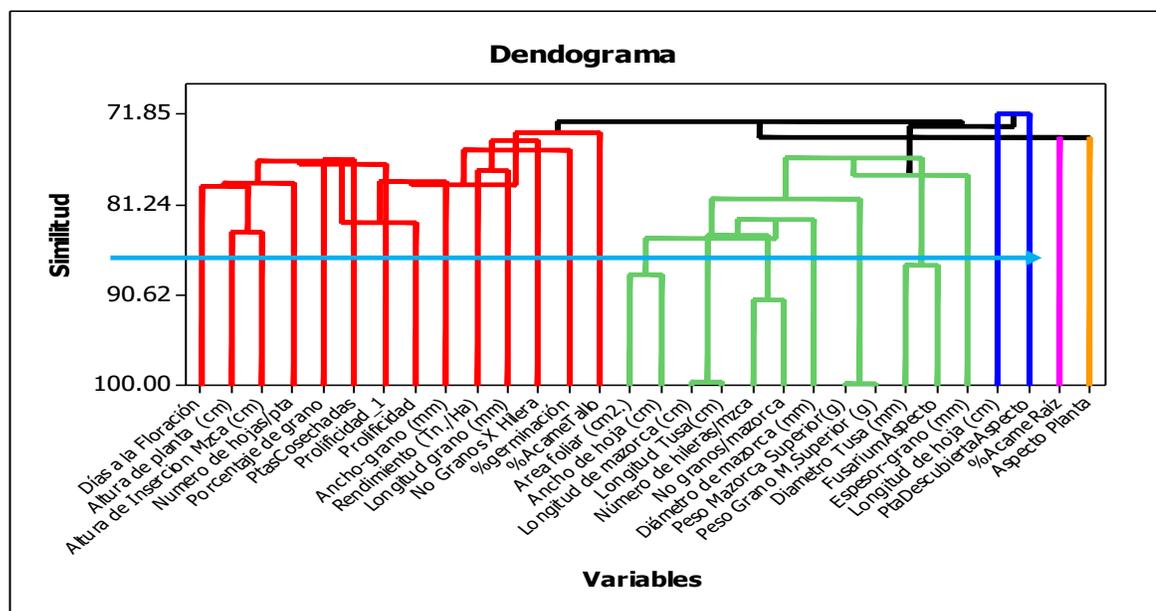
### 4.25.1. Dendograma

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 verde) al nivel del 44,44 % de similitud, existen 3 grupos diferentes, la observación más distante al resto es el testigo, ya que es la última (mayor distancia) en incorporarse al cluster final. Por el contrario, las líneas más cercanas entre sí son las variedades PMC 564 y PMC 584, que forman el primer grupo (distancia más próxima a 0), luego Blanco Urubamba con Cajamarquino, que forman el segundo, respectivamente (Figura 14).

**Gráfico 14. Dendograma para las variedades en estudio**



#### 4.25.2. Análisis de los Componentes Principales

En los Gráficos 16 y 17, 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 59.8 % de la variación total. En la gráfica 40, se nota la gran variabilidad de las variedades evaluadas, observándose cuatro grupos que están en distintos cuadrantes, mostrando gran diversidad genética, se nota que el testigo está en el primer cuadrante, los híbridos, EX 003 a y D 2B 710, están a la derecha

de la gráfica teniendo un mayor tamaño de mazorca. Mientras a la izquierda del gráfico se encuentra al híbrido HEA 13235, que presenta el menor tamaño de mazorca. En forma similar se clasifica a los genotipos según granos por mazorca, destacando HEA 18165 ubicado en la parte superior, con el mayor número de granos por mazorca. Contrariamente en la parte inferior se encuentran a los híbridos P 3041 y D 2B 710, ubicados en el IV cuadrante.

El primer componente tiene una varianza (eigenvalue) de 12.067 y explica el 40.2 % del total de la varianza. El segundo componente principal, tiene una varianza de 5.860 y contribuye con un 19.5 % de la variabilidad, dando un acumulado de 59.8 % de la variabilidad total. El tercer componente contribuye con un 9.0 % de la variabilidad, sumando los tres componentes explican el 68.8 % de la variabilidad total y así sucesivamente hasta el componente 7.

El primer componente (PC1) está relacionado al componente Tamaño de mazorca, por tener altos valores de magnitud en PC1 en los atributos: Prolificidad, longitud y diámetro de mazorca y longitud de tusa (**en color verde**), ejemplo variedad EX 003 a (ubicado a la derecha de la figura). Mientras que PC2, está relacionada a Granos por mazorca, porque incluye: rendimiento de grano, número de granos x hilera y longitud de grano (**coloreado en rojo**), Mientras PC3, se relaciona con Longitud de hoja y cobertura de mazorca (**Coloreado en azul**). Etc.

**Análisis de componente principal: Días a la FI, %germinación, Área foliar, Núm.**

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

Valor propio	12.067	5.860	2.714	2.451	2.058	1.553	1.341	0.795	0.666
Proporción	0.402	0.195	0.090	0.082	0.069	0.052	0.045	0.026	0.022
Acumulada	0.402	0.598	0.688	0.770	0.838	0.890	0.935	0.961	0.984

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
Días a la Floración	-0.203	0.132	0.240	0.122	0.273	-0.088	-0.011
%germinación	-0.081	0.273	0.196	0.153	-0.044	-0.087	-0.174
Área foliar (cm2.)	0.247	0.009	0.129	-0.077	0.188	-0.110	-0.211

Numero de hojas/pta.	-0.205	0.015	0.134	-0.297	-0.061	0.288	0.235
Altura de planta (cm)	-0.153	0.247	0.271	0.071	0.048	-0.236	0.161
Altura de Inserción Mzca (cm)	-0.215	0.133	0.072	-0.103	-0.220	-0.213	0.234
Prolificidad	-0.255	-0.035	-0.233	0.077	0.043	-0.119	-0.044
Rendimiento (Tn./Ha)	-0.008	0.334	-0.134	-0.086	-0.179	0.266	-0.156
Ancho de hoja (cm)	0.232	0.186	-0.094	0.025	0.008	-0.145	-0.116
Longitud de mazorca (cm)	0.256	0.116	-0.015	-0.190	0.065	-0.101	0.073
Diámetro de mazorca (mm)	0.255	0.053	-0.065	0.121	-0.203	-0.010	0.171
Número de hileras/mzca	0.235	0.077	-0.016	-0.327	-0.039	-0.041	-0.022
Porcentaje de grano	-0.165	0.054	-0.195	-0.320	0.143	0.249	0.141
Longitud de hoja (cm)	0.039	-0.245	0.343	-0.152	0.287	0.019	-0.141
Peso Mazorca Superior(g)	0.182	0.115	-0.236	0.265	0.262	-0.003	0.133
Peso Grano M,Superior (g)	0.170	0.122	-0.259	0.242	0.281	0.018	0.150
No Granos X Hileras	-0.052	0.331	-0.165	0.163	0.154	-0.016	0.231
No granos/mazorca	0.188	0.254	-0.093	-0.225	0.047	-0.051	0.127
Longitud grano (mm)	-0.042	0.324	0.019	-0.025	-0.167	0.247	-0.317
Ancho-grano (mm)	-0.216	-0.121	-0.071	0.301	-0.068	-0.054	-0.174
Espesor-grano (mm)	0.203	0.036	0.183	0.346	0.040	0.124	-0.150
Diámetro Tusa (mm)	0.190	-0.264	-0.028	0.018	-0.268	-0.004	0.028
Longitud Tusa (cm)	0.257	0.104	0.002	-0.164	0.112	-0.122	0.090
Aspecto Planta	0.024	0.241	0.271	0.108	0.109	0.481	-0.082
Ptas. Cosechadas	-0.177	-0.095	-0.283	-0.091	0.317	0.180	0.059
%Acame Tallo	-0.128	0.214	0.123	-0.165	0.022	-0.465	-0.054
%Acame Raíz	0.017	-0.131	-0.073	-0.192	0.411	-0.073	-0.379
Fusarium Aspecto	0.190	-0.188	-0.092	0.066	-0.208	-0.005	0.000
Pta. Descubierta: Aspecto	0.071	-0.164	0.338	0.128	0.175	0.108	0.494

PC1= Tamaño de mazorca

PC2= Granos por mazorca

PC3= Longitud de hoja y cobertura de mazorca

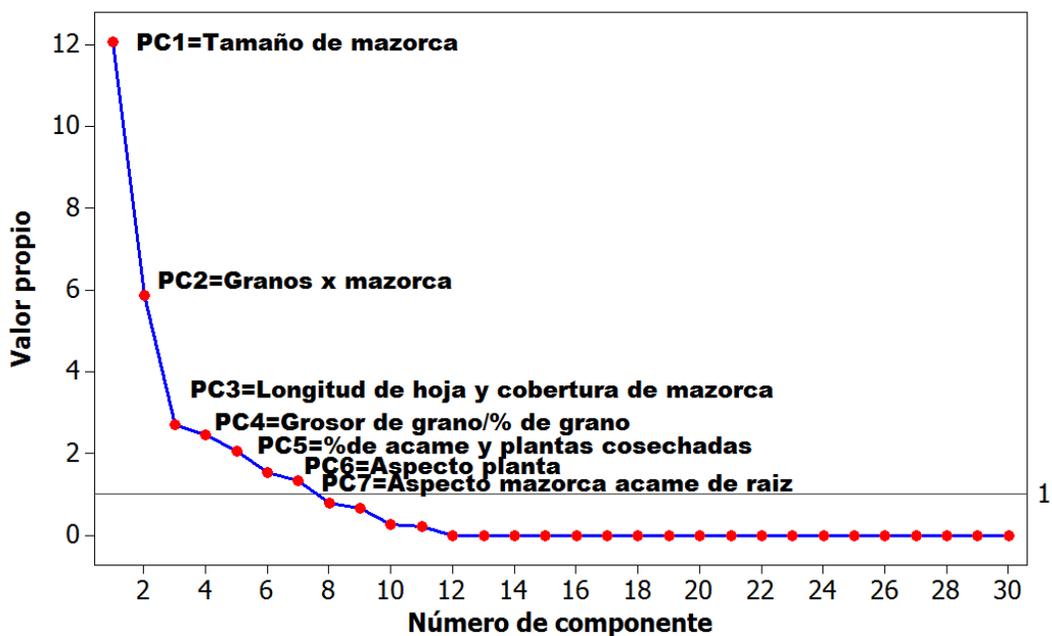
PC4= Grosor de grano/% de grano

PC5= % de acame y plantas cosechadas

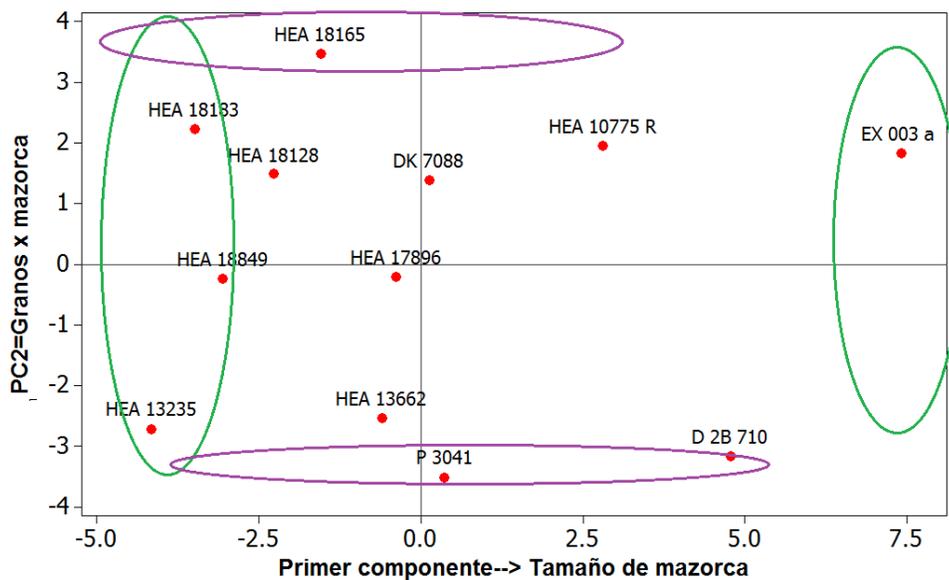
PC6= Aspecto de planta

PC7= Aspecto de mazorca/acame de raíz

**Gráfico16:** Sedimentación para las variables evaluadas



**Gráfico 18:** Puntuación para las variables evaluadas



## 4.26. Prueba de los Supuestos del Análisis de Varianza

### 4.26.1. Contraste de Normalidad de los Datos

Previo a la realización de los análisis estadísticos respectivos, se hicieron las pruebas de normalidad de los datos, que es una de las asunciones del análisis de varianza, para la aplicación de la estadística paramétrica, para que los resultados de los análisis tengan validez y se pueda hacer el proceso de inferencia estadística a partir de la muestra. (EISENHART 1974 MILLER N. J y MILLER J.C. 2002).

Es necesario que muchos contrastes estadísticos supongan que los datos utilizados proceden de una población normal, el método para contrastar esta hipótesis de una forma visual simple de comprobar si un grupo de datos procede de una distribución normal es representar una curva de frecuencias acumuladas en un papel gráfico especial denominado papel de probabilidad normal. Para este caso se trabajó con la información del rendimiento de grano que es la variable dependiente, se encontró que tiene distribución normal se nota que todos los datos de los cuatro tratamientos caen dentro del cinturón de seguridad de la prueba (intervalos de confianza), resultados que indican que los datos tienen una distribución normal. Se muestran los resultados de los intervalos de confianza (límites inferior y superior) al 95 % de confianza para la distribución.

El papel de probabilidad normal tiene una escala no lineal en el eje del porcentaje de frecuencia acumulada, lo que convierte la curva en forma de S en una línea recta. Los puntos se sitúan aproximadamente sobre una línea recta, confirmando la hipótesis que los datos proceden de una distribución normal, existen 3 algoritmos diferentes para calcular las frecuencias acumulativas del rendimiento, La prueba de la normalidad, se hizo con la metodología de Anderson y Darling, reportado por Miller, J, N y Miller J C (2002).

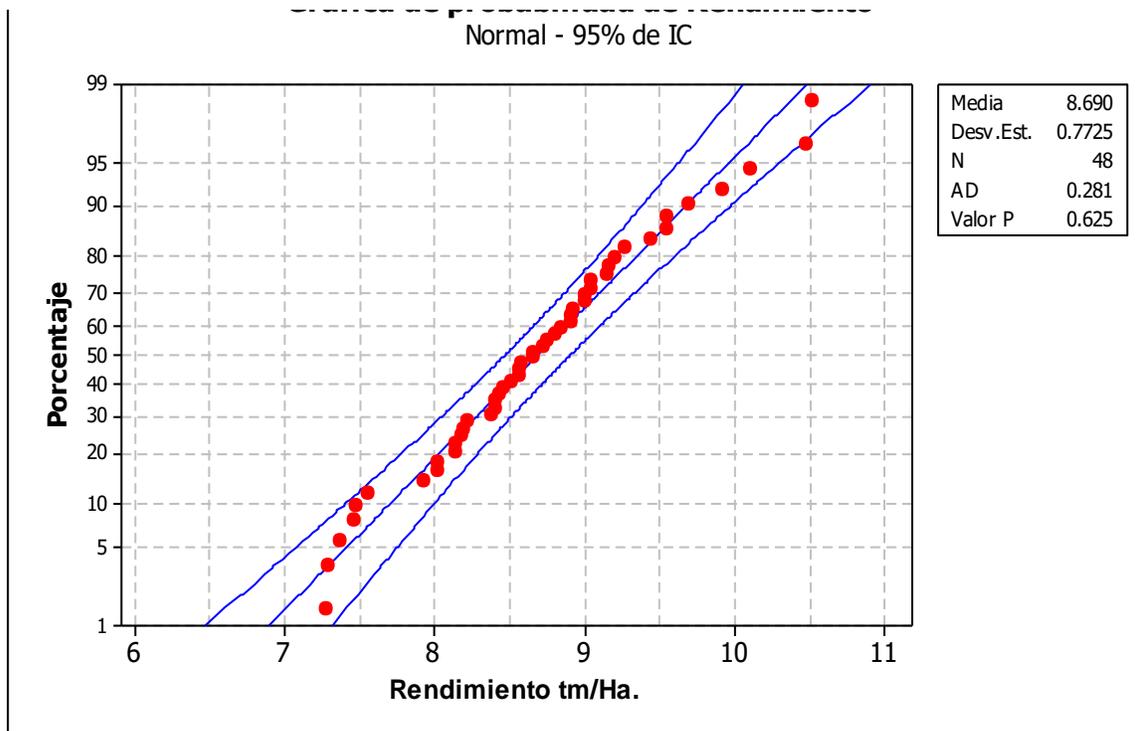
La hipótesis para la prueba de normalidad fue:

Ho: los datos siguen una distribución normal vs. H1: los datos no siguen una distribución normal,

La prueba estadística fue la correlación, como los puntos están dentro del cinturón se dice que los datos tienen distribución normal, entonces se acepta la hipótesis nula,

indicando que las muestras tienen distribución normal, proviniendo por lo tanto de una población normal.

**Gráfico 19:** Probabilidad de Rendimiento



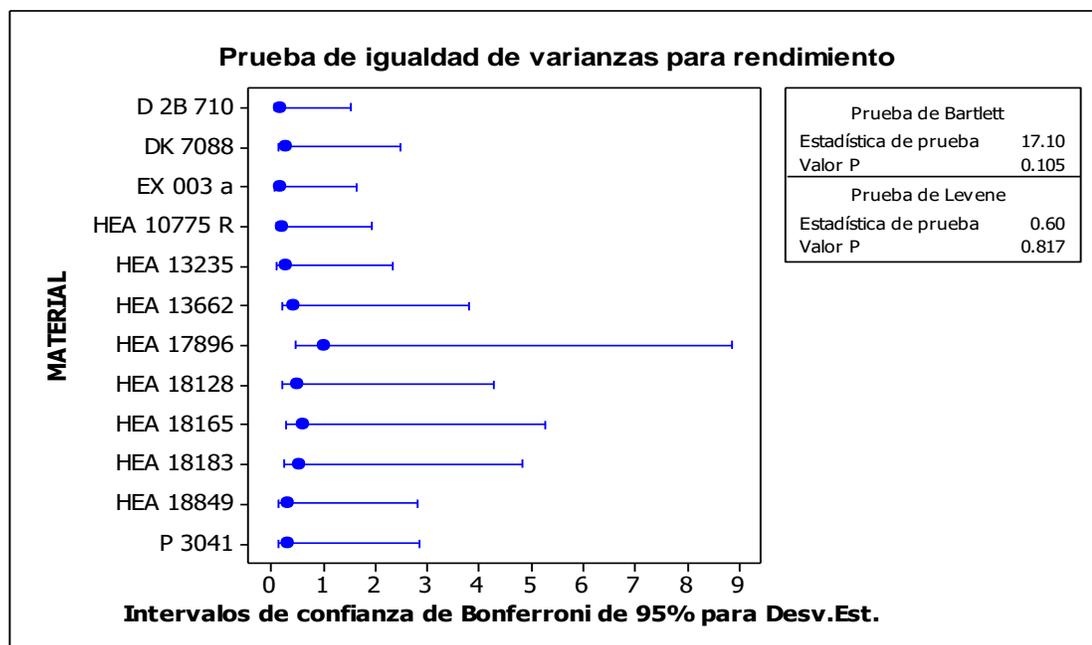
#### 4.26.2. Prueba de Homogeneidad de Varianzas

Una de los supuestos fundamentales del análisis de varianza, es la homogeneidad de varianzas, que usa la prueba de la varianza para realizar la prueba de la hipótesis para la igualdad o la homogeneidad de varianzas, usando las pruebas de Bartlett.

La prueba de hipótesis planteada fue:

Ho: las varianzas son homogéneas, comparado con la alternativa.

Ha: las varianzas no son homogéneas, como los valores del nivel de significación son mayores de  $\alpha$ , ( $P=0.062$ ) para Bartlett, entonces aceptamos la hipótesis nula, indicando varianzas son homogéneas, para tratamientos, Gráfico siguiente.



#### 4.27. Clasificación por atributos especiales

##### Atributos especiales

Clave	<i>MATERIAL</i>	<i>Comportamiento</i>	<i>Color de Grano</i>	<i>Tipo de Grano</i>
1	<i>HEA 10775 R</i>	<i>Suscep a virus</i>	amarillo	Dentado
2	<i>HEA 13235</i>	<i>Suscep a virus</i>	amarillo	Dentado
3	<b>HEA 18165</b>	<i>Suscep moderada a virus</i>	semianaranjado	Dentado
4	<b>HEA 18183</b>	<i>Suscep moderada a virus</i>	semianaranjado	Dentado
5	<b>HEA 18128</b>	No Virus	anaranjado	semicristalino
6	<i>HEA 17896</i>	No Virus	anaranjado	semidentado
7	<i>EX 003 a</i>	No Virus	anaranjado	Cristalino
8	<i>HEA 18849</i>	No Virus	anaranjado	semidentado
9	<i>HEA 13662</i>	No Virus	anaranjado	semicristalino
10	<i>D 2B 710</i>	<i>Suscep a virus</i>	semianaranjado	Cristalino
11	<i>P 3041</i>	<i>Suscep moderada a virus</i>	anaranjado	semicristalino
12	<b>DK 7088</b>	No Virus	anaranjado	Semicristalino

## V. CONCLUSIONES

Considerando las condiciones en las que se realizó el presente trabajo de investigación, los tratamientos empleados, los objetivos propuestos y los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

### **Objetivo 1:** (Evaluar e identificar híbridos de mayor rendimiento)

- 1) Para la característica rendimiento de grano los mejores híbridos fueron: HEA 18128 con 9.81 Tm/ha, superando estadísticamente en 6.98% al mejor testigo (DK 7088), le siguen HEA 18165 con 9.26 Tm/ha, HEA 18183 y DK 7088 con 9.18 y 9.17 Tm/ha, respectivamente, entre los cuales no existen diferencias estadísticas significativas, Mientras que los híbridos P 3041 (testigo) y HEA 13235, tuvieron los más bajos rendimientos con 7.56 y 7.55 Tm/ha, respectivamente. Los híbridos que alcanzaron los mayores rendimientos tuvieron altos valores en número de granos por hilera, número de granos por mazorca, longitud de grano y buena cobertura de mazorca, características importantes que se asociaron significativamente en forma positiva con rendimiento en grano, mientras la relación fue negativa con longitud de hoja.

### **Objetivo 2:** (Determinar características agronómicas sobresalientes en los nuevos genotipos)

- 2) El híbrido D 2B fue el genotipo de menor estatura de planta (1.58 m) aunque de rendimiento regular, característica deseable en un programa de fitomejoramiento, fue además el genotipo más precoz, necesitando de 72.75 días para alcanzar el 50% de floración, y presenta una buena área foliar con 661.50 cm<sup>2</sup>
- 3) El híbrido HEA 18128, con un buen rendimiento es resistente a los virus, en forma semejante al testigo DK 7088.
- 4) Los híbridos HEA 18165, HEA 18183, tienen buena calidad de grano, referente a la color seminaranja que tiene mejor precios en el mercado.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Dentro del proceso de mejoramiento de un experimento aislado, poco se podría lograr, por ello se recomienda continuar este trabajo de investigación, realizando diversos ensayos de rendimiento en otras zonas productoras de maíz amarillo duro para determinar el rango de adaptabilidad de los híbridos superiores.
- Es recomendable realizar este tipo de trabajos con un análisis de rentabilidad para así dar mayor amplitud a la investigación en el momento de confrontar los datos experimentales con una realidad que se tiene en un campo comercial.
- Los híbridos que presentaron mejores características pueden ser evaluadas en condiciones de invierno.

## VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en Lambayeque. Los híbridos evaluados, 3 testigos comerciales: 2B 710, P 3041, DK 7088; 9 son híbridos traídos de Colombia: HEA 10775 R, HEA 13235, HEA 18165, HEA 18183, HEA 18128, HEA 17896, EXX 003a, HEA 18849, HEA 13662. El diseño experimental empleado en el presente trabajo de investigación fue el diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 4 repeticiones. Las labores culturales fueron efectuadas de acuerdo a la forma de conducción de un campo experimental siendo las siguientes, preparación de suelo, desinfección de la semilla, siembra, desahije, riegos oportunos, control de malezas y plagas, fertilización y cosecha, las observaciones durante la conducción del experimento se efectuaron de acuerdo a la metodología utilizada en la zona.

- Para la característica rendimiento de grano los mejores híbridos fueron: HEA 18128 con 9.81 Tm/ha, superando estadísticamente en 6.98% al mejor testigo (DK 7088), le siguen HEA 18165 con 9.26 Tm/ha, HEA 18183 y DK 7088 con 9.18 y 9.17 Tm/ha, respectivamente, entre los cuales no existen diferencias estadísticas significativas, Mientras que los híbridos P 3041 (testigo) y HEA 13235, tuvieron los más bajos rendimientos con 7.56 y 7.55 Tm/ha, respectivamente. Los híbridos que alcanzaron los mayores rendimientos tuvieron altos valores en número de granos por hilera, número de granos por mazorca, longitud de grano y buena cobertura de mazorca, características importantes que se asociaron significativamente en forma positiva con rendimiento en grano, mientras la relación fue negativa con longitud de hoja.
- El híbrido D 2B fue el genotipo de menor estatura de planta (1.58 m) aunque de rendimiento regular, característica deseable en un programa de fitomejoramiento, fue además el genotipo más precoz, necesitando de 72.75 días para alcanzar el 50% de floración, y presenta una buena área foliar con 661.50 cm<sup>2</sup>.
- El híbrido HEA 18128, con un buen rendimiento es resistente a los virus, en forma semejante al testigo DK 7088.
- Los híbridos HEA 18165, HEA 18183, tienen buena calidad de grano, referente a la color seminaranja que tiene mejor precios en el mercado.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ALLARD, R.W.** 1975. Principios de la mejora genética de las plantas Ed. Omega, S.A. Barcelona, España.
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. **Beck, D.L., Vasal, S.K. & Crossa, J.** 1990. Heterosis and combining ability of CIMMYT's tropical early and intermediate maturity maize (*Zea mays* L.) germplasm. *Maydica*, 35: 279-285.
4. **Cea D' Angeles, M.<sup>a</sup> A.** (2002), Análisis Multivariable. Editorial Síntesis S.A. España, 638 p.
5. **Cockerham, C.C.** 1961. Implications of genetic variances in a hybrid breeding program. *Crop Sci.*, 1: 47-52.
6. **Crossa, J., Vasal, S.K. & Beck, D.L.** 1990. Combining ability estimates of CIMMYT's tropical late yellow maize germplasm. *Maydica*, 35: 273-278.
7. **Davis, R.L.** 1927. Report of the plant breeder. In *Puerto Rico Agric. Exp. Sta. Ann. Rpt. 1927*, p. 14-15.
8. **Hallauer, A. R. and Miranda, J. B.** 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press, Ames, Iowa. 468 p.
9. **LONNQUIST, J.H. & GARDNER, C.O.** 1961. Heterosis in intervarietal crosses in maize and its implications in breeding procedures. *Crop Sci.*, 1: 179-183.
10. **JUGENHEIMER, R.** 1990. Maíz; variedades mejoradas. Métodos de cultivo y producción de semillas. Editorial LIMUSA. México, D.F. 836 pp.
11. **MÁRQUEZ, S.** 1991. Genética vegetal, tomo III. Primera edición. A.G.T editor S.A. México, D.F. 500 pp.

12. **MARTINEZ A. G.** 1988. "Diseños experimentales. Métodos y elementos de teoría". Edit. Trillas. México D. F.- México.
13. **MARTÍNEZ O, R.** 1995. Coeficientes de variabilidad *Agronomía Tropical*. 20(2): 81-95
14. **MILLER N. J y MILLER J.C.** 2002. Estadística y Quimiometria para Química Analítica. Edit Printice Hall. Madrid. España. 278 p
15. **NARRO** (2012).Curso Internacional de Fenotipeado. Chiclayo Perú.
16. **Eberhart, S.A. & Russell, W.A.** 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.*, 6: 36-40.
17. **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.
18. **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.
19. **Poehlman, J. M. and D. A. Sleper.** 1995. Breeding field crops. 4th ed. Iowa State University Press/Ames. 494 p.
20. **SAAVEDRA, J.** 1999. Ensayo de Maíces Amarillos Duros Tropicales en condiciones de Costa Norte. Tesis Ing. Agrónomo. U. N. P. R. G, Lambayeque, Perú.
21. **Rojas Hernández J.M. y José Luis Vásquez Vela** (2014) Potencial como promotores de crecimiento de plantas de las especies de Azotobacter aisladas de Rizófora de maíz . Tesis Ciencias biológicas, 114 pag
22. **Tineo Fidel Peña** (2008) Evaluación fenotípica de 12 híbridos y tres variedades de amarillo duro (*Zea mays* L.), en la parte media del Valle Chancay. Lambayeque”, tesis para optar el título de técnico agropecuario en el Instituto Superior Tecnológico Público Huarmaca 143 pag

23. **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.
24. **CIMMYT**. 1994. Variedades modernas de maíz y de trigo: Vitales para la Agricultura sostenible y la seguridad Alimentaria. México D.F.24p.
25. **DEKALB**, 2007. híbridos de maiz Monsanto, Calle sucre 270 ATE – La Molina – Lima – Perú; comercialhortusinfonegocio.net.pe.
26. **EBERHART, S.A., SALHUANA, W., SEVILLA, R. & TABA, S.** 1995. Principles for tropical maize breeding. *Maydica*, 40: 339-355.
27. **MILLER N. J Y MILLER J.C.** 2002. Estadística y Quimiometría para Química Analítica. Edit Printice Hall. Madrid. España. 278 p.
28. **REYES P.C.** 1990 Fitogenotecnia Básica y aplicada primera edición, AGT Editor s.a. México.
29. **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.
30. **MARTINEZ A. G.** 1988. "Diseños experimentales. Métodos y elementos de teoría". Edit. Trillas. México D. F.- México.
31. **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 PP
32. **CHRISPEELS Y SADAVA**, 2003. Plantas, Genes, y Biotecnología de los cultivos. Segunda edición. Mississauga, EN L5C 2W6. CANADA. 552 pp.
33. **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.

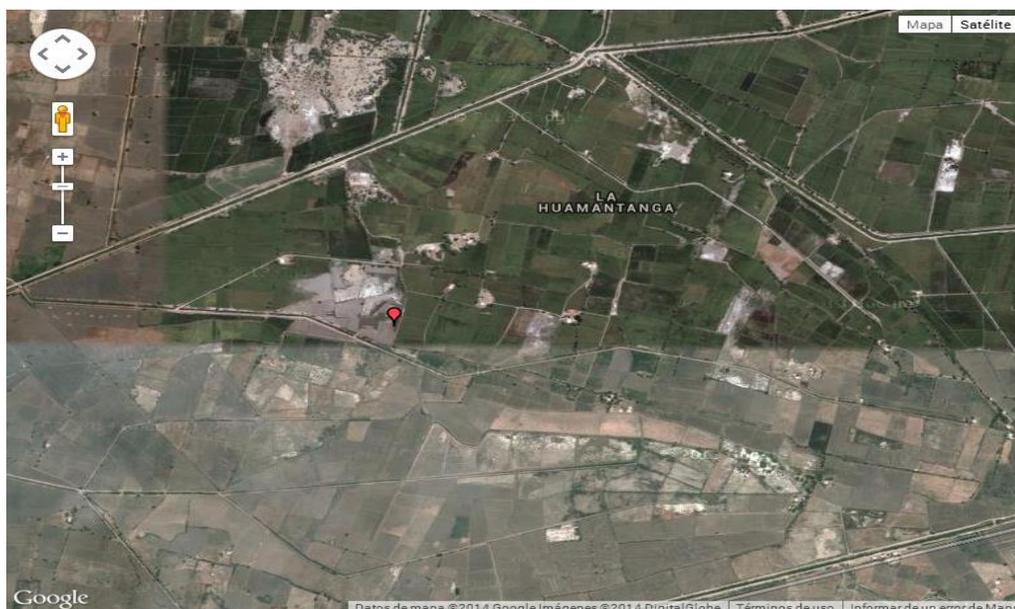
34. **EISENHART, CHURCHILL**, 1947, The Assumptions Underlying the Analysis of Variance. Biometrics, March Vol. 3 N°1.
35. **AGROCERES**, 2007. Híbridos de Maíz. Monsanto, FARMEX; Av. Rivera Navarrete 620 piso 10 San Isidro, Lima – Perú. [www.farmex.com.pe](http://www.farmex.com.pe)
36. **AGUIRRE A. R. C**, 2001; “Manejo Agroecológico del Cultivo de Maíz Amarillo Duro (*Zea mays* L. “var. Marginal 28-T”)”, UNT – FCA.
37. **MÁRQUEZ, S.** 1988. Genética vegetal, tomo II. Primera edición. A.G.T editor S.A. México, D.F. 665 pp.
38. **GROBMAN P, SALHUANA W. AND SEVILLA R. IN COLLABORATION WITH PAUL MANGELSDORF** 1991 Races of maize in Perú their origins, evolution and classification Pub. 915 Nas - Nrc Washington, D.C.
39. **IDROGO Pérez A. L.** 2005. Evaluación de ocho variedades experimentales de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) bajo condiciones de riego INIA. Tesis, Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque.
40. INSTITUTO DE MANEJO DE AGUA Y RIEGO DE COSTA NORTE (IMAR).
41. INEI: III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO (CENAGRO) (1994).
42. **INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA (INIA)**, 2004. Investigaciones en Maíz. Estación Experimental Vista Florida Km. 8 Carretera Chiclayo – Ferreñafe - Perú.; Telefax (074) 237510.
43. **INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA (INIA)**, 2005 Estación Experimental Vista Florida Km. 8 Carretera Chiclayo – Ferreñafe - Perú.; Telefax (074) 237510.
44. LA REVISTA AGRARIA N° 5 -Lima-Perú, julio 1999
45. **MANRIQUE CH. A..** 1990. El Maíz en el Perú. Banco Agrario del Perú. Edigraf Limusa S.A. 276 p.

46. MARTINEZ A. G. 1988. "Diseños experimentales. Métodos y elementos de teoría". Edit. Trillas. México D. F.- México.
47. MELENDEZ, G. 1979. Estudio comparativo de Rendimiento de 13 Híbridos precoces de Maíz. Tesis Ing. Agrónomo. U. N. P. R. G, Lambayeque, Perú.
48. MINISTERIO DE AGRICULTURA Dirección Regional Agraria Lambayeque. 2006. Informe Agropecuario Diciembre. Dirección de Informática Agraria.
49. MINISTERIO DE AGRICULTURA OIA 2000. Evolución de la Agricultura en Lambayeque, Lima Perú 66p.
50. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Gobierno Regional Lambayeque, Dirección Regional De Agricultura. 2004. Boletín Estadístico Agrario Febrero.
51. MINISTERIO DE AGRICULTURA 2007. Tratado de Libre Comercio Peru- Estados Unidos (TLC) podría dar nuevas oportunidades a productores peruanos de maíz amarillo duro [http://www.tlcperu-eeuu.gob.pe/index.php?id\\_noticia=515](http://www.tlcperu-eeuu.gob.pe/index.php?id_noticia=515)
52. MOLL, R.H., SALHUANA, W.S. & ROBINSON, H.F. 1962. Heterosis and genetic diversity in variety crosses of maize. Crop Sci., 2: 197-198.
53. POEHLMAN, J.M. 1987. Breeding field crops, 3rd ed. Westport, CT, USA, AVI Publishing Company
54. PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACIÓN EN MAIZ 1984. Evaluación del Germoplasma de maíz en cono sur de Sudamérica con fines de agrupación racial N° 24 Setiembre-Octubre Universidad Nacional La Molina 25 p.
55. REYES P.C. 1984 Fitogenotecnia Básica y aplicada primera edición, AGT Editor s.a. México.
56. SALHUANA, W. & SEVILLA, R., EDS. 1995. Latin American Maize Project (LAMP), stage 4 results from homologous areas 1 and 5. ARS Special Publication. Beltsville, MD, USA.

57. SEMILLAS PERUANAS S.R.L, 2004. Fco. Cabrera 632 Apto. 537 – Telefax: (074) 237904, Chiclayo – Perú.
58. SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA 1977. Clasificación Climática del Perú. Dirección de Estudios Meteorológicos. Lima, Perú 12 p.
59. STEEL R. y J. H. TORRIE,. 1985. "Bioestadística: Principios y Procedimientos", 2º edición. Edit. Mac Graw Hill. Colombia.
60. GRO CERES, 2007. Híbridos de Maíz. Monsanto, FARMEX; Av. Rivera Navarrete 620 piso 10 San Isidro, Lima – Perú. [www.farmex.com.pe](http://www.farmex.com.pe)

# **ANEXOS**

## Foto Satelital del campo experimental



**Análisis de la varianza:** longitud de hoja, número de granos por hilera, número de granos por mazorca, longitud de grano, diámetro de tusa, aspecto de planta y cobertura de mazorca.

### RENDIMIENTO Tn./Ha.

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
RENDIMIENTO Tn./Ha.	48	0.87	0.81	3.82

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	24.40	14	1.74	15.79	<0.0001
Bloque	4.29	3	1.43	12.94	<0.0001
MATERIAL	20.11	11	1.83	16.56	<0.0001
Error	3.64	33	0.11		
Total	28.04	47			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.36692**

Error: 0.1104 gl: 33

Bloque Medias n E.E.

4.00	9.18	12	0.10	A
3.00	8.65	12	0.10	B
1.00	8.54	12	0.10	B
2.00	8.39	12	0.10	B

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

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.82493**

*Error: 0.1104 gl: 33*

MATERIAL Medias n E.E.

HEA 18128	9.81	4	0.17	A
HEA 18165	9.26	4	0.17	A B
HEA 18183	9.18	4	0.17	A B C
DK 7088	9.17	4	0.17	A B C
HEA 17896	8.98	4	0.17	B C D
EX 003 a	8.83	4	0.17	B C D
HEA 10775 R	8.75	4	0.17	B C D
HEA 13662	8.55	4	0.17	B C D
HEA 18849	8.40	4	0.17	C D
D 2B 710	8.26	4	0.17	D E
P 3041	7.56	4	0.17	E
<u>HEA 13235</u>	<u>7.55</u>	<u>4</u>	<u>0.17</u>	<u>E</u>

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

**% GERMINACION**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

% GERMINACION 48 0.59 0.41 0.72

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 21.83 14 1.56 3.34 0.0022

Bloque 1.58 3 0.53 1.13 0.3513

MATERIAL 20.25 11 1.84 3.94 0.0011

Error 15.42 33 0.47

Total 37.25 47

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.75478**

Error: 0.4672 gl: 33

Bloque Medias n E.E.

1.00 94.58 12 0.20 A

4.00 94.42 12 0.20 A

2.00 94.42 12 0.20 A

3.00 94.08 12 0.20 A

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

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.69693**

Error: 0.4672 gl: 33

MATERIAL Medias n E.E.

HEA 13235 95.00 4 0.34 A

HEA 18183 95.00 4 0.34 A

EX 003 a 95.00 4 0.34 A

HEA 18165 95.00 4 0.34 A

HEA 18849 94.75 4 0.34 A B

HEA 10775 R 94.50 4 0.34 A B C

DK 7088 94.50 4 0.34 A B C

HEA 18128 94.25 4 0.34 A B C

HEA 13662 94.25 4 0.34 A B C

HEA 17896 94.00 4 0.34 A B C

D 2B 710 93.25 4 0.34 B C

P 3041 93.00 4 0.34 C

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

## FMasculina

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
FMasculina 48 0.96 0.95 0.96

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor  
Modelo. 486.00 14 34.71 64.84 <0.0001  
Bloque 6.83 3 2.28 4.25 0.0120  
MATERIAL 479.17 11 43.56 81.37 <0.0001  
Error 17.67 33 0.54  
Total 503.67 47

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.80799

*Error: 0.5354 gl: 33*

Bloque Medias n E.E.  
4.00 76.25 12 0.21 A  
1.00 76.25 12 0.21 A  
3.00 75.83 12 0.21 A B  
2.00 75.33 12 0.21 B

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

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.81654

*Error: 0.5354 gl: 33*

MATERIAL Medias n E.E.  
HEA 13235 82.25 4 0.37 A  
HEA 18183 81.25 4 0.37 A  
HEA 18165 77.00 4 0.37 B  
DK 7088 76.75 4 0.37 B  
HEA 18849 76.25 4 0.37 B C  
HEA 18128 76.00 4 0.37 B C  
HEA 10775 R 75.50 4 0.37 B C

HEA 17896	74.75	4	0.37	C D
P 3041	74.75	4	0.37	C D
EX 003 a	73.00	4	0.37	D
HEA 13662	73.00	4	0.37	D
<u>D 2B 710</u>	<u>70.50</u>	<u>4</u>	<u>0.37</u>	<u>E</u>

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

### **FFemenina**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

FFemenina 48 0.96 0.95 0.96

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 519.17 14 37.08 62.76 <0.0001

Bloque 6.00 3 2.00 3.38 0.0295

MATERIAL 513.17 11 46.65 78.95 <0.0001

Error 19.50 33 0.59

Total 538.67 47

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.84887**

*Error: 0.5909 gl: 33*

Bloque Medias n E.E.

1.00 80.17 12 0.22 A

4.00 79.83 12 0.22 A

3.00 79.33 12 0.22 A

2.00 79.33 12 0.22 A

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

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.90847**

*Error: 0.5909 gl: 33*

MATERIAL Medias n E.E.

HEA 13235	85.50	4	0.38	A
HEA 18183	84.00	4	0.38	A
HEA 10775 R	81.75	4	0.38	B
HEA 18165	80.75	4	0.38	B C
DK 7088	80.75	4	0.38	B C
HEA 18849	80.75	4	0.38	B C
HEA 18128	79.00	4	0.38	C D
HEA 17896	78.75	4	0.38	D E
P 3041	78.50	4	0.38	D E
HEA 13662	77.00	4	0.38	E F
EX 003 a	76.50	4	0.38	F
<u>D 2B 710</u>	<u>72.75</u>	<u>4</u>	<u>0.38</u>	<u>G</u>

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

### **AREA FOLIAR (cm2.)**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
AREA FOLIAR (cm2.)	48	0.73	0.61	5.94

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	111782.87	14	7984.49	6.28	<0.0001
Bloque	14431.15	3	4810.38	3.79	0.0194
MATERIAL	97351.72	11	8850.16	6.97	<0.0001
Error	41931.76	33	1270.66		
<u>Total</u>	<u>153714.63</u>	<u>47</u>			

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=39.36387**

*Error: 1270.6594 gl: 33*

#### Bloque Medias n E.E.

3.00	617.56	12	10.29	A
1.00	617.13	12	10.29	A

4.00 582.67 12 10.29 A

2.00 582.67 12 10.29 A

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

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=88.49922**

Error: 1270.6594 gl: 33

MATERIAL Medias n E.E.

EX 003 a 690.52 4 17.82 A

D 2B 710 661.50 4 17.82 A B

HEA 10775 R 641.63 4 17.82 A B C

HEA 17896 616.00 4 17.82 A B C D

DK 7088 608.13 4 17.82 A B C D

P 3041 607.77 4 17.82 A B C D

HEA 18183 585.63 4 17.82 B C D

HEA 13235 580.75 4 17.82 B C D

HEA 18128 563.98 4 17.82 C D

HEA 18165 557.13 4 17.82 C D

HEA 18849 552.29 4 17.82 D

HEA 13662 534.75 4 17.82 D

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

**No de hojas**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

No de hojas 48 0.99 0.99 0.71

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 52.89 14 3.78 306.00 <0.0001

Bloque 0.04 3 0.01 1.00 0.4051

MATERIAL 52.85 11 4.80 389.18 <0.0001

Error 0.41 33 0.01

Total 53.30 47

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.12270**

Error: 0.0123 gl: 33

Bloque Medias n E.E.

3.00 15.67 12 0.03 A

2.00 15.67 12 0.03 A

1.00 15.61 12 0.03 A

4.00 15.61 12 0.03 A

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

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.27586**

Error: 0.0123 gl: 33

MATERIAL Medias n E.E.

DK 7088 17.67 4 0.06 A

HEA 18128 16.00 4 0.06 B

HEA 18165 16.00 4 0.06 B

HEA 18183 16.00 4 0.06 B

HEA 18849 16.00 4 0.06 B

P 3041 16.00 4 0.06 B

HEA 17896 16.00 4 0.06 B

HEA 13235 16.00 4 0.06 B

HEA 13662 16.00 4 0.06 B

D 2B 710 14.00 4 0.06 C

EX 003 a 14.00 4 0.06 C

HEA 10775 R 14.00 4 0.06 C

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

**ALTURA\_PLANTA**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup>Aj CV

ALTURA\_PLANTA 48 0.47 0.24 4.34

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	1643.50	14	117.39	2.08	0.0416
Bloque	49.54	3	16.51	0.29	0.8304
MATERIAL	1593.96	11	144.91	2.57	0.0179
Error	1861.91	33	56.42		
<u>Total</u>	<u>3505.41</u>	<u>47</u>			

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=8.29479**

*Error: 56.4214 gl: 33*

#### Bloque Medias n E.E.

3.00	174.47	12	2.17	A
2.00	173.22	12	2.17	A
1.00	172.25	12	2.17	A
<u>4.00</u>	<u>171.83</u>	<u>12</u>	<u>2.17</u>	<u>A</u>

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

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=18.64863**

*Error: 56.4214 gl: 33*

#### MATERIAL Medias n E.E.

HEA 18165	181.17	4	3.76	A
HEA 18183	178.92	4	3.76	A
HEA 13235	178.58	4	3.76	A
HEA 18128	175.42	4	3.76	A B
DK 7088	173.92	4	3.76	A B
HEA 18849	173.92	4	3.76	A B
EX 003 a	173.83	4	3.76	A B
P 3041	172.50	4	3.76	A B
HEA 10775 R	172.33	4	3.76	A B
HEA 17896	169.75	4	3.76	A B
HEA 13662	166.08	4	3.76	A B

D 2B 710 158.92 4 3.76 B

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

### **ANCHO\_HOJA**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

ANCHO HOJA 48 0.90 0.86 2.85

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 26.44 14 1.89 21.86 <0.0001

Bloque 1.81 3 0.60 7.00 0.0009

MATERIAL 24.63 11 2.24 25.91 <0.0001

Error 2.85 33 0.09

Total 29.30 47

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.32463**

*Error: 0.0864 gl: 33*

Bloque Medias n E.E.

1.00 10.50 12 0.08 A

3.00 10.50 12 0.08 A

4.00 10.11 12 0.08 B

2.00 10.11 12 0.08 B

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

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.72985**

*Error: 0.0864 gl: 33*

MATERIAL Medias n E.E.

EX 003 a 11.67 4 0.15 A

HEA 10775 R 11.17 4 0.15 A B

D 2B 710 11.00 4 0.15 A B

HEA 18165 10.83 4 0.15 B C

HEA 17896	10.67	4	0.15	B C D
HEA 18128	10.17	4	0.15	C D E
HEA 18183	10.00	4	0.15	D E F
DK 7088	10.00	4	0.15	D E F
P 3041	9.83	4	0.15	E F
HEA 18849	9.50	4	0.15	E F
HEA 13662	9.50	4	0.15	E F
<u>HEA 13235</u>	<u>9.33</u>	<u>4</u>	<u>0.15</u>	<u>F</u>

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

### **Largo de hoja**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Largo de hoja	48	0.69	0.56	4.04

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	733.74	14	52.41	5.33	<0.0001
Bloque	26.03	3	8.68	0.88	0.4603
MATERIAL	707.71	11	64.34	6.54	<0.0001
Error	324.47	33	9.83		
<u>Total</u>	<u>1058.21</u>	<u>47</u>			

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.46270**

*Error: 9.8325 gl: 33*

<u>Bloque</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
3.00	78.42	12	0.91 A
1.00	78.36	12	0.91 A
4.00	76.92	12	0.91 A
<u>2.00</u>	<u>76.92</u>	<u>12</u>	<u>0.91 A</u>

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

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=7.78496**

Error: 9.8325 gl: 33

MATERIAL Medias n E.E.

HEA 13235	83.00	4	1.57	A
P 3041	82.42	4	1.57	A B
DK 7088	81.08	4	1.57	A B C
D 2B 710	80.00	4	1.57	A B C
EX 003 a	78.92	4	1.57	A B C
HEA 18183	78.08	4	1.57	A B C
HEA 18849	77.42	4	1.57	A B C
HEA 17896	77.00	4	1.57	A B C
HEA 10775 R	76.50	4	1.57	A B C
HEA 13662	75.00	4	1.57	B C D
HEA 18128	73.92	4	1.57	C D
HEA 18165	68.50	4	1.57	D

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

### **AreaHoja**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

AreaHoja 48 0.73 0.61 5.94

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo.	111782.87	14	7984.49	6.28	<0.0001
Bloque	14431.15	3	4810.38	3.79	0.0194
MATERIAL	97351.72	11	8850.16	6.97	<0.0001
Error	41931.76	33	1270.66		
Total	153714.63	47			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=39.36387**

Error: 1270.6594 gl: 33

Bloque Medias n E.E.

3.00 617.56 12 10.29 A

1.00 617.13 12 10.29 A

4.00 582.67 12 10.29 A

2.00 582.67 12 10.29 A

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

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=88.49922**

Error: 1270.6594 gl: 33

MATERIAL Medias n E.E.

EX 003 a 690.52 4 17.82 A

D 2B 710 661.50 4 17.82 A B

HEA 10775 R 641.63 4 17.82 A B C

HEA 17896 616.00 4 17.82 A B C D

DK 7088 608.13 4 17.82 A B C D

P 3041 607.77 4 17.82 A B C D

HEA 18183 585.63 4 17.82 B C D

HEA 13235 580.75 4 17.82 B C D

HEA 18128 563.98 4 17.82 C D

HEA 18165 557.13 4 17.82 C D

HEA 18849 552.29 4 17.82 D

HEA 13662 534.75 4 17.82 D

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

**INDICE DE GRANO**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup>Aj CV

INDICE DE GRANO 48 0.58 0.41 0.80

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 2.0E-03 14 1.4E-04 3.30 0.0024

Bloque	3.2E-05	3	1.1E-05	0.25	0.8612
MATERIAL	1.9E-03	11	1.7E-04	4.13	0.0007
Error	1.4E-03	33	4.2E-05		
<u>Total</u>	<u>3.3E-03</u>	<u>47</u>			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00718**

Error: 0.0000 gl: 33

Bloque Medias n E.E.

2.00	0.81	12	1.9E-03	A
4.00	0.81	12	1.9E-03	A
3.00	0.81	12	1.9E-03	A
<u>1.00</u>	<u>0.81</u>	<u>12</u>	<u>1.9E-03</u>	<u>A</u>

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

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01615**

Error: 0.0000 gl: 33

MATERIAL Medias n E.E.

DK 7088	0.82	4	3.3E-03	A
HEA 18849	0.82	4	3.3E-03	A
HEA 17896	0.81	4	3.3E-03	A
HEA 18183	0.81	4	3.3E-03	A
HEA 18165	0.81	4	3.3E-03	A
HEA 13662	0.81	4	3.3E-03	A B
HEA 10775 R	0.81	4	3.3E-03	A B
D 2B 710	0.81	4	3.3E-03	A B
P 3041	0.81	4	3.3E-03	A B
HEA 18128	0.81	4	3.3E-03	A B
HEA 13235	0.81	4	3.3E-03	A B
<u>EX 003 a</u>	<u>0.79</u>	<u>4</u>	<u>3.3E-03</u>	<u>B</u>

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

### Altura de Insercion Mzca (cm)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Altura de Insercion Mzca (..	48	0.76	0.67	6.32

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	3554.96	14	253.93	7.67	<0.0001
Bloque	70.77	3	23.59	0.71	0.5518
MATERIAL	3484.19	11	316.74	9.56	<0.0001
Error	1093.15	33	33.13		
<u>Total</u>	<u>4648.11</u>	<u>47</u>			

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=6.35574

Error: 33.1258 gl: 33

Bloque Medias n E.E.

2.00	91.92	12	1.66	A
1.00	91.64	12	1.66	A
4.00	91.56	12	1.66	A
<u>3.00</u>	<u>88.92</u>	<u>12</u>	<u>1.66</u>	<u>A</u>

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

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=14.28920

Error: 33.1258 gl: 33

MATERIAL Medias n E.E.

HEA 18165	108.50	4	2.88	A
HEA 18183	99.83	4	2.88	A B
HEA 13235	95.33	4	2.88	A B C
HEA 18128	94.08	4	2.88	B C
P 3041	92.58	4	2.88	B C
HEA 18849	91.92	4	2.88	B C D
HEA 17896	91.50	4	2.88	B C D

DK 7088	91.17	4	2.88	B C D
HEA 13662	90.17	4	2.88	B C D E
EX 003 a	82.67	4	2.88	C D E
HEA 10775 R	78.17	4	2.88	D E
<u>D 2B 710</u>	<u>76.17</u>	<u>4</u>	<u>2.88</u>	<u>E</u>

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

### **LONGITUD\_Mazca**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
<u>LONGITUD Mazca</u>	<u>48</u>	<u>0.56</u>	<u>0.38</u>	<u>9.36</u>

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	91.56	14	6.54	3.04	0.0043
Bloque	19.08	3	6.36	2.95	0.0467
MATERIAL	72.48	11	6.59	3.06	0.0063
Error	71.03	33	2.15		
<u>Total</u>	<u>162.59</u>	<u>47</u>			

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.62015**

*Error: 2.1525 gl: 33*

<u>Bloque</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
2.00	16.46	12	0.42	A
1.00	16.13	12	0.42	A
3.00	15.23	12	0.42	A
<u>4.00</u>	<u>14.92</u>	<u>12</u>	<u>0.42</u>	<u>A</u>

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

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.64248**

*Error: 2.1525 gl: 33*

<u>MATERIAL</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
-----------------	---------------	----------	-------------

EX 003 a	18.13	4	0.73	A
D 2B 710	17.31	4	0.73	A B
DK 7088	16.69	4	0.73	A B
HEA 10775 R	16.44	4	0.73	A B
HEA 18165	16.19	4	0.73	A B
P 3041	15.50	4	0.73	A B
HEA 17896	15.25	4	0.73	A B
HEA 18183	15.06	4	0.73	A B
HEA 18849	14.81	4	0.73	A B
HEA 13662	14.56	4	0.73	A B
HEA 18128	14.44	4	0.73	B
<u>HEA 13235</u>	<u>13.81</u>	<u>4</u>	<u>0.73</u>	<u>B</u>

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

### **Prolificidad**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Prolificidad	48	0.41	0.16	1.70

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	0.01	14	4.8E-04	1.63	0.1228
Bloque	6.1E-04	3	2.0E-04	0.69	0.5648
MATERIAL	0.01	11	5.5E-04	1.88	0.0787
Error	0.01	33	2.9E-04		
<u>Total</u>	<u>0.02</u>	<u>47</u>			

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01890**

*Error: 0.0003 gl: 33*

<u>Bloque</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
1.00	1.01	12	4.9E-03	A
4.00	1.01	12	4.9E-03	A

2.00 1.00 12 4.9E-03 A

3.00 1.00 12 4.9E-03 A

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

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04250**

*Error: 0.0003 gl: 33*

MATERIAL Medias n E.E.

HEA 18849 1.02 4 0.01 A

HEA 13235 1.02 4 0.01 A B

HEA 18128 1.01 4 0.01 A B

HEA 18165 1.01 4 0.01 A B

HEA 18183 1.01 4 0.01 A B

HEA 13662 1.01 4 0.01 A B

D 2B 710 1.00 4 0.01 A B

P 3041 1.00 4 0.01 A B

HEA 10775 R 1.00 4 0.01 A B

HEA 17896 1.00 4 0.01 A B

DK 7088 1.00 4 0.01 A B

EX 003 a 0.98 4 0.01 B

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

**DIÁMETRO DE MAZORCA**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

DIÁMETRO DE MAZORCA 48 0.77 0.68 2.29

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 1.53 14 0.11 8.08 <0.0001

Bloque 0.01 3 4.4E-03 0.33 0.8042

MATERIAL 1.51 11 0.14 10.19 <0.0001

Error 0.45 33 0.01

Total 1.97 47

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.12829**

Error: 0.0135 gl: 33

Bloque Medias n E.E.

4.00 5.10 12 0.03 A

2.00 5.10 12 0.03 A

3.00 5.07 12 0.03 A

1.00 5.07 12 0.03 A

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

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.28844**

Error: 0.0135 gl: 33

MATERIAL Medias n E.E.

EX 003 a 5.46 4 0.06 A

HEA 10775 R 5.23 4 0.06 A B

D 2B 710 5.21 4 0.06 A B

HEA 13662 5.19 4 0.06 A B C

P 3041 5.14 4 0.06 B C

HEA 18165 5.13 4 0.06 B C

HEA 17896 5.08 4 0.06 B C

HEA 18128 5.01 4 0.06 B C D

DK 7088 4.96 4 0.06 B C D

HEA 18183 4.95 4 0.06 B C D

HEA 18849 4.90 4 0.06 C D

HEA 13235 4.75 4 0.06 D

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

**N° DE HILERA**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

N° DE HILERA 48 0.93 0.90 4.48

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	262.13	14	18.72	32.77	<0.0001
Bloque	2.90	3	0.97	1.69	0.1883
MATERIAL	259.23	11	23.57	41.25	<0.0001
Error	18.85	33	0.57		
<u>Total</u>	<u>280.98</u>	<u>47</u>			

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.83470**

*Error: 0.5713 gl: 33*

#### Bloque Medias n E.E.

2.00	17.21	12	0.22	A
4.00	16.96	12	0.22	A
3.00	16.63	12	0.22	A
<u>1.00</u>	<u>16.63</u>	<u>12</u>	<u>0.22</u>	<u>A</u>

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

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.87660**

*Error: 0.5713 gl: 33*

#### MATERIAL Medias n E.E.

EX 003 a	21.25	4	0.38	A
D 2B 710	20.50	4	0.38	A
DK 7088	19.50	4	0.38	A
HEA 18165	17.25	4	0.38	B
HEA 17896	17.00	4	0.38	B
HEA 10775 R	16.25	4	0.38	B C
HEA 18849	16.00	4	0.38	B C
P 3041	16.00	4	0.38	B C
HEA 18183	15.75	4	0.38	B C
HEA 13662	15.00	4	0.38	C D
HEA 18128	14.50	4	0.38	C D

HEA 13235 13.25 4 0.38 D

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

### **VigorInicial**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

VigorInicial 48 1.00 1.00 8.7E-07

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 3.67 14 0.26 2974290631894440.00 <0.0001

Bloque 0.00 3 0.00 sd sd

MATERIAL 3.67 11 0.33 sd sd

Error 0.00 33 0.00

Total 3.67 47

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00000**

*Error: 0.0000 gl: 33*

Bloque Medias n E.E.

4.00 1.08 12 0.00 A

3.00 1.08 12 0.00 A

2.00 1.08 12 0.00 A

1.00 1.08 12 0.00 A

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

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00000**

*Error: 0.0000 gl: 33*

MATERIAL Medias n E.E.

D 2B 710 2.00 4 0.00 A

HEA 18165 1.00 4 0.00 B

HEA 18128 1.00 4 0.00 B

HEA 18183 1.00 4 0.00 B

HEA 18849 1.00 4 0.00 B  
P 3041 1.00 4 0.00 B  
HEA 17896 1.00 4 0.00 B  
DK 7088 1.00 4 0.00 B  
EX 003 a 1.00 4 0.00 B  
HEA 10775 R 1.00 4 0.00 B  
HEA 13235 1.00 4 0.00 B  
HEA 13662 1.00 4 0.00 B

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

### **Vellosidad1-9-1sin**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Vellosidad1-9-1sin	48	1.00	1.00	1.5E-06

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	46.67	14	3.33	3085509078134490.00	<0.0001
Bloque	0.00	3	0.00		sd sd
MATERIAL	46.67	11	4.24		sd sd
Error	0.00	33	0.00		
<u>Total</u>	<u>46.67</u>	<u>47</u>			

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00000**

*Error: 0.0000 gl: 33*

#### **Bloque Medias n E.E.**

4.00 2.17 12 0.00 A  
3.00 2.17 12 0.00 A  
2.00 2.17 12 0.00 A  
1.00 2.17 12 0.00 A

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

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00000**

Error: 0.0000 gl: 33

MATERIAL Medias n E.E.

HEA 13662	3.00	4	0.00	A
HEA 17896	3.00	4	0.00	A
HEA 18128	3.00	4	0.00	A
HEA 18183	3.00	4	0.00	A
HEA 18849	3.00	4	0.00	A
EX 003 a	3.00	4	0.00	A
HEA 10775 R	3.00	4	0.00	A
D 2B 710	1.00	4	0.00	B
DK 7088	1.00	4	0.00	B
HEA 13235	1.00	4	0.00	B
HEA 18165	1.00	4	0.00	B
<u>P 3041</u>	<u>1.00</u>	<u>4</u>	<u>0.00</u>	<u>B</u>

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

**LogEspiga**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

LogEspiga 48 0.52 0.32 12.06

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 517.94 14 37.00 2.56 0.0132

Bloque 116.12 3 38.71 2.68 0.0630

MATERIAL 401.82 11 36.53 2.53 0.0195

Error 476.94 33 14.45

Total 994.88 47

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.19813**

Error: 14.4526 gl: 33

Bloque Medias n E.E.

4.00 33.44 12 1.10 A

3.00 32.53 12 1.10 A

2.00 30.58 12 1.10 A

1.00 29.50 12 1.10 A

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

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=9.43838**

Error: 14.4526 gl: 33

MATERIAL Medias n E.E.

HEA 10775 R 36.25 4 1.90 A

P 3041 36.08 4 1.90 A

HEA 13235 34.33 4 1.90 A

EX 003 a 33.92 4 1.90 A

D 2B 710 31.92 4 1.90 A

DK 7088 30.92 4 1.90 A

HEA 13662 30.50 4 1.90 A

HEA 18183 30.33 4 1.90 A

HEA 18849 29.67 4 1.90 A

HEA 18165 29.17 4 1.90 A

HEA 18128 27.58 4 1.90 A

HEA 17896 27.50 4 1.90 A

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

**Pedunculo**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

Pedunculo 48 0.50 0.28 17.22

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	21.28	14	1.52	2.32	0.0231
Bloque	8.54	3	2.85	4.35	0.0109
MATERIAL	12.74	11	1.16	1.77	0.1004
Error	21.57	33	0.65		
<u>Total</u>	<u>42.85</u>	<u>47</u>			

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.89288

Error: 0.6538 gl: 33

#### Bloque Medias n E.E.

4.00	5.42	12	0.23	A
3.00	4.56	12	0.23	A B
2.00	4.42	12	0.23	B
<u>1.00</u>	<u>4.39</u>	<u>12</u>	<u>0.23</u>	<u>B</u>

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

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.00740

Error: 0.6538 gl: 33

#### MATERIAL Medias n E.E.

P 3041	5.92	4	0.40	A
DK 7088	5.33	4	0.40	A
EX 003 a	5.08	4	0.40	A
HEA 18849	4.83	4	0.40	A
HEA 18183	4.83	4	0.40	A
D 2B 710	4.58	4	0.40	A
HEA 13662	4.50	4	0.40	A
HEA 17896	4.42	4	0.40	A
HEA 10775 R	4.33	4	0.40	A
HEA 18165	4.17	4	0.40	A
HEA 18128	4.17	4	0.40	A

HEA 13235 4.17 4 0.40 A

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

### **RaquisI**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

RaquisI 48 0.88 0.83 5.79

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 3.93 14 0.28 17.85 <0.0001

Bloque 0.15 3 0.05 3.14 0.0382

MATERIAL 3.78 11 0.34 21.86 <0.0001

Error 0.52 33 0.02

Total 4.44 47

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.13842**

*Error: 0.0157 gl: 33*

Bloque Medias n E.E.

1.00 2.22 12 0.04 A

3.00 2.22 12 0.04 A

4.00 2.11 12 0.04 A

2.00 2.11 12 0.04 A

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

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.31121**

*Error: 0.0157 gl: 33*

MATERIAL Medias n E.E.

HEA 18183 2.67 4 0.06 A

HEA 10775 R 2.50 4 0.06 A B

HEA 18128 2.50 4 0.06 A B

HEA 18849 2.33 4 0.06 B C

HEA 18165	2.33	4	0.06	B C
HEA 17896	2.17	4	0.06	C D
D 2B 710	2.00	4	0.06	D E
P 3041	2.00	4	0.06	D E
HEA 13235	2.00	4	0.06	D E
DK 7088	1.83	4	0.06	E
EX 003 a	1.83	4	0.06	E
<u>HEA 13662</u>	<u>1.83</u>	<u>4</u>	<u>0.06</u>	<u>E</u>

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

### **RaquisII**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

RaquisII 48 0.96 0.95 5.10

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 168.85 14 12.06 61.49 <0.0001

Bloque 2.08 3 0.69 3.54 0.0251

MATERIAL 166.77 11 15.16 77.30 <0.0001

Error 6.47 33 0.20

Total 175.32 47

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.48905**

*Error: 0.1961 gl: 33*

Bloque Medias n E.E.

4.00 8.89 12 0.13 A

2.00 8.89 12 0.13 A

3.00 8.47 12 0.13 A

1.00 8.47 12 0.13 A

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

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.09950**

Error: 0.1961 gl: 33

MATERIAL Medias n E.E.

HEA 18165	11.33	4	0.22	A
P 3041	11.00	4	0.22	A B
EX 003 a	10.17	4	0.22	B C
HEA 13235	10.17	4	0.22	B C
HEA 13662	9.83	4	0.22	C
HEA 10775 R	9.83	4	0.22	C
D 2B 710	8.67	4	0.22	D
DK 7088	7.50	4	0.22	E
HEA 17896	6.83	4	0.22	E F
HEA 18183	6.50	4	0.22	E F
HEA 18849	6.17	4	0.22	F
HEA 18128	6.17	4	0.22	F

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

**GrosorTallo**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

GrosorTallo 48 0.98 0.98 1.17

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo.	2.79	14	0.20	147.70	<0.0001
Bloque	2.5E-03	3	8.3E-04	0.61	0.6116
MATERIAL	2.78	11	0.25	187.82	<0.0001
Error	0.04	33	1.3E-03		
Total	2.83	47			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04054**

Error: 0.0013 gl: 33

Bloque Medias n E.E.

4.00 3.16 12 0.01 A

2.00 3.15 12 0.01 A

1.00 3.15 12 0.01 A

3.00 3.14 12 0.01 A

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

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.09114**

*Error: 0.0013 gl: 33*

MATERIAL Medias n E.E.

EX 003 a 3.58 4 0.02 A

HEA 10775 R 3.48 4 0.02 B

HEA 18849 3.41 4 0.02 B C

HEA 13235 3.36 4 0.02 C

HEA 13662 3.19 4 0.02 D

HEA 18165 3.13 4 0.02 D E

DK 7088 3.04 4 0.02 E F

P 3041 2.98 4 0.02 F G

HEA 18128 2.95 4 0.02 G H

D 2B 710 2.93 4 0.02 G H I

HEA 18183 2.87 4 0.02 H I

HEA 17896 2.86 4 0.02 I

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

**Enfermedad**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

Enfermedad 48 0.82 0.74 15.04

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 6.10 14 0.44 10.55 <0.0001

Bloque 0.16 3 0.05 1.29 0.2955

MATERIAL 5.94 11 0.54 13.08 <0.0001

Error 1.36 33 0.04

Total 7.46 47

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.22432**

*Error: 0.0413 gl: 33*

Bloque Medias n E.E.

2.00 1.40 12 0.06 A

1.00 1.40 12 0.06 A

4.00 1.33 12 0.06 A

3.00 1.26 12 0.06 A

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

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.50432**

*Error: 0.0413 gl: 33*

MATERIAL Medias n E.E.

HEA 13235 1.92 4 0.10 A

HEA 10775 R 1.88 4 0.10 A

D 2B 710 1.83 4 0.10 A

EX 003 a 1.50 4 0.10 A B

P 3041 1.42 4 0.10 A B

HEA 18165 1.42 4 0.10 A B

HEA 18183 1.25 4 0.10 B

HEA 18849 1.00 4 0.10 B

DK 7088 1.00 4 0.10 B

HEA 17896 1.00 4 0.10 B

HEA 18128 1.00 4 0.10 B

HEA 13662 1.00 4 0.10 B

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

## Plagas

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Plagas 48 0.60 0.43 40.20

## Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor  
Modelo. 12.67 14 0.90 3.58 0.0013  
Bloque 1.67 3 0.56 2.20 0.1066  
MATERIAL 11.00 11 1.00 3.96 0.0010  
Error 8.33 33 0.25  
Total 21.00 47

## Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.55493

*Error: 0.2525 gl: 33*

Bloque Medias n E.E.

2.00 1.50 12 0.15 A  
1.00 1.33 12 0.15 A  
3.00 1.17 12 0.15 A  
4.00 1.00 12 0.15 A

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

## Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.24761

*Error: 0.2525 gl: 33*

MATERIAL Medias n E.E.

D 2B 710 2.50 4 0.25 A  
HEA 10775 R 2.00 4 0.25 A B  
HEA 13662 1.50 4 0.25 A B  
HEA 18128 1.00 4 0.25 B  
HEA 18165 1.00 4 0.25 B  
HEA 18183 1.00 4 0.25 B  
HEA 18849 1.00 4 0.25 B

EX 003 a	1.00	4	0.25	B
HEA 13235	1.00	4	0.25	B
HEA 17896	1.00	4	0.25	B
DK 7088	1.00	4	0.25	B
<u>P 3041</u>	<u>1.00</u>	<u>4</u>	<u>0.25</u>	<u>B</u>

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

### **Peso Mazorca Superior(g)**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
<u>Peso Mazorca Superior(g)</u>	<u>48</u>	<u>0.66</u>	<u>0.51</u>	<u>8.65</u>

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	322616.67	14	23044.05	4.49	0.0002
Bloque	62050.00	3	20683.33	4.03	0.0151
MATERIAL	260566.67	11	23687.88	4.62	0.0003
Error	169250.00	33	5128.79		
<u>Total</u>	<u>491866.67</u>	<u>47</u>			

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=79.08436**

*Error: 5128.7879 gl: 33*

Bloque Medias n E.E.

1.00	878.33	12	20.67	A
2.00	839.17	12	20.67	A B
3.00	816.67	12	20.67	A B
<u>4.00</u>	<u>779.17</u>	<u>12</u>	<u>20.67</u>	<u>B</u>

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

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=177.80019**

*Error: 5128.7879 gl: 33*

MATERIAL Medias n E.E.

HEA 10775 R 1022.50 4 35.81 A  
 EX 003 a 890.00 4 35.81 A B  
 D 2B 710 872.50 4 35.81 A B  
 HEA 18165 847.50 4 35.81 A B  
 HEA 18849 847.50 4 35.81 A B  
 HEA 18128 807.50 4 35.81 B  
 P 3041 802.50 4 35.81 B  
 HEA 13662 795.00 4 35.81 B  
 DK 7088 787.50 4 35.81 B  
 HEA 17896 785.00 4 35.81 B  
 HEA 18183 745.00 4 35.81 B  
HEA 13235 737.50 4 35.81 B

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

### **Peso Grano MSuperior (g)**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Peso Grano MSuperior (g)	48	0.65	0.50	8.58

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	203857.13	14	14561.22	4.40	0.0002
Bloque	39851.06	3	13283.69	4.02	0.0153
MATERIAL	164006.06	11	14909.64	4.51	0.0004
Error	109095.69	33	3305.93		
<u>Total</u>	<u>312952.81</u>	<u>47</u>			

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=63.49361**

*Error: 3305.9299 gl: 33*

#### Bloque Medias n E.E.

1.00 709.50 12 16.60 A  
 2.00 679.75 12 16.60 A B

3.00 660.75 12 16.60 A B

4.00 630.25 12 16.60 B

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

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=142.74854**

Error: 3305.9299 gl: 33

MATERIAL Medias n E.E.

HEA 10775 R 825.75 4 28.75 A

EX 003 a 707.50 4 28.75 A B

D 2B 710 703.75 4 28.75 A B

HEA 18849 693.75 4 28.75 A B

HEA 18165 687.75 4 28.75 A B

HEA 18128 650.50 4 28.75 B

P 3041 647.00 4 28.75 B

DK 7088 645.75 4 28.75 B

HEA 13662 642.75 4 28.75 B

HEA 17896 637.25 4 28.75 B

HEA 18183 605.25 4 28.75 B

HEA 13235 593.75 4 28.75 B

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

### **No Granos X Hilera**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

No Granos X Hilera 48 0.82 0.74 4.48

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 312.63 14 22.33 10.48 <0.0001

Bloque 10.08 3 3.36 1.58 0.2133

MATERIAL 302.54 11 27.50 12.91 <0.0001

Error 70.29 33 2.13

Total 382.92 47

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.61168**

*Error: 2.1301 gl: 33*

Bloque Medias n E.E.

4.00 33.04 12 0.42 A

2.00 33.04 12 0.42 A

3.00 32.13 12 0.42 A

1.00 32.13 12 0.42 A

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

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.62343**

*Error: 2.1301 gl: 33*

MATERIAL Medias n E.E.

HEA 18165 37.25 4 0.73 A

HEA 10775 R 36.88 4 0.73 A

HEA 18128 35.00 4 0.73 A B

HEA 18183 34.00 4 0.73 A B C

DK 7088 32.75 4 0.73 B C D

HEA 18849 31.75 4 0.73 B C D

EX 003 a 31.13 4 0.73 C D

HEA 13662 31.13 4 0.73 C D

P 3041 30.88 4 0.73 C D

HEA 17896 30.75 4 0.73 C D

HEA 13235 30.13 4 0.73 D

D 2B 710 29.38 4 0.73 D

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

**No granos/mazorca**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

No granos/mazorca 48 0.86 0.81 6.89

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	298320.00	14	21308.57	14.92	<0.0001
Bloque	13677.05	3	4559.02	3.19	0.0362
MATERIAL	284642.95	11	25876.63	18.12	<0.0001
Error	47115.51	33	1427.74		
<u>Total</u>	<u>345435.51</u>	<u>47</u>			

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=41.72614

Error: 1427.7428 gl: 33

#### Bloque Medias n E.E.

2.00 569.03 12 10.91 A

4.00 560.95 12 10.91 A

1.00 531.98 12 10.91 A

3.00 531.46 12 10.91 A

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

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=93.81015

Error: 1427.7428 gl: 33

#### MATERIAL Medias n E.E.

EX 003 a 660.81 4 18.89 A

HEA 18165 644.75 4 18.89 A

DK 7088 638.25 4 18.89 A

D 2B 710 602.13 4 18.89 A B

HEA 10775 R 598.56 4 18.89 A B C

HEA 18183 535.44 4 18.89 B C D

HEA 17896 523.00 4 18.89 B C D

HEA 18849 508.38 4 18.89 B C D

HEA 18128 507.75 4 18.89 C D

P 3041 494.81 4 18.89 D

HEA 13662 466.94 4 18.89 D E

HEA 13235 399.44 4 18.89 E

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

### **LongitudGrano**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

LongitudGrano 48 0.68 0.55 4.50

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 20.96 14 1.50 5.11 0.0001

Bloque 0.33 3 0.11 0.38 0.7685

MATERIAL 20.63 11 1.88 6.40 <0.0001

Error 9.67 33 0.29

Total 30.63 47

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.59767**

*Error: 0.2929 gl: 33*

Bloque Medias n E.E.

1.00 12.11 12 0.16 A

3.00 12.11 12 0.16 A

4.00 11.94 12 0.16 A

2.00 11.94 12 0.16 A

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

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.34371**

*Error: 0.2929 gl: 33*

MATERIAL Medias n E.E.

HEA 18183 13.00 4 0.27 A

HEA 17896 12.83 4 0.27 A

HEA 18128 12.50 4 0.27 A B

EX 003 a 12.33 4 0.27 A B

DK 7088	12.33	4	0.27	A B
HEA 10775 R	12.17	4	0.27	A B
HEA 18165	12.17	4	0.27	A B
HEA 18849	12.00	4	0.27	A B C
HEA 13662	11.83	4	0.27	A B C
HEA 13235	11.33	4	0.27	B C
D 2B 710	11.17	4	0.27	B C
<u>P 3041</u>	<u>10.67</u>	<u>4</u>	<u>0.27</u>	<u>C</u>

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

### **AnchoGrano**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

AnchoGrano 48 0.75 0.64 5.18

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 19.89 14 1.42 6.93 <0.0001

Bloque 0.45 3 0.15 0.74 0.5373

MATERIAL 19.44 11 1.77 8.61 <0.0001

Error 6.77 33 0.21

Total 26.66 47

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.50012**

*Error: 0.2051 gl: 33*

Bloque Medias n E.E.

1.00 8.83 12 0.13 A

3.00 8.83 12 0.13 A

4.00 8.64 12 0.13 A

2.00 8.64 12 0.13 A

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

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.12438**

Error: 0.2051 gl: 33

<u>MATERIAL</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
HEA 13235	9.83	4	0.23	A
HEA 13662	9.33	4	0.23	A B
HEA 18849	9.33	4	0.23	A B
HEA 17896	9.17	4	0.23	A B C
HEA 18183	9.00	4	0.23	A B C
HEA 18128	8.83	4	0.23	A B C
HEA 10775 R	8.67	4	0.23	B C D
HEA 18165	8.67	4	0.23	B C D
P 3041	8.50	4	0.23	B C D
D 2B 710	8.17	4	0.23	C D
EX 003 a	7.67	4	0.23	D
DK 7088	7.67	4	0.23	D

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

**EspesorGrano**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>Aj</u>	<u>CV</u>
EspesorGrano	48	0.83	0.76	4.17	

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	4.78	14	0.34	11.37	<0.0001
Bloque	0.01	3	3.1E-03	0.10	0.9578
MATERIAL	4.77	11	0.43	14.44	<0.0001
Error	0.99	33	0.03		
Total	5.77	47			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.19134**

Error: 0.0300 gl: 33

Bloque Medias n E.E.

1.00 4.17 12 0.05 A  
3.00 4.17 12 0.05 A  
4.00 4.14 12 0.05 A  
2.00 4.14 12 0.05 A

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

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.43018**

*Error: 0.0300 gl: 33*

MATERIAL Medias n E.E.

EX 003 a 4.83 4 0.09 A  
HEA 10775 R 4.67 4 0.09 A B  
HEA 13662 4.33 4 0.09 B C  
HEA 18128 4.17 4 0.09 C D  
D 2B 710 4.17 4 0.09 C D  
HEA 13235 4.17 4 0.09 C D  
P 3041 4.00 4 0.09 C D E  
HEA 18183 4.00 4 0.09 C D E  
DK 7088 4.00 4 0.09 C D E  
HEA 17896 4.00 4 0.09 C D E  
HEA 18165 3.83 4 0.09 D E  
HEA 18849 3.67 4 0.09 E

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

**Diametro Tusa (mm)**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Diametro Tusa (mm) 48 0.98 0.98 1.00

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor  
Modelo. 179.65 14 12.83 144.41 <0.0001

Bloque	2.76	3	0.92	10.34	0.0001
MATERIAL	176.89	11	16.08	180.98	<0.0001
Error	2.93	33	0.09		
<u>Total</u>	<u>182.58</u>	<u>47</u>			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.32918**

Error: 0.0889 gl: 33

Bloque Medias n E.E.

1.00	30.02	12	0.09	A
3.00	30.02	12	0.09	A
4.00	29.54	12	0.09	B
<u>2.00</u>	<u>29.54</u>	<u>12</u>	<u>0.09</u>	<u>B</u>

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

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.74007**

Error: 0.0889 gl: 33

MATERIAL Medias n E.E.

D 2B 710	33.00	4	0.15	A
EX 003 a	32.25	4	0.15	B
HEA 13662	32.13	4	0.15	B
P 3041	31.75	4	0.15	B
HEA 17896	30.38	4	0.15	C
HEA 13235	28.88	4	0.15	D
HEA 18128	28.75	4	0.15	D E
HEA 18849	28.50	4	0.15	D E
HEA 10775 R	28.38	4	0.15	D E
HEA 18165	28.13	4	0.15	E
DK 7088	28.13	4	0.15	E
<u>HEA 18183</u>	<u>27.13</u>	<u>4</u>	<u>0.15</u>	<u>F</u>

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

### Longitud Tusa(cm)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Longitud Tusa(cm)	48	0.56	0.38	9.16

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	90.06	14	6.43	3.05	0.0042
Bloque	19.94	3	6.65	3.15	0.0380
MATERIAL	70.12	11	6.37	3.02	0.0069
Error	69.68	33	2.11		
<u>Total</u>	<u>159.74</u>	<u>47</u>			

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.60468

Error: 2.1116 gl: 33

#### Bloque Medias n E.E.

2.00	16.63	12	0.42	A
1.00	16.35	12	0.42	A
3.00	15.42	12	0.42	A
<u>4.00</u>	<u>15.06</u>	<u>12</u>	<u>0.42</u>	<u>A</u>

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

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.60769

Error: 2.1116 gl: 33

#### MATERIAL Medias n E.E.

EX 003 a	18.25	4	0.73	A
D 2B 710	17.44	4	0.73	A B
HEA 10775 R	16.81	4	0.73	A B
DK 7088	16.81	4	0.73	A B
HEA 18165	16.31	4	0.73	A B
P 3041	15.81	4	0.73	A B
HEA 17896	15.31	4	0.73	A B

HEA 18183	15.19	4	0.73	A	B
HEA 18849	15.00	4	0.73	A	B
HEA 13662	14.69	4	0.73	A	B
HEA 18128	14.50	4	0.73		B
<u>HEA 13235</u>	<u>14.25</u>	<u>4</u>	<u>0.73</u>		<u>B</u>

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

### Aspecto Planta

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>Aj</u>	<u>CV</u>
Aspecto Planta	48	0.64	0.49	8.44	

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	3.83	14	0.27	4.21	0.0003
Bloque	1.60	3	0.53	8.22	0.0003
MATERIAL	2.23	11	0.20	3.12	0.0056
Error	2.15	33	0.07		
<u>Total</u>	<u>5.98</u>	<u>47</u>			

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.28159

*Error: 0.0650 gl: 33*

<u>Bloque</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
4.00	3.21	12	0.07	A
3.00	3.17	12	0.07	A
2.00	2.96	12	0.07	A B
<u>1.00</u>	<u>2.75</u>	<u>12</u>	<u>0.07</u>	<u>B</u>

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

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.63309

*Error: 0.0650 gl: 33*

<u>MATERIAL</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
-----------------	---------------	----------	-------------

DK 7088	3.38	4	0.13	A
HEA 18128	3.25	4	0.13	A B
HEA 10775 R	3.25	4	0.13	A B
EX 003 a	3.25	4	0.13	A B
HEA 17896	3.00	4	0.13	A B
HEA 18183	3.00	4	0.13	A B
HEA 13235	3.00	4	0.13	A B
HEA 13662	3.00	4	0.13	A B
HEA 18849	2.88	4	0.13	A B
HEA 18165	2.88	4	0.13	A B
P 3041	2.75	4	0.13	A B
<u>D 2B 710</u>	<u>2.63</u>	<u>4</u>	<u>0.13</u>	<u>B</u>

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

### **PtasCosechadas**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
PtasCosechadas	48	0.93	0.90	1.45

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	294.00	14	21.00	30.13	<0.0001
Bloque	7.00	3	2.33	3.35	0.0307
MATERIAL	287.00	11	26.09	37.43	<0.0001
Error	23.00	33	0.70		
<u>Total</u>	<u>317.00</u>	<u>47</u>			

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.92191**

*Error: 0.6970 gl: 33*

#### Bloque Medias n E.E.

3.00	58.33	12	0.24	A
4.00	57.83	12	0.24	A B

1.00 57.50 12 0.24 A B

2.00 57.33 12 0.24 B

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

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.07268**

*Error: 0.6970 gl: 33*

MATERIAL Medias n E.E.

HEA 10775 R 59.25 4 0.42 A

DK 7088 59.25 4 0.42 A

HEA 13235 58.75 4 0.42 A

D 2B 710 58.50 4 0.42 A

HEA 17896 58.50 4 0.42 A

HEA 18183 58.25 4 0.42 A

HEA 18849 58.25 4 0.42 A

P 3041 58.25 4 0.42 A

HEA 13662 58.25 4 0.42 A

HEA 18128 58.00 4 0.42 A

HEA 18165 58.00 4 0.42 A

EX 003 a 49.75 4 0.42 B

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

### **%AcameTallo**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

%AcameTallo 48 0.32 0.04 105.30

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 127.69 14 9.12 1.13 0.3727

Bloque 42.43 3 14.14 1.75 0.1765

MATERIAL 85.26 11 7.75 0.96 0.5016

Error 267.12 33 8.09

Total 394.81 47

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.14183**

Error: 8.0947 gl: 33

Bloque Medias n E.E.

1.00	3.93	12	0.82	A
3.00	3.22	12	0.82	A
2.00	2.18	12	0.82	A
4.00	1.48	12	0.82	A

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

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=7.06358**

Error: 8.0947 gl: 33

MATERIAL Medias n E.E.

HEA 18183	5.90	4	1.42	A
HEA 18165	4.30	4	1.42	A
HEA 18849	3.02	4	1.42	A
HEA 18128	3.02	4	1.42	A
HEA 13235	2.98	4	1.42	A
P 3041	2.61	4	1.42	A
DK 7088	2.54	4	1.42	A
EX 003 a	2.52	4	1.42	A
D 2B 710	1.71	4	1.42	A
HEA 17896	1.71	4	1.42	A
HEA 10775 R	1.69	4	1.42	A
HEA 13662	0.42	4	1.42	A

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

**%Acame Raíz**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

%Acame Raíz 48 0.45 0.21 145.17

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	27.97	14	2.00	1.89	0.0658
Bloque	7.20	3	2.40	2.27	0.0985
MATERIAL	20.77	11	1.89	1.79	0.0972
Error	34.88	33	1.06		
<u>Total</u>	<u>62.85</u>	<u>47</u>			

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.13524**

*Error: 1.0568 gl: 33*

#### Bloque Medias n E.E.

3.00	1.13	12	0.30	A
1.00	1.00	12	0.30	A
2.00	0.57	12	0.30	A
<u>4.00</u>	<u>0.14</u>	<u>12</u>	<u>0.30</u>	<u>A</u>

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

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.55230**

*Error: 1.0568 gl: 33*

#### MATERIAL Medias n E.E.

D 2B 710	2.13	4	0.51	A
HEA 13235	1.70	4	0.51	A
DK 7088	1.27	4	0.51	A
HEA 18128	0.86	4	0.51	A
HEA 10775 R	0.84	4	0.51	A
HEA 18165	0.43	4	0.51	A
P 3041	0.42	4	0.51	A
HEA 17896	0.42	4	0.51	A
HEA 18183	0.42	4	0.51	A
HEA 18849	0.00	4	0.51	A
EX 003 a	0.00	4	0.51	A

HEA 13662 0.00 4 0.51 A

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

### **FusariumAspecto**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

FusariumAspecto 48 0.85 0.79 15.74

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 47.96 14 3.43 13.27 <0.0001

Bloque 0.73 3 0.24 0.94 0.4318

MATERIAL 47.23 11 4.29 16.63 <0.0001

Error 8.52 33 0.26

Total 56.48 47

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.56113**

*Error: 0.2582 gl: 33*

Bloque Medias n E.E.

2.00 3.42 12 0.15 A

3.00 3.25 12 0.15 A

4.00 3.17 12 0.15 A

1.00 3.08 12 0.15 A

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

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.26156**

*Error: 0.2582 gl: 33*

MATERIAL Medias n E.E.

HEA 13662 5.00 4 0.25 A

D 2B 710 5.00 4 0.25 A

EX 003 a 4.50 4 0.25 A

HEA 18165 3.00 4 0.25 B

HEA 13235 3.00 4 0.25 B  
 HEA 10775 R 3.00 4 0.25 B  
 P 3041 3.00 4 0.25 B  
 HEA 18849 2.75 4 0.25 B  
 DK 7088 2.75 4 0.25 B  
 HEA 17896 2.75 4 0.25 B  
 HEA 18183 2.00 4 0.25 B  
HEA 18128 2.00 4 0.25 B

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

### **PtaDescubiertaAspecto**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
PtaDescubiertaAspecto	48	1.00	1.00	9.8E-07

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	19.67	14	1.40	5830753786131920.00	<0.0001
Bloque	0.00	3	0.00		sd sd
MATERIAL	19.67	11	1.79		sd sd
Error	0.00	33	0.00		
<u>Total</u>	<u>19.67</u>	<u>47</u>			

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00000**

*Error: 0.0000 gl: 33*

#### Bloque Medias n E.E.

4.00	1.58	12	0.00	A
3.00	1.58	12	0.00	A
2.00	1.58	12	0.00	A
<u>1.00</u>	<u>1.58</u>	<u>12</u>	<u>0.00</u>	<u>A</u>

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

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00000**

*Error: 0.0000 gl: 33*

MATERIAL Medias n E.E.

P 3041	3.00	4	0.00	A
HEA 13235	2.00	4	0.00	B
HEA 13662	2.00	4	0.00	B
HEA 10775 R	2.00	4	0.00	B
DK 7088	2.00	4	0.00	B
EX 003 a	2.00	4	0.00	B
HEA 18165	1.00	4	0.00	C
HEA 18183	1.00	4	0.00	C
HEA 18849	1.00	4	0.00	C
HEA 17896	1.00	4	0.00	C
D 2B 710	1.00	4	0.00	C
<u>HEA 18128</u>	<u>1.00</u>	<u>4</u>	<u>0.00</u>	<u>C</u>

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