

**POTENCIAL DE CRUZAS ENTRE HÍBRIDOS COMERCIALES COMO FUENTE DE  
NUEVOS PATRONES HETERÓTICOS EN UN PROGRAMA PÚBLICO DE  
MEJORAMIENTO DE MAÍZ (ZEA MAYS L.)**

Tesina

del alumno

PEDRO ROSSI

Este trabajo ha sido presentado como requisito

para la obtención del título de

INGENIERO AGRÓNOMO

Carrera: Ingeniería Agronómica

Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.  
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.

Pergamino, 27 de diciembre del 2012.-

1

**POTENCIAL DE CRUZAS ENTRE HÍBRIDOS COMERCIALES COMO FUENTE DE  
NUEVOS PATRONES HETERÓTICOS EN UN PROGRAMA PÚBLICO DE  
MEJORAMIENTO DE MAÍZ (ZEA MAYS L.)**

Tesina

del alumno

PEDRO ROSSI

Aprobada por el Tribunal Evaluador de Tesina

.....

.....  
Ing. Agr. (MSc.) Roberto D. Lorea

Director

Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.  
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.

## **AGRADECIMIENTOS**

En el presente trabajo se agradece por su colaboración al grupo de Mejoramiento de Maíz del INTA Pergamino, a Roberto Lorea por su aporte durante todo el desarrollo del trabajo, desde la toma de datos, seguimiento y corrección de la tesina y al grupo de trabajo de la Biblioteca de INTA por la búsqueda bibliográfica realizada.

Un especial agradecimiento a mi familia y a mi novia por apoyarme y alentarme durante todo el proceso de aprendizaje.

Agradecer también a Luciano La Fico Guzzo y Lucas Appendino, amigos y compañeros de estudio, por la colaboración y el apoyo que me brindaron durante el desarrollo del presente trabajo final.

## Índice

Pag.

<b>I.-Resumen</b> .....	8
<b>II.-Introducción</b> .....	10
<b>II.1.-</b> Generalidades del cultivo de maíz.....	10
<b>II.2.-</b> Desarrollo del cultivo en Argentina.....	11
<b>II.3-</b> Mejoramiento genético.....	12
<b>II.3.1.-</b> Mejoramiento genético en Argentina.....	12
<b>II.3.2.-</b> Desarrollo de un programa de Mejoramiento genético.....	14
<b>II.3.3.-</b> Heterosis.....	15
<b>II.3.3.1.-</b> Teorías.....	15
<b>II.3.4.-</b> Patrones heteróticos.....	17
<b>II.3.4.1.-</b> Cruzamientos dialélicos.....	17
<b>II.3.5.-</b> ACG y ACE.....	19
<b>II.4.-</b> Pretensiones del Trabajo.....	19
<b>III.- Hipótesis</b> .....	20
<b>IV.- Objetivos</b> .....	21
<b>IV.1.-</b> General.....	21
<b>IV.2.-</b> Específicos.....	21
<b>V.- Materiales y Métodos</b> .....	22
<b>V.1.-</b> Germoplasma.....	22
<b>V.2.-</b> Ensayos de campo.....	23
<b>V.3.-</b> Variables analizadas.....	24
<b>V.3.1-</b> Componentes del rendimiento.....	24

<b>V.3.2.- Componentes descriptivos</b> .....	26
<b>V.4.- Análisis estadístico</b> .....	28
<b>VI.- Resultados</b> .....	33
<b>VI.1.- Componentes agronómicos</b> .....	33
<b>VI.1.1.- Normalidad</b> .....	33
<b>VI.1.2.- Análisis de variancia</b> .....	33
<b>VI.1.3.- Correlaciones</b> .....	34
<b>VI.1.4.- Comparación de medias</b> .....	34
<b>VI.1.4.1.- Rendimiento y sus componentes</b> .....	34
<b>VI.1.4.1.1.- Rendimiento</b> .....	34
<b>VI.1.4.1.2.- Número de granos</b> .....	34
<b>VI.1.4.1.3.- Peso de mil</b> .....	35
<b>VI.1.4.1.4.- Relación de espiga</b> .....	35
<b>VI.1.4.1.5.- Largo de espiga</b> .....	35
<b>VI.1.4.1.6.- Diámetro de espiga</b> .....	36
<b>VI.1.4.1.7.- Hileras por espiga</b> .....	36
<b>VI.1.4.1.8.- Tabla resumen de las variables componentes del rendimiento</b> .....	36
<b>VI.1.4.2.- Variables descriptivas</b> .....	38
<b>VI.1.4.2.1.- Sincronía floral</b> .....	38
<b>VI.1.4.2.2.- Comportamiento sanitario</b> .....	38
<b>VI.1.4.2.3.- Tipo de grano</b> .....	39
<b>VI.1.4.2.4.- Número de hojas</b> .....	39
<b>VI.1.4.2.5.- Altura de planta</b> .....	39
<b>VI.1.4.2.6.- Altura de inserción de espiga</b> .....	39
<b>VI.1.4.2.7.- Humedad de cosecha</b> .....	39

<b>VI.1.4.2.8.-</b> Peso hectolítrico.....	40
<b>VI.1.4.2.9.-</b> Porcentaje de granazón.....	40
<b>VI.1.4.2.10.-</b> Tabla resumen de las variables descriptivas.....	40
<b>VI.1.5.-</b> Análisis de Componentes Principales.....	41
<b>VI.2.-</b> Componentes genéticos.....	42
<b>VI.2.1.-</b> Significancia de las variables.....	42
<b>VI.2.2.-</b> Efectos aditivos y no aditivos.....	42
<b>VI.2.3.-</b> Efectos de ACG significativos para cada una de las variables.....	43
<b>VI.2.4.-</b> Efectos de ACE significativos para cada una de las variables.....	45
<b>VI.2.5.-</b> Heterosis.....	47
<b>VI.2.5.1.-</b> Rendimiento.....	47
<b>VI.2.5.2.-</b> Número de granos.....	47
<b>VI.2.5.3.-</b> Peso de mil.....	48
<b>VI.2.5.4.-</b> Relación de espiga.....	48
<b>VI.2.5.5.-</b> Largo de espiga.....	48
<b>VI.2.5.6.-</b> Diámetro de espiga.....	48
<b>VI.2.5.7.-</b> Hileras por espiga.....	48
<b>VII.-</b> Discusión.....	49
<b>VII.1.-</b> Componentes agronómicos.....	49
<b>VII.2.-</b> Componentes genéticos.....	51
<b>VII.2.1-</b> Efectos aditivos y no aditivos.....	51
<b>VII.2.2.-</b> ACG.....	52
<b>VII.2.3.-</b> ACE.....	53
<b>VII.2.4.-</b> Variabilidad genética.....	54
<b>VII.3.-</b> Selección de los mejores híbridos comerciales.....	55

<b>VII.4.- Selección de los mejores híbridos dobles.....</b>	<b>56</b>
<b>VIII.- Conclusiones.....</b>	<b>65</b>
<b>IX.- Bibliografía.....</b>	<b>67</b>
<b>X.- ANEXO 1. GRÁFICOS.....</b>	<b>71</b>
<b>XI.- ANEXO 2. TABLAS.....</b>	<b>77</b>
<b>XII.- ANEXO 3. FIGURAS.....</b>	<b>132</b>

## I. Resumen

Con el objetivo de explotar nuevos patrones heteróticos, ajenos al programa de mejoramiento de maíz de INTA, se evaluaron doce (12) híbridos simples comerciales (HC) de diferentes empresas y sesenta y seis (66) híbridos dobles (HD) obtenidos sus cruzamientos, durante la campaña 2009-2010, en tres localidades del norte de la provincia de Buenos Aires (Pergamino, Ferré y San Antonio de Areco). Se utilizó un diseño en bloques incompleto aleatorizados en dos repeticiones por localidad.

Las variables evaluadas fueron el rendimiento (REND) y sus componentes (número de granos (NG), peso de mil semillas (PM), diámetro de espiga (DE), hileras por espiga (HE), largo de espiga (LE) y relación de espiga (RE)), la humedad a cosecha (HUM), el peso hectolítrico (PH), el stand de plantas (SP), el porcentaje de granazón (PG) y el tipo de grano (TG). Además se determinó, para la localidad de Pergamino, la altura de planta (AP), altura de inserción de espiga (AE), número de hojas (NH), días a floración masculina (FM) y femenina (FF), sincronía floral (SF) y comportamiento sanitario a roya común del maíz (*Puccinia sorghi*) (RH).

Todas las variables evaluadas en las tres localidades fueron sometidas a un análisis de variancia (ANOVA), obteniéndose diferencias significativas para REND y HUM en lo que respecta al genotipo y la interacción genotipo\*localidad. Todas las demás variables, menos SP, fueron significativas solo para el genotipo. Además se realizó un análisis de correlaciones por el método de Pearson y un análisis multivariado de Componentes Principales que permitieron ver una correlación positiva del REND con las demás variables que hacen a su formación, pero principalmente con aquellas que hacen al tamaño de espiga (LE, DE, HE y RE).

Para la determinación de los componentes genéticos, los HC e HD fueron evaluados mediante un dialelo incompleto a través de su habilidad combinatoria general (ACG), habilidad combinatoria específica (ACE) y heterosis para las variables REND, NG, PM, DE, HE, LE y RE. En base a este análisis y en concordancia con lo obtenido por Guillen-de la Cruz *et al.* (2009) y Glover *et al.* (2005), pudo determinarse una mayor proporción de efectos no aditivos en la determinación del REND. Además hubo dos (2) HC que se destacaron por presentar altos efectos de ACG para la variable REND, estos fueron el HC2 y el HC8. En cuanto a los efectos de ACE para dicha variable, solo el híbrido doble (HD) HC6xHC11 fue el que se destacó.

De acuerdo a lo evaluado por su comportamiento agronómico y genético, se aplicó una estrategia de selección de HD que permitió destacar a seis (6) híbridos caracterizados por presentar diferentes tipos de grano y por destacarse en un gran número de variables. Estos HD fueron HC1xHC8, HC2xHC7, HC2xHC12, HC5xHC8, HC6xHC11 y HC8xHC11. Dichos híbridos podrían utilizarse para la derivación de líneas que den comienzo a dos nuevas líneas de trabajo y que permitan desarrollar nuevos materiales con granos del tipo Flint y con granos del tipo Semidentado o bien podrían explotarse ambos patrones y conseguir HD de alto potencial.

## **II. Introducción**

### **II.1.- Generalidades del cultivo de Maíz**

El maíz (*Zea mays L.*) es un cultivo vegetales perteneciente a la familia de las gramíneas que presenta gran relevancia a nivel mundial y nacional, ocupando el primer lugar entre los principales cereales cultivados, con 882 millones de toneladas (MT) (USDA, 2012) (Anexo 1. Gráfico 1).

Argentina es uno de los principales países productores de este cereal con 24 MT, de los cuales exporta 15 MT (USDA, 2012) y los restantes 8 MT se destinan al consumo interno (Anexo 1. Gráficos 2 y 3).

A nivel nacional es el segundo cultivo en importancia, luego de la soja, ocupando actualmente cinco (5) de las treinta y seis millones y medio (36,5) de hectáreas cultivables (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2012) (Anexo 1. Gráfico 4).

El maíz se cultiva desde el centro-este hacia el noroeste del país, destacándose las provincias de Jujuy, Salta, Tucumán y Formosa en el norte y, Santa Fe, Córdoba, Buenos Aires, la Pampa, San Luis y Entre Ríos en el centro-este de la República. Además pueden discriminarse dos áreas de producción (INTAGRO S.A., 2012), una principal o núcleo, que concentra la mayor superficie sembrada (Sur de Córdoba y Santa Fe y noroeste de Buenos Aires) y una secundaria con menor superficie sembrada (Anexo 3. Figura 2).

Son varios los usos que se le dan a este cereal, en nuestro país se destacan los siguientes (Maizar, 2006):

- Exportación como grano: Es el principal destino del maíz en Argentina, demostrando que es un país netamente exportador.

- Forraje para lechería y ganadería vacuna: Suministrado como silo y grano.
- Avicultura: Suministrado como granos a padres, reproductores, pollos parrilleros y ponedoras.
- Molienda húmeda: Se extrae aceite, almidón, glucosa, jarabe de glucosa, fructosa, jarabe de fructosa.
- Molienda seca: Se produce harina, sémola y germen entre otros.
- Producción de semillas, líneas e híbridos.
- Producción de bioetanol.

## II.2.- Desarrollo del cultivo en Argentina

Argentina tiene una historia maicera moderna que se remonta hacia principios del siglo pasado. En una primera instancia fueron las variedades de polinización abierta las que se destacaron, luego, variedades con un mayor porcentaje de endocría y potencial de rendimiento. A partir de mediados de siglo aparecen los primeros indicios de maíces híbridos, siendo en una primera instancia los híbridos dobles (HD), supridos más tarde por los triples y destronados en última instancia por los simples (HS). Cada remplazo acompañado con un aumento de los rendimientos.

Ya desde hace más de 20 años que los HS son los que dominan el mercado debido principalmente a sus altos rindes, en comparación con sus predecesores y a una tecnología, genética y manejo del cultivo en activo crecimiento.

El aporte de la industria semillera ha sido importante para poder lograr la competitividad y el crecimiento que ha tenido el agro argentino en los últimos años. Hoy en día son muchas las empresas semilleras internacionales que abastecen de

germoplasma al mercado local. Entre ellas encontramos a las multinacionales como Monsanto, Pioneer, Dow Agro Sciences, Nidera, Syngenta, etc. Muchas de ellas han sido pioneras en el desarrollo de programas de mejoramiento de maíz.

El INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), desde sus comienzos, ha sido, a través de sus investigaciones y capacitaciones, uno de los principales promotores del crecimiento del maíz en Argentina. Una de sus principales sedes es la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Pergamino, lugar donde se inscribieron los primeros híbridos nacionales de maíz.

Cabe destacar, en el año 1992, el desarrollo de un Convenio de Vinculación Tecnológica entre INTA y un conjunto de empresas productoras de semillas, denominado "INTA - Semilleros", con el objetivo de desarrollar nuevas poblaciones y líneas mejoradas de maíz (CASAFE, 2009; INTA, 2006).

En las últimas décadas, el INTA Pergamino, se enfocó en la liberación de líneas endocriadas e híbridos triples y simples de maíz.

### II.3.- Mejoramiento genético

#### II.3.1.- Mejoramiento genético en Argentina

Argentina se caracterizó durante toda su historia por la producción de los maíces colorados duros o también llamados "Flint". Estos materiales se distinguen por tener resistencia al quebrado, alto valor nutritivo de los granos, alta resistencia a las enfermedades y rendimientos medios-bajos. Con la inclusión de los materiales amarillos dentados de USA y gracias a la explotación de ambos patrones heteróticos se obtuvieron

híbridos Semidentados (Dentado x Flint) con un marcado aumento en los rendimientos, en comparación con los materiales Flint.

Fueron muchos los cambios, genéticos y de manejo, que sufrió el cultivo a lo largo del último siglo.

Si se hace un análisis de las últimas cuatro décadas, puede observarse que el aumento creciente en la productividad nacional del maíz está positivamente correlacionado con el tipo genético de los cultivares sembrados en diferentes períodos (Gráfico 8) y la mejora en las tecnologías de producción. Los híbridos modernos superan en rendimiento a los anteriores comparados bajo diferentes tecnologías, planteos con diferente densidad poblacional y en ambientes con diferente oferta de recursos naturales (CASAFE, 2009).

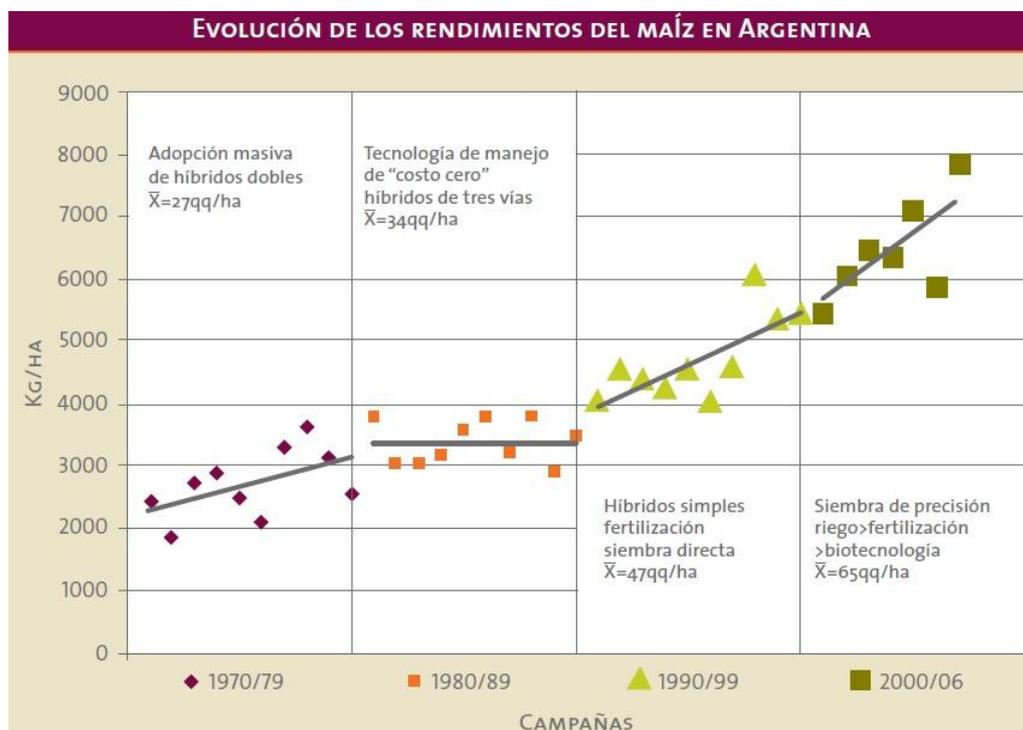


Gráfico 8. Evolución de los rendimientos de maíz 1970-2006. Eje de las abscisas: período de tiempo 1970-2006. Eje de las ordenadas: rendimiento expresado en Kg/ha.

El mejoramiento genético actuó exitosamente en la aptitud combinatoria entre líneas parentales, que a su vez fueron mejoradas *per se* para mayor productividad o capacidad polinizadora. La fitotécnica operó sobre diferentes características reproductivas en las líneas, como número de hileras por espiga, número de granos por hilera y prolificidad. Estos parentales transmiten a los híbridos cada vez mayor sanidad y tolerancia a vuelco, quebrado, además de la capacidad de mantener el follaje verde durante más tiempo y mayor tolerancia a estrés hídrico en floración, donde se ubica el período crítico del maíz. Se estima que la contribución del mejoramiento genético al incremento de los rendimientos nacionales del maíz durante 30 años de análisis es de aproximadamente el 50 %, se atribuye el resto a los avances realizados por las tecnologías de manejo y cosecha del cultivo (CASAFE, 2009).

### II.3.2.- Desarrollo de un programa de mejoramiento genético

En toda empresa agropecuaria, estatal o privada, dedicada a la mejora genética de individuos vegetales o animales, debe desarrollarse un programa de mejoramiento para poder lograr los objetivos planteados (aumento del rendimiento de un cultivo, disminución del peso vivo al nacer de un animal, mejora en el comportamiento de un cultivo ante alguna enfermedad y/o plaga, etc.)

El objetivo principal de un programa de mejoramiento genético es destacar las características biológicas que interesan al hombre siendo estas, generalmente, las relacionadas con la producción. Los programas de mejoramiento de maíz se enfocan, principalmente, en el desarrollo de líneas endocriadas para la obtención de híbridos.

Cuando se desea comenzar con dicho programa, es de fundamental importancia tener en cuenta ciertas premisas que van a influir en el grado de éxito a lograr por los

mejoradores. Una de ellas es el hecho de contar con una base genética amplia, que provea la posibilidad de tener una mayor variancia genética. De esta forma aumentan las probabilidades de obtener combinaciones alélicas favorables, que permitan el desarrollo de líneas e híbridos más productivos.

### II.3.3.- Heterosis

En el cultivo de maíz, una de las herramientas genéticas más utilizadas en las últimas décadas en el mejoramiento es el aprovechamiento de la heterosis a través de la formación de híbridos. La heterosis es definida como la superioridad de los individuos híbridos, en una o más características, en comparación con sus padres. Aunque este fenómeno no haya sido genéticamente dilucidado en su totalidad, se sabe que para poder explotar su máximo potencial es necesario que los individuos a cruzar, posean alelos diferentes para un mismo locus y exista una cierta dominancia entre ellos (Falconer, 1981).

#### II.3.3.1.- Teorías

Ha habido un amplio debate sobre la relación que hay entre el nivel de dominancia y la expresión de la heterosis. Las dos teorías que mayor relevancia han tenido fueron la de la Dominancia y la de la Sobredominancia.

La teoría de la Dominancia fue propuesta por Bruce en el año 1910. Fue considerada como una razonable explicación de la heterosis debido a que se basa en los niveles de dominancia que han sido ampliamente observados para los caracteres cualitativos. De acuerdo a esta hipótesis, la heterosis es causada por una total o parcial dominancia de los *loci* involucrados en la herencia de un carácter determinado.

Fueron presentados varios argumentos en su contra (Hallauer *et al.*, 1981). Si la dominancia completa es la máxima expresión de un heterocigota, debería ser posible desarrollar un homocigota obtenido de un cruzamiento, que tenga igual rendimiento y comportamiento que un híbrido. En cultivos como el maíz, no se han podido identificar líneas puras que sean iguales en rendimiento a los mejores híbridos. Esta imposibilidad de obtener líneas que posean un comportamiento igual al de un híbrido es citada como una evidencia en contra de la hipótesis de la dominancia. En refutación de este argumento, se ha señalado que la probabilidad de recuperación de todos los alelos dominantes favorable en un individuo homocigota está limitado cuando los padres difieren en un gran número de alelos que controlen un carácter cuantitativo.

Según la teoría de la Sobredominancia, el heterocigota debería ser superior a ambos homocigotas. Las especulaciones de Shull y East de que el estímulo procedente de los efectos de la hibridación o la heterocigosis es la causa de la heterosis obtuvieron un mayor apoyo por parte de la hipótesis de múltiples alelos en las poblaciones, expuestas por East. Él especuló sobre la existencia de múltiples alelos en un locus y que cada uno de los cuales tienen efectos aditivos. Se supuso que los alelos actuarían de forma aditiva con una mayor diversidad de tal manera que los heterocigotas de alelos divergentes reflejarían la suma de la combinación de ambos alelos en un locus. Este fenómeno sobre la superioridad de los heterocigotas más tarde fue denominado como sobredominancia por Hull. Este último postuló que las poblaciones naturales que muestran sobredominancia para cualquier carácter se estabilizaran en la frecuencia de genes intermedios y por lo tanto podrían exhibir una máxima variación genética, pero no responderán a la selección. Incidentalmente, los resultados de los experimentos de selección masal en maíz no mostraron, en ese momento, ninguna mejora con respecto a

la población original y por lo tanto parecían apoyar las perspectivas de Hull (Chahal, 2006; Fher, 1987).

#### II.3.4.- Patrones heteróticos

Para poder maximizar la heterosis expresada por el germoplasma a utilizar en un programa de mejoramiento genético, se lo debe clasificar en patrones heteróticos de forma tal de poder diferenciar los materiales y así, poder asegurarnos tener una elevada variancia genética.

Los patrones heteróticos se desarrollan empíricamente para determinar qué cruzamientos producen híbridos superiores y cuáles no. A nivel mundial los más utilizados incluyen líneas Iowa Stiff stalk x no Stiff stalk en los Estados Unidos; líneas Flint x Dentadas en el norte de Europa; y líneas tuxpeño x no tuxpeño en las zonas tropicales y subtropicales (Rex, 2002).

En Argentina un cruzamiento muy frecuente utilizado por los programas de mejoramiento local, es aquel realizado entre materiales pertenecientes al patrón heterótico Flint Argentino, y los pertenecientes al patrón heterótico Amarillo Dentado de Estados Unidos. De esta forma, se obtienen individuos más productivos que los Flint y más resistentes a stress, enfermedades y al quebrado de granos que los Dentados (Lamkey, 2006).

##### II.3.4.1.- Cruzamientos dialélicos

De acuerdo con lo expresado por Fher (1987), existen tres tipos diferentes de dialelos:

- Con retrocruza y autopolinización: Este dialelo es necesario cuando se requiera lograr el equilibrio Hardy-Weingberg en una población. Debido a sus características, no podrá ser utilizado cuando la autoincompatibilidad o la androesterilidad reduzcan o impidan la autofecundación, o cuando la androesterilidad impida la posibilidad de cruzamientos recíprocos. Si bien este diseño presenta las ventajas de permitir lograr el equilibrio Hardy-Weingbeg y la recombinación de todos los alelos presentes en el cruzamiento, no se recomienda cuando es elevado el número de padres a utilizar debido a la gran cantidad de cruzamientos que ello demanda.
- Sin retrocruza y autopolinización: Este diseño es utilizado comúnmente en la formación de poblaciones complejas, cuando se dispone de un número limitado de padres. Permite a los genes de cada padre la posibilidad de recombinarse con los de cada uno de los otros padres. Si ocurren suficientes generaciones de entrecruzamientos, cada miembro de la población puede tener la posibilidad de obtener alelos de cada uno de los parentales. Además puede aplicarse en aquellas poblaciones de polinización abierta que incluyan individuos autoincompatibles o androestériles y demanda un menor número de cruzamientos que los necesitados en un dialelo con retrocruza y autopolinización. Sin embargo, dadas sus características de no presentar cruzamientos recíprocos ni autofecundación, se hace imposible lograr el equilibrio Hardy-Weingberg.
- Parcial o Intermedio: Es aquél basado en el cruzamiento de cada padre con sólo algunos de los otros padres que conforman el Dialelo. Este método es utilizado cuando el número de padres es demasiado grande como para llevar a

cabo un Dialelo completo. Además, presenta la ventaja de requerir un menor número de cruzamientos que en los otros Dialelos.

La implementación de los procedimientos antes mencionados y la evaluación de la población resultante a través de su Habilidad Combinatoria General (ACG) y Específica (ACE) son, junto con los análisis genéticos moleculares, las herramientas más utilizadas hoy en día por los mejoradores de maíz para la búsqueda de nuevos patrones heteróticos.

#### II.3.5.- ACG y ACE

La habilidad combinatoria es la capacidad de un genotipo o de una población, de dar descendencia híbrida caracterizada por la alta expresión de un carácter. Mide la capacidad para producir heterosis en ciertos caracteres y permite evaluar el comportamiento de un genotipo o población en todos los cruzamientos posibles (Ramírez, 2006).

Si el genotipo produce buenos híbridos en todos los cruzamientos en que participa se dice que tiene buena ACG. Si sólo es con determinados genotipos se dice que tiene buena ACE (Ramírez, 2006).

#### II.4.- Pretensiones del Trabajo

El presente trabajo pretende establecer la potencialidad del germoplasma proveniente de híbridos comerciales (HC) para conformar nuevos patrones a explorar en el programa de mejoramiento de la E.E.A. INTA Pergamino.

### **III. Hipótesis**

El germoplasma proveniente de híbridos comerciales de distintas empresas, no presente en el Programa de Mejoramiento de Maíz de la EEA INTA Pergamino, constituye nuevos patrones heteróticos de alto potencial de rendimiento a ser utilizados en dicho programa.

## **IV. Objetivos**

### **IV.1.- General**

Estudiar un grupo de híbridos comerciales de maíz, provenientes de diferentes semilleros, para explorar patrones heteróticos ausentes en el Programa de Mejoramiento de Maíz de la EEA INTA Pergamino.

### **IV.2.- Específicos**

Estudiar un grupo de híbridos comerciales de maíz y sus cruzamientos por su comportamiento agronómico.

Definir los efectos de ACG y ACE de los híbridos comerciales y sus cruzamientos mediante el desarrollo de un dialelo.

Definir una estrategia de selección de estos materiales que permita incorporarlos al programa de mejoramiento de maíz de la EEA INTA Pergamino.

## V. Materiales y Métodos

### V.1.-Germoplasma

En el presente Trabajo Final se evaluaron doce (12) híbridos simples comerciales (Tabla 1) y sesenta y seis (66) híbridos dobles, obtenidos de su cruzamiento. Los criterios utilizados para la selección de los HC fueron:

- Los altos rendimientos que hicieron que se destacaran, durante las tres campañas previas a la realización de los ensayos analizados en el presente trabajo final, en la red de cultivares de maíz de INTA (Presello *et al.*, 2010).
- La divergencia del germoplasma (por provenir de diferentes empresas semilleras).
- El tipo de grano.
- El ciclo del cultivo.

Para facilitar la lectura de los resultados, se asignó un código alfanumérico para cada uno de los HC participante del dialelo (Tabla 1).

Híbridos	Código	Empresa	Ciclo	Grano	Tipo
P31F25	HC1	Pioneer	Completo	SD	HS
P33Y45	HC2	Pioneer	Completo	SD	HS
AX882	HC3	Nidera	Intermedio	SD	HS
AX892	HC4	Nidera	Intermedio	F	HS
FR Don Luna	HC5	Fortín Refugio Semillas	Completo	F	HS
SPS2790	HC6	SPS Semillas	Intermedio	SD	HS
MASS494	HC7	Dow AgroSciences	Intermedio	SD	HS
H2765	HC8	Don Mario	Completo	SD	HS
AM8323	HC9	Advanta	Intermedio	SD	HS
ACA2001	HC10	ACA Semillas	Completo	SD	HS
NK940	HC11	Syngenta	Completo	F	HS
I880	HC12	Illinois	Intermedio	F	HS

**Tabla 1:** Híbridos comerciales. HC: Híbrido Comercial. F: Flint. SD: Semi-dentado. HS: Híbrido Simple.

## V.2.- Ensayos de campo

Se evaluaron tres ensayos comparativos de rendimiento (ECR) realizados durante la campaña 2009/2010. Estos ensayos se realizaron en el noroeste de la provincia de Buenos Aires, más precisamente en: la EEA INTA Pergamino, el establecimiento La Fe de San Antonio de Areco y la Escuela Agrotécnica Don Bosco de Ferré (Figura 1), lugares que comparten características climatológicas similares (Anexo 1, gráficos 6, 7 y 8). Esta zona se caracteriza por formar parte de la zona núcleo maicera del país (Anexo 3, figura 2).



Figura 1. Ubicación de los ECR. Los logotipos de INTA indican la ubicación de cada una de las localidades en donde se desarrollaron los ECR.

Para la diagramación de los ECR se utilizó un diseño experimental de látice de 7 x 7 de bloques incompletos aleatorizados en dos repeticiones por localidad. La unidad muestral consistió en parcelas de 2 surcos distanciados a 0,70 m y 5 m de largo (7 m<sup>2</sup>).

En lo que respecta al manejo, los ECR fueron conducidos bajo el sistema de siembra directa. La densidad de plantas a cosecha fue ajustada por raleo manual en el estado de 4° hoja expandida en 72.000 plantas/ha, se realizó una fertilización en todos los casos con 150 kg de fosfato monoamónico y 220 kg de urea a la siembra y el control de malezas se realizó con 4 l de atrazina y 2 l de acetoclor a la siembra.

La cosecha se realizó en dos etapas, en una primera instancia se cosecharon manualmente cinco (5) espigas del centro de la parcela, provenientes de plantas en competencia perfecta y luego el resto de la parcela se cosechó con una parceladora automotriz.

### V.3.- Variables analizadas

Las variables analizadas se clasificaron en aquellas que hacen a la determinación del rendimiento (componentes del rendimiento) y aquellas que hacen a la descripción del germoplasma (componentes descriptivos).

#### V.3.1.- Componentes del rendimiento

Estos componentes se calcularon en base a diferentes parámetros de acuerdo a la forma de cosecha (manual o automotriz).

En base al promedio de las 5 espigas cosechadas manualmente se determinaron las siguientes variables:

- Número de granos (NG): Para su cálculo se realizó una relación entre el peso de mil semillas y el rendimiento de cada una de las entradas y luego se lo transformó a  $m^2$ .
- Peso de mil semillas (PM): Expresado en gramos (gr) y corregido al 14,5 % de humedad. Se seleccionaron al azar mil semillas de cada una de las entradas y luego se las peso en una balanza de precisión.
- Largo de espiga (LE): Expresado en centímetros (cm). Se calculó midiendo con una regla la distancia desde la base hasta el extremos apical de las espigas.
- Diámetro de espiga (DE): Expresado en cm. Se calculó midiendo con una regla el ancho de las espigas desde su parte central.
- Número de hileras por espiga (HE): Se calculó contando manualmente el número de las hileras desde su parte media.
- Relación de espiga (RE): Expresado en  $cm^3$ . Se calculó el volumen de la espiga utilizando como base al diámetro y como altura al largo.

En base a lo cosechado por la parceladora en el campo se determinaron las siguientes variables:

- Rendimiento (REND): Expresado en kilogramos por hectárea (Kg/ha) y corregido al 14,5 % de humedad. Se calculó en base a lo cosechado de cada parcela por la parceladora más el agregado del peso de las cinco espigas cosechadas manualmente y convertido a hectáreas.

### V.3.2.- Componentes descriptivos

En base al promedio de las cinco (5) espigas cosechadas manualmente en las tres localidades se determinaron las siguientes variables:

- Humedad a cosecha (HUM): Expresado en porcentaje. Se calculó utilizando un humidímetro.
- Porcentaje de granazón (PG): Se calculó en base a la relación entre los pesos del grano y de la espiga. Expresa qué porcentaje del peso de la espiga (grano + marlo) está representado por el grano.

En base a lo cosechado por la parceladora en las tres localidades se determinó la siguiente variable:

- Peso hectolítrico (PH): Peso de las semillas expresado en kilogramos/hectolitro (kg/hl).

Variabes que se tomaron únicamente en Pergamino, previo a la cosecha del cultivo, luego de ocurrida la floración:

- Altura de planta (AP): Expresado en cm. Se determinó la altura promedio de las plantas del centro de cada una de las parcelas. La medición se realizó con una regla desde la base de del tallo hasta el extremo distal de la panoja.
- Altura de inserción de espiga (AE): Se determinó la altura promedio de inserción de espiga de las plantas del centro de cada una de las parcelas. La medición se realizó con una regla desde la base del tallo hasta la base de inserción.

- Número total de hojas (NH): Se determinó la cantidad de hojas promedio de las plantas del centro de cada una de las parcelas.
- Floración masculina (FM): Se determinó tomando como parámetro el 50 % de plantas en antesis.
- Floración femenina (FF): Se determinó tomando como parámetro el 50 % de plantas con estigmas receptivos.
- Sincronía Floral (SF): Se calculó el tiempo térmico de cada material a floración y luego se determinaron los °C día (°Cd) de diferencia entre ambas floraciones para cada HD. Para su cálculo se utilizaron las temperaturas medias para el mes de enero de la localidad de Pergamino de la campaña 2009/2010 (Anexo 1. Gráfico 9) y se implementó una temperatura base de 8 °C (Anexo 2. Tablas 39 y 40). La fórmula utilizada fue la siguiente:

TT:  $\Sigma (T_m - T_b)$ , en donde TT es el tiempo térmico expresado en °C d,  $T_m$  es la temperatura media y  $T_b$  es la temperatura base utilizada en maíz (Satorre *et al.*, 2003).

- Comportamiento sanitario a Roya de la hoja (RH): Se clasificó a cada uno de los materiales de acuerdo a su comportamiento a roya común del maíz (*Puccinia sorghi*) utilizando la escala de Peterson para medir severidad (Webdelcampo, 2012), que toma valores que van del 1 al 5 (Anexo 3, figura 2).

Variables que se tomaron en las tres localidades, previo a la cosecha del cultivo, luego de ocurrida la floración:

- Stand de plantas (SP): Expresado en plantas/hectárea. Se realizó el conteo del total de las plantas de cada una de las parcelas y luego se lo llevo a hectárea.

Variable que se tomó en el galpón para las tres localidades, luego de ocurrida la cosecha:

- Tipo de grano (TG): Se evaluó visualmente el tipo de grano de las 5 espigas de cada una de las parcelas cosechadas y se clasificó a los materiales en Flint (F), Flint panza blanca (FPB), Semidentado (SD) y Dentado (D). El tipo FPB es un grano Flint que posee una coloración blanquecina en la parte cornea del grano.

#### V.4.- Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos agronómicos se utilizó el software Infostat. Para todas las variables (REND, NG, PM, LE, HE, DE, PG, RE, HUM, PH, SP) se evaluó la normalidad de los datos, se realizó un ANOVA, un Test LSD Fisher de Comparación de medias y un análisis de Correlación por el método de Pearson. Se implementó el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijkm} : \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_{k(j)} + \pi_m + (\pi \tau)_{mi} + \epsilon_{ijkm}$$

$$i=1, 2, \dots, g \quad j=1, 2, \dots, r \quad k=1, 2, \dots, i \quad m=1, 2, \dots, l$$

En donde:

$Y_{ijkm}$ : Efecto del i-ésimo genotipo en el k-ésimo bloque incompleto en el j-ésimo bloque en la m-ésima localidad.

$\mu$ : Media general.

$\tau_i$ : Efecto del i-ésimo genotipo.

$\beta_j$ : Efecto del j-ésimo bloque.

$\gamma_k$ : Efecto del k-ésimo bloque incompleto.

$\pi_m$ : Efecto de la m-ésima localidad.

$(\pi \tau)_{mi}$ : Efecto del i-ésimo genotipo en la m-ésima localidad.

$\epsilon_{ijkm}$ : Error experimental asociado a la observación  $Y_{ijkm}$ .

Para tener una apreciación del componente del conjunto de las variables en los materiales evaluados se realizó un análisis multivariado de componentes principales (ACP) con su correspondiente gráfico biplots para REND, NG, PM, LE, HE, DE, PG y RE. Con el ACP se construyen ejes artificiales (componentes principales) que permiten obtener gráficos de dispersión de observaciones y/o variables con propiedades óptimas para la interpretación de la variabilidad y covariabilidad subyacente.

Los biplots permiten visualizar observaciones y variables en un mismo espacio, así es posible identificar asociaciones entre observaciones, entre variables y entre variables y observaciones. Para su lectura y representación en el gráfico se generan dos tablas, una con autovalores en donde se presenta la proporción de variabilidad total explicada por cada componente y la proporción de la variabilidad total acumulada y una segunda tabla en donde figuran los autovectores para cada una de las variables analizadas.

En dicho gráfico pueden visualizarse dos ejes: Uno correspondiente al componente principal uno (CP1) y el otro, correspondiente al componente principal dos (CP2), en

donde es posible además, observar el porcentaje de variabilidad representados por cada uno de los ejes. Ya dentro del gráfico, las diferentes variables se disponen en forma de vectores y las observaciones se encuentran representadas en una nube de puntos azules.

De acuerdo a la cercanía de los puntos con los vectores es posible determinar materiales más o menos correlacionados con dichas variables. Ahora bien, el ángulo que existe entre dos variables tiene su significado estadístico: si el ángulo es menor a  $90^\circ$ , las variables en cuestión presentan una correlación positiva, es decir, al aumentar en magnitud una, aumenta la otra; si el ángulo es de  $90^\circ$ , las variables en cuestión no presentan correlación alguna y si el ángulo es mayor a  $90^\circ$ , las variables en cuestión presentan una correlación negativa, es decir, al aumentar una disminuye la otra. Además la longitud de los vectores también tiene un significado ya que a mayor magnitud mayor va a ser la contribución de una variable en dicha representación. El modelo implementado fue el siguiente:

$$Y_j: e_j * X$$

$$j=1,\dots,p$$

En donde:

$e_j$ : representa el j-ésimo autovector

Para el análisis de los componentes genéticos y la heterosis se utilizó el software Genes. Se evaluaron las variables REND, PM, NG, LE, DE, HE, PG y RE. Para la estimación de la ACG y ACE se empleó un dialelo balanceado basado en el Método 2 (dialelo parcial), Modelo 1 (efectos fijos), propuesto por Griffing (1956), en donde son

incluidas  $p(p+1)/2$  combinaciones, siendo “p” el número de padres y faltando los híbridos F1’s recíprocos (Cruz *et al.*, 1994). Se empleó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} : m + g_i + g_j + s_{ij} + \epsilon_{ij}$$

En donde:

$Y_{ij}$  : valor medio de la combinación híbrida (i diferente de j) o del progenitor (i = j)

$m$ : media general.

$g_i$  y  $g_j$  : efectos de la ACG del i-ésimo y el j-ésimo progenitor.

$s_{ij}$  : efecto de la ACE para los cruzamientos entre los progenitores de orden i y j.

$\epsilon_{ij}$  : error experimental.

En éste modelo se considera que  $s_{ij} = s_{ji}$ .

Para la determinación de la predominancia de efectos aditivos y no aditivos en la expresión de cada una de las variables analizadas, se realizó una relación entre los componentes cuadráticos de ACG y ACE (Antuna *et al.*, 2003). Si la relación resulta mayor a 1 hay predominancia de efectos aditivos en la manifestación del carácter. Si la relación resulta ser menor a 1 hay predominancia de efectos no aditivos en la manifestación del carácter en cuestión. Si la relación resulta cercana o igual a 1, priman efectos aditivos y no aditivos en similares proporciones.

Para la determinación de la significancia en la selección de los mejores HC e HD se utilizaron dos (2) desvíos con respecto la media (De la Cruz-Lázaro *et al.*, 2010). Esta significancia nos da un 95 % de probabilidad de que el valor seleccionado difiera de cero.

Para la interpretación de los valores obtenidos en el cálculo de los efectos de ACG, tenemos que tener en cuenta que, en aquellos casos en que uno de los padres posea un valor bajo de  $G_i$ , positivo o negativo, indicaría que su respectivo valor de ACG, calculado en base a su cruzamiento con los demás padres, no diferiría mucho de la media general de los cruzamientos del dialelo. Caso contrario, altos valores de  $G_i$ , positivos o negativos, indicarían que el padre en cuestión sería muy superior o muy inferior a los demás progenitores incluidos en el dialelo, en relación al comportamiento medio de los cruzamientos (Cruz *et al.*, 1994).

Para la interpretación de los valores obtenidos en el cálculo de los efectos de ACE, tenemos que tener en cuenta que las mejores combinaciones híbridas deben ser aquellas con mayor  $S_{ij}$  (mayores a 2 desvíos), cuyos padres presenten alta ACG (Miranda *et al.*, 1988).

## VI. Resultados

### VI.1.- Componentes Agronómicos

#### VI.1.1- Normalidad

Solo dos de las variables tuvieron que ser transformadas, a través del método de la inversa, para lograr la normalidad, estas fueron: LE y PM (Anexo 2, tabla 9).

#### VI.1.2.- Análisis de variancia

Todas las variables fueron significativas en lo que respecta al Modelo aplicado.

La variable SP fue la única que no presento diferencias significativas en lo que respecta al Genotipo.

Solo la variable NG fue la que no presento diferencias significativas en lo que respecta al Ambiente.

Solo el REND y la HUM fueron los que presentaron diferencias significativas para la interacción Genotipo x Ambiente (Anexo 2, tablas 10 a y b, 11 a y b, 12 a y b, 13 a y b, 14 a y b, 15 a y b, 16 a y b, 17 a y b, 18 a y b, 19 a y b, 20 a y b).

F.V	REND	PM	LE	DE	HE	PG	RE	NG	SP	HUM	PH
<b>Modelo</b>	**	**	**	**	**	*	**	**	**	**	**
<b>Genotipo</b>	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	*
<b>Localidad</b>	**	**	**	**	*	**	**	ns	**	**	**
<b>Gen x Loc</b>	*	ns	**	ns							

**Tabla 2.** ANOVA de cada variable. F.V: Fuente de variación. Gen x Loc: Genotipo por localidad. REND: Rendimiento. PM: Peso de mil semillas. LE: Largo de espiga. DE:

Diámetro de espiga. HE: Hileras por espiga. PG: Porcentaje de granazón. RE: Relación de espiga. NG: Número de granos. SP: Stand de plantas. HUM: Humedad a cosecha. PH: Peso hectolítrico. \*  $p < 0,05$ . \*\* $p < 0,01$ . ns: no significativo.

### VI.1.3.- Correlaciones

De acuerdo al análisis de correlaciones de Pearson se observó que hay una correlación positiva del REND con el PM, NG, HUM, PH, RE, PG, LE y DE. Las variables SP e HE no tuvieron correlaciones significativas con el rendimiento (Anexo 2, tabla 21).

### VI.1.4.- Comparación de medias

#### VI.1.4.1.- Rendimiento y sus componentes

##### VI.1.4.1.1.- Rendimiento

Su valor vario entre 6146,65 y 12288,92 kg/ha, presentando una media general para las tres localidades de 9493,72 kg/ha, con un desvío estándar (DE) de 3076,95 kg/ha, un coeficiente de variación (CV) de 12,67 %, un  $R^2$ : 0,93 y una DMS: 1382,16 kg/ha (Anexo 2, tablas 9, 10 a y b, 22).

Los HC e HD que más se destacaron se muestran en la tabla 3.

##### VI.1.4.1.2.- Número de Granos

Su valor vario entre 1946,95 y 3954,07 granos/m<sup>2</sup>, presentando una media general para las tres localidades de 3159,44 granos/m<sup>2</sup>, con un DE de 1039,72 granos/m<sup>2</sup>, un CV de 17,68 %, un  $R^2$ : 0,91 y una DMS: 546,04 granos/m<sup>2</sup>. Los materiales destacados mediante esta variable se distinguen por generar un rendimiento caracterizado

principalmente por un gran número de granos pero de pequeño tamaño (Anexo 2, tablas 9, 11 a y b, 23).

Los HC e HD que más se destacaron se muestran en la tabla 3.

#### VI.1.4.1.3.- Peso de mil

Su valor vario entre 254,19 y 365,39 g, presentando una media general para las tres localidades de 302,76 g, con un DE de 34,57 g, un CV de 8,46 %, un  $R^2$ : 0,75 y una DMS: 28,79 g. Los materiales destacados mediante esta variable se distinguen por generar un rendimiento caracterizado principalmente por granos de un gran tamaño y peso (Anexo 2, tablas 9, 12 a y b, 24).

Los HC e HD que más se destacaron se muestran en la tabla 3.

#### VI.1.4.1.4.- Relación de espiga

Su valor vario entre 234,5 y 348,68 cm<sup>3</sup>, presentando una media general para las tres localidades de 297,31 cm<sup>3</sup>, con un DE de 44,61 cm<sup>3</sup>, un CV de 11,15%, un  $R^2$ : 0,75 y una DMS: 38,13 cm<sup>3</sup> (Anexo 2, tablas 9, 13 a y b, 25).

Los HC e HD que más se destacaron se muestran en la tabla 3.

#### VI.1.4.1.5.- Largo de espiga

Su valor vario entre 14,13 y 18,47 cm, presentando una media general para las tres localidades de 16,32 cm, con un DE de 1,35 cm, un CV de 6,33 %, un  $R^2$ : 0,73 y una DMS: 1,17 cm (Anexo 2, tablas 9, 14 a y b, 26).

Los HC e HD que más se destacaron se muestran en la tabla 3.

#### VI.1.4.1.6.- Diámetro de espiga

Su valor vario entre 4,57 y 5,23 cm, presentando una media general para las tres localidades de 4,80 cm, con un DE de 0,22 cm, un CV de 3,44 %, un  $R^2$ : 0,74 y una DMS: 0,19 cm (Anexo 2, tablas 9, 15 a y b, 27).

Los HC e HD que más se destacaron se muestran en la tabla 3.

#### VI.1.4.1.7.- Hileras por espiga

Su valor vario entre 14,13 y 18,13 hileras/espiga, presentando una media general para las tres localidades de 15,98 hileras/espiga, con un DE de 1,18 hileras/espiga, un CV de 5,21 %, un  $R^2$ : 0,77 y una DMS: 0,92 hileras (Anexo 2, tablas 9, 16 a y b, 28).

Los HC e HD que más se destacaron se muestran en la tabla 3.

#### VI.1.4.1.8.- Tabla resumen de las variables componentes del rendimiento

Para una lectura simplificada y sencilla de cada variable, se ubicó los datos en una tabla en donde se clasifico a los materiales de acuerdo a dos grupos. Para la clasificación de los grupos se tuvo en cuenta la DMS (Diferencia Mínima Significativa) del LSD de Fisher; los que estaban dentro de una (1) DMS se ubicaron en el grupo uno (1) y los que presentaron dos (2) DMS se ubicaron en el grupo dos (2).

Los HC e HD que más se destacaron para cada variable fueron:

Variable/Grupo	Grupo 1	Grupo 2
REND	<b>HC12, HC2, HC8, HC3</b>	<b>HC6, HC1, HC4, HC11</b> , HC2xHC7, HC6xHC11, HC2xHC10, HC1xHC7, HC2xHC12, HC8xHC11, HC3xHC7, HC2xHC9, HC1xHC8, HC5xHC7, HC5xHC8, HC1xHC6, HC7xHC8, HC5xHC6, HC3xHC11, HC2xHC8, HC7xHC11
NG	<b>HC8, HC6, HC11, HC1, HC9, HC12</b> , HC1xHC6, HC1xHC8, HC1xHC11, HC6xHC11, HC1xHC7, HC1xHC4, HC1xHC5, HC8xHC10, HC6xHC9, HC7xHC11, HC8xHC11, HC1xHC3	
PM	<b>HC2, HC12</b> , HC2xHC12, HC2xHC3, HC4xHC7, HC2xHC7, HC2xHC10	<b>HC4, HC7</b> , HC3xHC7, HC4xHC10, HC2xHC4, HC4xHC5, HC2xHC11, HC5xHC12
RE	<b>HC2, HC1, HC3, HC4, HC12, HC8</b> , HC5xHC8, HC8xHC11, HC3xHC9, HC4xHC6, HC1xHC12, HC2xHC12, HC3xHC11, HC3xHC6, HC4xHC5, HC4xHC7, HC1xHC8	HC2xHC6, HC2xHC7, HC5xHC6, HC5xHC7, HC2xHC3
LE	<b>HC2, HC10</b> , HC2xHC12, HC5xHC6, HC4xHC6	<b>HC5</b> , HC2xHC6, HC8xHC11, HC5xHC8, HC2xHC7, HC4xHC5, HC2xHC5, HC5xHC12, HC5xHC7, HC4xHC12, HC4xHC10
DE	<b>HC1</b> , HC5xHC8	<b>HC3, HC4, HC12, HC2, HC8</b> , HC3xHC9, HC1xHC12, HC8xHC11, HC3xHC11, HC4xHC7, HC3xHC6, HC1xHC8, HC3xHC7, HC1xHC3, HC3xHC12, HC2xHC3, HC1xHC2, HC4xHC6, HC3xHC4, HC3xHC8, HC4xHC5
HE	<b>HC1, HC11, HC9</b> , HC1xHC11, HC9xHC11, HC1xHC8, HC1xHC2, HC1xHC9, HC1xHC3	HC7xHC11

**Tabla 3.** HC e HD más destacados para cada variable. REND: Rendimiento. NG: Número de granos. PM: Peso de mil semillas. RE: Relación de espiga. LE: Largo de espiga. DE: Diámetro de espiga. HE: Hileras por espiga. Grupo 1: Materiales que estuvieron dentro en una (1) DMS. Grupo 2: Materiales que estuvieron dentro de las dos (2) DMS. En negrita híbridos comerciales.

#### VI.1.4.2.- Variables descriptivas

La variable no fue analizada por presentar diferencias no significativas en el análisis de variancia (Anexo 2, tablas 19 a y b, 20 a y b).

##### VI.1.4.2.1- Sincronía floral

Se determinó TT entre floración masculina y femenina para cada uno de los materiales evaluados en Pergamino. Los valores encontrados variaron entre 0 y 63 °Cd. Hubo quince (15) HD que presentaron una óptima sincronía. El material más asincrónico fue el HC2xHC9 con una diferencia de 63 °Cd (Anexo 2, tabla 32).

##### VI.1.4.2.2- Comportamiento sanitario

De acuerdo a lo evaluado en campo mediante la escala de severidad de Peterson pudo observarse que los HD presentaron en general un buen comportamiento al ataque de Roya común del maíz (*Puccinia sorghi*). Se destacaron dos (2) HD por presentar una óptima respuesta al hongo (uno (1) en la escala de severidad), estos fueron los híbridos HC3xHC10 y HC4xHC6. Los de peor comportamiento (cuatro (4) en la escala de severidad) fueron los híbridos HC4xHC8 y HC1xHC5 (Anexo 2, tabla 33).

#### VI.1.4.2.3.- Tipo de grano

De acuerdo a lo visualizado en el galpón para cada HD pudo determinarse diferentes tipos de grano: SD, FPB y F (Anexo 2, tabla 34).

#### VI.1.4.2.4.- Número de hojas

De acuerdo a lo contabilizado en la localidad de Pergamino pudo observarse que el NH varió entre 12 y 16 para todos los híbridos evaluados en dicha localidad (Anexo 2, tabla 35).

#### VI.1.4.2.5.- Altura de planta

De acuerdo a lo medido en la localidad de Pergamino pudo observarse que la AP varió entre 247,5 y 292,5 cm para los híbridos evaluados en dicha localidad (Anexo 2, tabla 35).

#### VI.1.4.2.6.- Altura de inserción de espiga

De acuerdo a lo medido en la localidad de Pergamino pudo observarse que la AE varió entre 97,5 y 160 cm para los híbridos evaluados en dicha localidad (Anexo 2, tabla 35).

#### VI.1.4.2.7.- Humedad a cosecha

Su valor vario entre 12,49 y 16,37 %, presentando una media general para las tres localidades de 14,35 %, con un DE de 2,64 %, un CV de 5,19 %, un  $R^2$ : 0,96 y una DMS: 1,03 %. Esta variable nos permite clasificar a los diferentes materiales de acuerdo al largo de su ciclo. A mayor humedad más largo es el ciclo del material y viceversa (Anexo 2, tablas 9, 17 a y b, 29).

Los HC e HD que más se destacaron se muestran en la tabla 4.

#### VI.1.4.2.8.- Peso hectolítrico

Su valor vario entre 67,57 y 76,73 Kg/hl, presentando una media general para las tres localidades de 70,46 kg/hl, con un DE de 8,7 kg/hl, un CV de 4,47 %, un  $R^2$ : 0,94 y una DMS: 3,77 kg/hl. Gracias a esta variable se podría tener una idea aproximada sobre el tipo de grano que poseen los diferentes materiales evaluados. Si el peso es mayor a 75 kg/hl se dice que el grano es flint y si el peso se encuentra entre 72 y 75 kg/hl se dice que el grano es dentado (PRECOP INTA, 2012) (Anexo 2, tablas 9, 19 a y b, 30). Los HC e HD que más se destacaron se muestran en la tabla 4.

#### VI.1.4.2.9.- Porcentaje de granazón

Su valor vario entre 0,80 y 0,87, presentando una media general para las tres localidades de 0,84, con un DE de 0,02, un CV de 2,37 %, un  $R^2$ : 0,65 y una DMS: 0,023 % (Anexo 2, tablas 9, 21 a y b, 31).

Los HC e HD que más se destacaron se muestran en la tabla 4.

#### VI.1.4.2.10.- Tabla resumen de las variables descriptivas

Para una lectura simplificada y sencilla de cada variable, se ubicó los datos en una tabla en donde se clasifico a los materiales de acuerdo a dos grupos. Para la clasificación de los grupos se tuvo en cuenta la DMS (Diferencia Mínima Significativa) del LSD de Fisher; los que estaban dentro de una (1) DMS se ubicaron en el grupo uno (1) y los que presentaron dos (2) DMS se ubicaron en el grupo dos (2).

Los HC e HD que más se destacaron para cada variable fueron:

Variable/Grupo	Grupo 1	Grupo 2
HUM	<b>HC5, HC8, HC11, HC1,</b> HC5xHC9, HC4xHC11, HC8xHC11, HC5xHC11, HC1xHC11, HC8xHC9, HC3xHC11	HC8xHC10, HC3xHC5, HC5xHC10, HC5xHC8, HC1xHC5, HC4xHC5, HC4xHC8
PH	HC1xHC8, HC5xHC7	HC1xHC5, HC2xHC8, HC9xHC10, HC1xHC10, HC5xHC8, HC3xHC5, HC5xHC12
PG	<b>HC9, HC12, HC11, HC7,</b> HC7xHC11, HC11xHC12, HC6xHC11, HC1xHC11, HC2xHC11, HC2xHC9, HC1xHC2	

**Tabla 4.** HC e HD más destacados para cada variable. HUM: Humedad a cosecha. PH: Peso hectolítrico. PG: Porcentaje de granazón. Grupo 1: Materiales que estuvieron dentro en una (1) DMS. Grupo 2: Materiales que estuvieron dentro de las dos (2) DMS.

#### VI.1.5.- Análisis de Componentes Principales

Mediante este análisis pudo graficarse un biplot en cuyos ejes se explicó el 77 % de la variabilidad total. El eje 1 (CP1) explicó un 45 % de la variabilidad y las variables más destacadas fueron la RE (0,54), el REND (0,44), el LE (0,44) y el DE (0,43). El eje 2 (CP2) explicó un 32 % de la variabilidad y las variables más destacadas fueron el NG (0,57) e HE (0,56). Además, para una mejor interpretación de los resultados, los puntos graficados se identificaron con la entrada correspondiente a cada uno de los híbridos evaluados. (Ver Anexo 1, gráfico 8 y Anexo 2, tablas 36, 37 y 38).

## VI.2.- Componentes Genéticos

Se calculó la ACG y ACE de las variables REND, PM, NG, LE, DE, HE y RE para los doce (12) HC y sus respectivos sesenta y seis (66) cruzamientos.

### VI.2.1.- Significancia de las variables

Se determinó la significancia de las variables en base al ANOVA realizado para ACG y ACE (Tabla 5). Todas resultaron significativas para ACG y ACE (Ver Anexo 2, tablas 39 a, 43 a, 47 a, 51 a, 55 a, 69 a y 63 a).

FV	REND	NG	PM	LE	HE	DE	RE
<b>ACG</b>	**	**	**	**	**	**	**
<b>ACE</b>	**	**	*	**	*	*	**

**Tabla 5.** ANOVA de cada variable para ACG y ACE. FV: Fuente de variación. ACG: Habilidad combinatoria general. ACE: Habilidad combinatoria específica. REND: Rendimiento. NG: Número de granos por metro cuadrado. PM: Peso de mil semillas. LE: Largo de espiga. DE: Diámetro de espiga. HE: Hileras por espiga. RE: Relación de espiga. \*  $p < 0,05$ . \*\* $p < 0,01$ .

### VI.2.2.- Efectos aditivos y no aditivos

Se calcularon los efectos aditivos y no aditivos de las diferentes variables de acuerdo a la relación establecida entre sus respectivos componentes cuadráticos (Tabla 6), obteniéndose mayores efectos de ACE para las variables REND, NG, RE, LE y DE y

mayores efectos de ACG para las variables PM e HE (Anexo 2, tablas 39 b, 43 b, 47 b, 51 b, 55 b, 59 b y 63 b).

	REND	NG	PM	LE	DE	HE	RE
Rel	0,16	0,18	4,31	0,39	0,74	5,82	0,31

**Tabla 6.** Componentes cuadráticos de cada variable. Rel: Relación de los componentes cuadráticos ACG/ACE. REND: Rendimiento. NG: Número de granos por metro cuadrado. PM: Peso de mil semillas. LE: Largo de espiga. DE: Diámetro de espiga. HE: Hileras por espiga. RE: Relación de espiga.

#### VI.2.3.- Efectos de ACG significativos para cada una de las variables

Para REND, de acuerdo al cálculo de los efectos de la ACG se pudo determinar que los híbridos HC2 y HC8 son los de mayor valor significativo. El de mayor valor negativo fue el HC9 (Anexo 2, tabla 40)

De acuerdo al cálculo de los efectos de la ACG para NG, los híbridos HC1, HC2, HC3, y HC5 fueron los de mayor magnitud. El híbrido HC6 estuvo al límite de ubicarse dentro de los dos desvíos de la media. El de mayor valor negativo fue el HC11 (Anexo 2, tabla 44).

Los híbridos HC2, HC3, HC4, HC7 y HC12 fueron los de mayor magnitud positiva de acuerdo al cálculo de los efectos de la ACG para PM. El de mayor valor negativo fue el híbrido HC9 (Anexo 2, tabla 48).

En función de los efectos de la ACG calculados para RE, los híbridos HC2, HC3 y HC8 fueron los de mayor valor positivo. El de mayor valor negativo fue el híbrido HC9 (Anexo 2, tabla 52).

De acuerdo al cálculo de los efectos de la ACG para LE, los híbridos HC2 y HC5 fueron los de mayor valor positivo. El de mayor valor negativo fue el híbrido HC9. Además el HC6 estuvo próximo a los valores requeridos para situarse dentro de los 2 desvíos con respecto a la media (Anexo 2, tabla 56).

De acuerdo al cálculo de los efectos de la ACG para DE, los híbridos HC1, HC3 y HC8 fueron los de mayor valor positivo. El de mayor valor negativo fue el híbrido HC10 (Anexo 2, tabla 60).

De acuerdo al cálculo de los efectos de la ACG para HE, los híbridos HC1, HC5, HC8, HC9 y HC11 fueron los de mayor valor positivo. El de mayor valor negativo el híbrido HC12 (Anexo 2, tabla 64).

HC	REND	NG	PM	LE	HE	DE	RE
HC1		**			**	**	
HC2	**	**	**	**			**
HC3		**	**			**	**
HC4			**				
HC5		**		**	**		
HC6							
HC7			**				
HC8	**				**	**	**
HC9					**		
HC10							
HC11					**		
HC12			**				
<b>2 DP (Gi)</b>	<b>251,26</b>	<b>116,73</b>	<b>5,36</b>	<b>0,216</b>	<b>0,174</b>	<b>0,0362</b>	<b>6,92</b>

**Tabla 7.** Efectos de ACG de los híbridos comerciales involucrados en el Dialelo para cada variable. REND: Rendimiento. NG: número de granos por metro cuadrado. PM: Peso de mil semillas. LE: Largo de espiga. HE: Hileras por espiga. DE: Diámetro de espiga. PG: Porcentaje de granazón. RE: Relación de espiga. 2 DP: Dos desvíos estándar. \*\*:Altamente significativo.

#### VI.2.4.- Efectos de ACE significativos para cada uno de las variables:

Los estimadores de la ACE obtenidos para REND indican que el HD de más alto y positivo efecto es el HC6xHC11. También estuvieron los híbridos HC5xHC6, HC5xHC7 y HC2xHC10 pero no llegaron a estar dentro de los 2 desvíos con respecto a la media. Importante destacar que HC2xHC10 además presenta altos efectos de ACG para el padre HC2 (Anexo 2, tablas 41 a y b).

Los estimadores de la ACE obtenidos para NG indican que los híbridos dobles de más alto y positivos efectos fueron HC1xHC2, HC1xHC3, HC1xHC4, HC1xHC6, HC2xHC4, HC2xHC5, HC2xHC6, HC3xHC4, HC3xHC5 y HC4xHC5. Además todos poseen al menos un padre con altos efectos de ACG (Anexo 2, tablas 45 a y b).

Los estimadores de la ACE obtenidos para PM indican que los HD de más alto y positivos efectos fueron HC3xHC9, HC4xHC6, HC4xHC7 y HC8xHC11. Además la mayoría posee al menos un padre con altos efectos de ACG (Anexo 2, tablas 49 a y b).

Los estimadores de la ACE obtenidos para RE indican que los HD de más alto y positivos efectos fueron HC1xHC12, HC3xHC9, HC4xHC7, HC5xHC8 y HC8xHC11. Además la mayoría posee al menos un padre con altos efectos de ACG (Anexo 2, tablas 53 a y b).

Los estimadores de la ACE obtenidos para LE indican que los HD de más alto y positivos efectos fueron HC2xHC12, HC3xHC9, HC4xHC6, HC7xHC9 y HC8xHC11. De los cuales solo HC2xHC12 posee un padre con altos valores de ACG y consecuentemente es uno de los de mayor valor estimativo (Anexo 2, tablas 57 a y b).

Los estimadores de la ACE obtenidos para DE indican que los HD de más alto y positivos efectos fueron HC1xHC2, HC3xHC9, HC4xHC7 y HC5xHC8. En la mayoría tenemos presente, aunque sea, un padre con altos efectos de ACG (Anexo 2, tabas 61 a y b).

Los estimadores de la ACE obtenidos para HE indican que los HD de más alto y positivos efectos fueron HC1xHC2, HC2xHC8, HC4xHC12, HC5xHC8 y HC7xHC11. La mayoría posee al menos un padre con altos valores de ACG (Anexo 2, tablas 65 a y b).

HD	REND	NG	PM	LE	HE	DE	RE
HC1xHC2		**			**		
HC1xHC3		**					
HC1xHC4		**					
HC1xHC5							
HC1xHC6		**					
HC1xHC12						**	**
HC2xHC4		**					
HC2xHC5		**					
HC2xHC6		**					
HC2xHC8					**		
HC2xHC12				**			
HC3xHC4		**					
HC3xHC5		**					
HC3xHC9			**	**		**	**
HC4xHC5		**					
HC4xHC6			**	**			
HC4xHC7			**			**	**
HC4xHC12					**		
HC5xHC8						**	**
HC6xHC11	**						
HC7xHC11					**		
HC8xHC11			**	**			**
<b>2 DP( Sij )</b>	<b>914,88</b>	<b>425,06</b>	<b>19,50</b>	<b>0,786</b>	<b>0,632</b>	<b>0,132</b>	<b>25,20</b>

**Tabla 8.** Efectos de ACE de los HD destacados para cada variable. HD: Híbrido doble. REND: Rendimiento. NG: número de granos por metro cuadrado. PM: Peso de mil semillas. LE: Largo de espiga. HE: Hileras por espiga. DE: Diámetro de espiga. RE: Relación de espiga. 2 DP: Dos desvíos estándar. \*\*:Altamente significativo.

#### VI.2.5.- Heterosis

De acuerdo a los valores calculados por el programa genes pudo observarse que el porcentaje de heterosis tuvo valores máximos que no superaron el 14 % y mínimos de hasta - 63 %.

##### VI.2.5.1.- Rendimiento

De acuerdo a lo calculado por el programa genes pudo observarse que solo cuatro (4) HD expresaron porcentajes positivos, estos fueron HC1xHC5, HC5xHC6, HC5xHC7 y HC6xHC11. El rango de valores de heterosis calculado estuvo entre 2,36 % y - 46,84 % (Anexo 2, tabla 42).

##### VI.2.5.2.- Número de granos

Los cinco (5) HD que más se destacaron fueron: HC12xHC6, HC1xHC6, HC2xHC4, HC2xHC5 y HC1xHC2. El rango de valores de heterosis calculado estuvo entre 13,07 % y – 63 % (Anexo 2, tabla 46).

#### VI.2.5.3.- Peso de mil

Los cinco (5) HD más destacados fueron: HC4xHC6, HC3xHC9, HC4xHC7, HC8xHC11 y HC6xHC11. El rango de valores de heterosis calculado estuvo entre 8,17 % y - 15,64 % (Anexo 2, tabla 50).

#### VI.2.5.4.- Relación de espiga

Los cinco (5) HD más destacados fueron: HC8xHC11, HC5xHC8, HC3xHC9, HC4xHC6 y HC5xHC7. El rango de valores de heterosis calculado estuvo entre 13,68 % y - 22,13 % (Anexo 2, tabla 54).

#### VI.2.5.5.- Largo de espiga

Los cinco (5) HD más destacados fueron: HC8xHC11, HC4xHC6, HC3xHC9, HC7xHC9 y HC5xHC6. El rango de valores de heterosis calculado estuvo entre 6,69 % y - 13,45 % (Anexo 2, tabla 58).

#### VI.2.5.6.- Diámetro de espiga

Los cinco (5) HD que más se destacaron fueron: HC5xHC8, HC3xHC9, HC8xHC11, HC4xHC7 y HC3xHC11. El rango de valores de heterosis calculado estuvo entre 4,88 % y - 8,64 % (Anexo 2, tabla 62).

#### VI.2.5.7.- Hileras por espiga

Los cinco (5) HD más destacados fueron: HC2xHC8, HC1xHC2, HC4xHC12, HC7xHC11 y HC6xHC7. El rango de valores de heterosis calculado estuvo entre 6,06 % y - 7,34 % (Anexo 2, tabla 66).

## **VII. Discusión**

### **VII.1.- Componentes Agronómicos**

El rendimiento medio obtenido para las localidades de Ferré y San Antonio de Areco estuvo por encima de la media obtenida por la red de cultivares de maíz de INTA para dicha campaña (Presello *et al.*, 2010). Diferente fue el caso de Pergamino, ya que estuvo por debajo de dichos rendimientos. De las tres localidades, San Antonio de Areco fue la más productiva y Pergamino la menos productiva.

Los híbridos evaluados fueron capaces de generar un elevado rendimiento bajo condiciones climáticas favorables, demostrando su gran potencial productivo. Este dato no hace más que demostrar la adecuada selección de los materiales que se incluyeron en los ensayos analizados, cuyo objetivo primordial fue el de engrosar la variabilidad genética existente en el germoplasma del programa de mejoramiento de maíz de INTA Pergamino con materiales adaptados a la región agroclimática de dicho programa y que aportaran alto potencial productivo al mismo.

Se determinó una correlación positiva para las variables que, de acuerdo con la bibliografía consultada son las dos principales explicativas del rendimiento: el número y el peso del grano (Otegui *et al.*, 1995; Cirilo *et al.*, 1994). Además pudo determinarse una mayor correlación del rendimiento con el número de granos, en concordancia a lo obtenido por Otegui *et al.* (1995). Otras variables que presentaron correlaciones positivas con el rendimiento fueron, la relación de espiga, el largo de espiga y el diámetro de espiga; indicando una asociación positiva entre el tamaño de las mazorcas y el rendimiento final conseguido por los materiales evaluados en el presente trabajo final.

En función de las asociaciones encontradas entre el rendimiento y las variables secundarias, podría desarrollarse una estrategia de selección de materiales basada en aquellos híbridos que demuestren buen comportamiento genético (ACG, ACE y heterosis) y agronómico para dichas variables, y que además presenten un alto rendimiento de grano.

De acuerdo con los resultados obtenidos, pudo observarse que hubo un total de diecisiete (17) híbridos dobles que no mostraron diferencias significativas para la variable rendimiento con la mayoría de los híbridos comerciales evaluados. Esto demuestra que muchos de los híbridos dobles presentaron rendimientos similares, y hasta en algunos casos mayores, al de la mayoría de los híbridos comerciales. Para las demás variables hubo siempre al menos un híbrido doble que presentó iguales o mejores valores que los mejores híbridos comerciales.

Lo antes mencionado nos da una idea del alto potencial productivo de los híbridos dobles en comparación con los comerciales y de las virtudes que acarrearía la selección de los padres de dichos híbridos dobles para una futura derivación de líneas y confección de híbridos simples entre ellas explotando nuevos patrones heteróticos.

El Análisis de Componentes Principales corroboró la asociación existente entre el rendimiento y las demás variables secundarias, permitiendo asociar cada híbrido a la variable que más lo explicaba y generando una lectura más amena de los datos evaluados mediante los diferentes análisis aplicados en el presente trabajo final. Además pudo observarse una mayor correlación del rendimiento con el tamaño de espiga, lo que indicaría que a mayor tamaño, mayor rendimiento como se mencionó anteriormente.

## VII.2.- Componentes Genéticos

### VII.2.1.- Efectos aditivos y no aditivos

La proporción relativa de los efectos de ACG y ACE determinada por los cuadrados medios, indica el tipo de acción génica (Antuna *et al.*, 2003). En concordancia con lo encontrado por Guillen de la Cruz *et al.* (2009) y Glover *et al.* (2005), se determinó una mayor proporción de efectos génicos no aditivos (ACE) en la determinación del rendimiento.

Otras variables que presentaron una mayor proporción de efectos no aditivos fueron: número de granos, largo de espiga, diámetro de espiga y relación de espiga; diferente fue el caso para las variables peso de mil semillas e hileras por espiga, al demostrar una mayor proporción de efectos aditivos. Resultados similares fueron encontrados por Appendino *et al.* (2010) y Eyhéabide *et al.* (1995).

De acuerdo con Reyes *et al.* (2004), cuando en una población los efectos de acción génica aditiva son más importantes que los efectos de acción génica no aditiva, se recomienda mejorar la población por selección recurrente; caso contrario si los efectos de acción génica no aditiva son los más importantes, la población debe mejorarse por hibridación. Sin embargo, se recomienda explotar primero la varianza genética aditiva por selección, y después la varianza no aditiva por hibridación.

El mejoramiento genético por hibridación tendrá mayor éxito si las dos líneas de un híbrido son de alta ACG, condición que asegura un alto rendimiento. Si adicionalmente el híbrido presenta un efecto positivo alto de ACE, su capacidad de rendimiento aumentará (Reyes *et al.*, 2004).

De esta manera podrían seleccionarse materiales caracterizados por presentar elevado peso de mil semillas y número de hileras por espigas *per se*, mientras que en las combinaciones híbridas se podría seleccionar por el rendimiento, el número de granos y mayor tamaño de espiga, lo que permitiría incorporar efectos aditivos y no aditivos.

#### VII.2.2.- ACG

De acuerdo a los cálculos de ACG de cada uno de los doce (12) híbridos comerciales involucrados en el dialelo pudo determinarse que los padres HC2 y HC8 fueron los que mejor comportamiento mostraron para la variable rendimiento. Ambos híbridos presentaron rendimientos superiores a la media general para dicha variable.

Si bien significativamente son similares, el HC2 podría inferirse que es mejor debido a que también presenta efectos positivos y significativos para las variables peso de mil semillas y número de granos.

Estos materiales serían promisorios a incorporar al programa de mejoramiento de maíz del INTA Pergamino como nuevas fuentes de efectos aditivos, mediante la derivación de líneas y la posterior obtención de híbridos. También podrían derivarse líneas promisorias a utilizarse como probadores en la realización de pruebas de ACG tempranas con otros materiales pertenecientes al programa.

En base a los efectos de ACG se concluye que los mejores híbridos comerciales para la derivación de líneas fueron HC2 y HC8 debido a que contribuirían positivamente a un aumento en el rendimiento de la descendencia.

### VII.2.3.- ACE

De acuerdo con Miranda *et al.* (1988) la mejor combinación híbrida debe ser aquella que posea mayores efectos de ACE, cuyos padres presenten además, altos efectos de ACG.

Teniendo en cuenta los cálculos de ACE para cada uno de los híbridos dobles evaluados pudo determinarse que el único que se destacó para la variable rendimiento, fue el HC6xHC11. Este híbrido no presenta ninguno de los padres con altos efectos de ACG, ni para esta variable, ni para ninguno de sus principales componentes.

Sin embargo, en función de que priman efectos no aditivos para el rendimiento, y que fue el híbrido doble que más se destacó por ACE para esta variable, se podrían tener en cuenta los híbridos comerciales que le dieron origen, como materiales exóticos a incorporar al programa de mejoramiento de maíz de INTA para la derivación de líneas y posterior producción de híbridos mediante su cruzamiento.

Además, hubo un grupo de híbridos dobles que presentaron altos efectos de ACE para las demás variables evaluadas, entre los que se destacan el híbrido doble HC3xHC9, que presenta altos efectos para peso de mil semillas, largo de espiga, diámetro de espiga y relación de espiga, el híbrido doble HC8xHC11, que presenta altos efectos para peso de mil semillas, largo de espiga y relación de espiga, el híbrido doble HC4xHC7, que presenta altos efectos para peso de mil semillas, diámetro de espiga y relación de espiga y por último el híbrido doble HC5xHC8, que presenta altos efectos para hileras por espiga, diámetro de espiga y relación de espiga.

Podrían incorporarse los híbridos comerciales que dieron origen a dichos híbridos dobles mediante la derivación de líneas y posterior producción de híbridos caracterizados

por cada una de las variables en las que se destacaron anteriormente y que indirectamente están relacionadas con el rendimiento. Además los híbridos dobles antes mencionados presentaron ambos padres con altos efectos de ACG para alguna de las variables secundarias, destacándose el híbrido HC5xHC8 cuyos padres poseen altos efectos de ACG para peso de mil semillas y número de granos respectivamente.

#### VII.2.4.- Variabilidad genética

A través del análisis de dialelos también pudo observarse que el germoplasma evaluado no presentó gran variabilidad. Ello se desprende por la similitud de rendimientos encontrados en los híbridos dobles y la baja heterosis obtenida.

Esto, puede deberse al gran porcentaje de similitud entre el germoplasma utilizado por las principales empresas de nuestro país y a que los materiales evaluados fueron híbridos dobles obtenidos del cruzamiento entre híbridos comerciales de elite.

Estos datos coinciden con los encontrados por Pacheco *et al.* (2009) en un trabajo sobre la aplicación de marcadores moleculares del tipo SSR en híbridos comerciales de maíz utilizados en Argentina, en donde obtuvo un rango de valores de similitud de materiales de entre 0,64 y 0,97, lo que demuestra, en concordancia con lo obtenido en el presente trabajo final, una gran aproximación entre el origen del germoplasma utilizado por las diferentes empresas radicadas en Argentina.

De los sesenta y seis (66) híbridos dobles, solo cuatro (4) presentaron porcentajes de heterosis positivos y dichos valores fueron además muy bajos, claro indicativo de la gran cercanía de heterosis existente entre los genotipos utilizados y al escaso vigor híbrido obtenido del cruzamiento entre materiales de elite como lo son los HC empleados.

Según Gutiérrez *et al.* (2002), en poblaciones de maíz, el nivel deseable para el aprovechamiento de la heterosis en una cruce de líneas elite es de al menos un 20 %, si bien se refiere a líneas terminadas, su valor se encuentra muy por encima de los porcentajes obtenidos mediante el análisis de ACE de los híbridos dobles evaluados. Dichos valores obtenidos en el presente trabajo podrían mejorar si se lograra derivar líneas de los diferentes híbridos comerciales para la posterior obtención de híbridos.

Si bien la heterosis observada en los híbridos dobles no fue muy elevada, podrían tenerse en cuenta aquellos materiales que presentaron valores positivos, e incluirlos en el programa de mejoramiento de maíz para la derivación de líneas caracterizadas por presentar altos efectos de ACG y, ver la posibilidad de cruzar dichas líneas con materiales de diferentes orígenes del programa y así explotar una mayor heterosis.

### VII.3.- Selección de los mejores híbridos comerciales

Como antes se mencionó, en base a los efectos de ACG se determinó que los mejores híbridos comerciales a utilizar en la derivación de líneas son HC2 y HC8 debido a que contribuirían positivamente a un aumento en el rendimiento de su descendencia. Si bien significativamente son similares, el HC2 podría inferirse que es mejor debido a que también presenta efectos positivos y significativos para las variables peso de mil semillas y número de granos.

Estos dos híbridos comerciales podrían ser tenidos en cuenta para sumar efectos aditivos al germoplasma existente en el programa de mejoramiento de maíz del INTA Pergamino, a través de la derivación de líneas que podrían ser utilizadas como probadores de los diversos genotipos de los que dispone el programa.

#### VII.4.- Selección de los mejores híbridos dobles

Para la selección de los materiales a incluir en el programa de mejoramiento de maíz de INTA Pergamino, se desarrolló una estrategia de selección teniendo en cuenta el comportamiento genético y agronómico de cada uno de los materiales evaluados.

Como se mencionó anteriormente y, teniendo en cuenta que el rendimiento es la variable más importante, en la comparación de medias para dicha variable, pudo observarse que hubo un único híbrido que se diferenció del resto, este fue el híbrido comercial HC12. Luego hubo tres híbridos comerciales (HC2, HC8 y HC3) que presentaron un comportamiento medio entre el híbrido comercial HC12 y varios de los híbridos dobles.

Para la selección de los mejores híbridos dobles, en una primera instancia, se seleccionaron diecisiete (17) híbridos dobles caracterizados por no presentar diferencias significativas para la variable rendimiento. Luego, se los comparó de acuerdo a su comportamiento con las demás variables secundarias y de esta forma se lograron descartar dos (2) híbridos dobles, caracterizados por no destacarse en ninguna de ellas. Así, *a priori*, quedaron seleccionados quince (15) híbridos dobles que además de presentar rendimientos comparables al de varios híbridos comerciales, presentaron mejor o igual comportamiento en cada una de las demás variables.

En una segunda instancia se sometió a los quince (15) híbridos dobles a una evaluación en donde se los clasificó de acuerdo a la cantidad de variables en las que lograron destacarse, su ACE, heterosis y ACG de sus parentales y así, pudieron ser seleccionados seis (6) híbridos dobles que además fueron detallados por sus características descriptivas.

Los híbridos seleccionados son los siguientes:

**HC1xHC8:** Presento un rendimiento de 10141.58 Kg/ha. En la comparación de medias para rendimiento, obtuvo una “B” difiriendo significativamente solo con el híbrido comercial HC12 que fue el único que lo supero. Además presento una “A” para las variables número de granos, relación de espiga e hileras por espiga y una “B” para la variable diámetro de espiga. En el ACP presento una gran relación con la variable número de granos. Además, presento porcentaje de heterosis positivo para la variable hileras por espiga (3,09 %).

El híbrido comercial HC1 presento altos efectos de ACG para las variables número de granos, hileras por espiga y diámetro de espiga. El híbrido comercial HC8 presento altos efectos de ACG para las variables rendimiento, hileras por espiga, diámetro de espiga y relación de espiga.

Teniendo en cuenta las variables descriptivas podemos decir que este híbrido doble presento un grano del tipo Flint, con un ciclo del cultivo más bien corto (14,64 % de humedad a cosecha y 487 °Cd a floración masculina) comparado con los demás híbridos evaluados, una adecuada sincronía floral (14 °Cd de diferencia entre la liberación del polen y la aparición de estigmas en la punta de la espiga), un porcentaje de granazón del 0,83 %, altura de planta de 280 cm, altura de inserción de espiga de 142,5 cm, 16 hojas finales y un adecuado comportamiento sanitario a Roya de la hoja (2 en la escala de severidad de Peterson).

Los híbridos comerciales que dieron origen a este material podrían ser tenidos en cuenta para la derivación de líneas, como una nueva fuente de efectos aditivos a incorporar al programa de mejoramiento de maíz de INTA Pergamino que permitan un

incremento en el tamaño de espiga en los híbridos obtenidos a *posteriori*. Dicha característica tuvo una gran asociación con el rendimiento de grano. Además, estas líneas podrían utilizarse como probadores en futuras evaluaciones de ACG de materiales pertenecientes al programa que quieran caracterizarse de acuerdo al tamaño de espiga.

**HC2xHC7:** Presento un rendimiento de 10655.63 kg/ha. En la comparación de medias para rendimiento, obtuvo una “B” difiriendo significativamente solo con el híbrido comercial HC12 que fue el único que lo supero. Además presento una “A” para peso de mil semillas y una “B” para relación de espiga y largo de espiga. En el ACP presento una gran relación con la variable peso de mil semillas. Además, presento porcentaje de heterosis positivo para la variable peso de mil semillas (0,75 %).

El híbrido comercial HC2 presento altos efectos de ACG para las variables rendimiento, número de granos, peso de mil semillas, largo de espiga y relación de espiga. El híbrido comercial HC7 presento altos efectos de ACG para la variable peso de mil semillas.

Teniendo en cuenta las variables descriptivas podemos decir que este híbrido doble presento un grano del tipo Semidentado, con un ciclo del cultivo bastante precoz (12,61 % de humedad y 533 °Cd a floración) comparado con los demás híbridos evaluados, una óptima sincronía floral (0 °Cd de diferencia entre la liberación del polen y la aparición de estigmas en la punta de la espiga), un porcentaje de granazón del 0,84 %, altura de planta de 275 cm, altura de inserción de espiga de 112,5 cm, 14 hojas finales y un adecuado comportamiento sanitario a Roya de la hoja (2,5 en la escala de severidad de Peterson).

Los híbridos comerciales que dieron origen a este material podrían ser tenidos en cuenta para la derivación de líneas, como una nueva fuente de efectos aditivos y no aditivos a incorporar al programa de mejoramiento de maíz de INTA Pergamino que permitan un incremento en el rendimiento *per se* y el peso de mil semillas en los híbridos obtenidos *a posteriori* o también ser utilizadas como probadores en futuras evaluaciones de ACG de materiales pertenecientes al programa.

**HC2xHC12:** Presento un rendimiento de 10322 kg/ha. En la comparación de medias para rendimiento, obtuvo una “B” difiriendo significativamente solo con el híbrido comercial HC12 que fue el único que lo supero. Además presento una “A” para peso de mil semillas, relación de espiga y largo de espiga. Tuvo altos efectos de ACE para largo de espiga y presento porcentaje de heterosis positivo para las variables peso de mil semillas (1,69 %) y largo de espiga (1,96 %).

El híbrido comercial HC2 presento altos efectos de ACG para las variables rendimiento, número de granos, peso de mil semillas, largo de espiga y relación de espiga. El híbrido comercial HC12 presento altos efectos de ACG para la variable peso de mil semillas.

En el ACP presento una gran relación con la variable peso de mil semillas.

Teniendo en cuenta las variables descriptivas podemos decir que este híbrido doble presento un grano del tipo Semidentado, con un ciclo del cultivo bastante precoz (12,97% de humedad y 501 °Cd a floración masculina) comparado con los demás híbridos evaluados, una adecuada sincronía floral (14 °Cd de diferencia entre la liberación del polen y la aparición de estigmas en la punta de la espiga), un porcentaje de granazón del

0,83 %, altura de planta de 267,5 cm, altura de inserción de espiga de 105 cm, 14 hojas finales y buen comportamiento sanitario a Roya de la hoja (2 en la escala de severidad de Peterson).

Los híbridos comerciales que dieron origen a este material podrían ser tenidos en cuenta para la derivación de líneas, como una nueva fuente de efectos aditivos a incorporar al programa de mejoramiento de maíz de INTA Pergamino que permitan un incremento en el peso de mil semillas de los híbridos obtenidos a *posteriori* a través su cruzamiento. Además, dichas líneas podrían utilizarse como probadores en futuras evaluaciones de ACG de materiales pertenecientes al programa. Este híbrido doble presento además, una elevada ACE para el largo de espiga, lo que indicaría la factibilidad de la explotación de este carácter a través de la derivación de líneas y confección de híbridos con alto potencial de producción para dicho carácter.

**HC5xHC8:** Presento un rendimiento de 10069.3 kg/ha. En la comparación de medias para rendimiento, obtuvo una “B” difiriendo significativamente solo con el híbrido comercial HC12 que fue el único que lo supero. Además presento una “B” para el número de granos y largo de espiga y una “A” para relación de espiga y diámetro de espiga. Tuvo altos efectos de ACE para relación de espiga, hileras por espiga y diámetro de espiga y presento porcentaje de heterosis positivo para las variables peso de mil semillas (3,15 %), relación de espiga (12,49 %), largo de espiga (2,05 %), hileras por espiga (3,81 %) y diámetro de espiga (4,88 %).

En el ACP presento una gran relación con las variables rendimiento y diámetro de espiga.

El híbrido comercial HC5 presento altos efectos de ACG para las variables número de granos, largo de espiga e hileras por espiga. El híbrido comercial HC8 presento altos efectos de ACG para las variables rendimiento, hileras por espiga, diámetro de espiga y relación de espiga.

Teniendo en cuenta las variables descriptivas podemos decir que este HD presento un grano del tipo Flint, con un ciclo del cultivo largo (15,3% de humedad y 487 °Cd a floración masculina) comparado con los demás híbridos evaluados, una moderada sincronía floral (46 °Cd de diferencia entre la liberación del polen y la aparición de estigmas en la punta de la espiga), un porcentaje de granazón del 0,82 %, altura de planta de 277,5 cm, altura de inserción de espiga de 127,5 cm, 13 hojas finales y muy buen comportamiento sanitario a Roya de la hoja (1,5 en la escala de severidad de Peterson).

Los híbridos comerciales que dieron origen a este material podrían ser tenidos en cuenta para la derivación de líneas, como una nueva fuente de efectos aditivos a incorporar al programa de mejoramiento de maíz de INTA Pergamino que permitan un incremento en el rendimiento y el tamaño de espiga en los híbridos obtenidos *a posteriori* a través su cruzamiento. Además, dichas líneas podrían utilizarse como probadores en futuras evaluaciones de ACG de materiales pertenecientes al programa. Este híbrido doble presento además, una elevada ACE para el tamaño de espiga, lo que indicaría la factibilidad de la explotación de este carácter a través de la derivación de líneas y confección de híbridos con alto potencial de producción para dicho carácter.

**HC6xHC11:** Presento un rendimiento de 10517.32 kg/ha. En la comparación de medias para rendimiento, obtuvo una “B” difiriendo significativamente solo con el híbrido

comercial HC12 que fue el único que lo supero. Además presento una “A” para número de granos. Tuvo altos efectos de ACE para rendimiento y presento porcentaje de heterosis positivo para las variables rendimiento (2,29 %), peso de mil semillas (7,22 %), relación de espiga (1,90 %) y diámetro de espiga (1,15 %).

En el ACP presento una gran relación con la variable NG.

El híbrido comercial HC6 no presento efectos significativos de ACG. El híbrido comercial HC11 presento altos efectos de ACG para la variable hileras por espiga.

Teniendo en cuenta las variables descriptivas podemos decir que este híbrido doble presento un grano del tipo Semidentado, con un ciclo del cultivo medio (14,81 % de humedad y 487 °Cd a floración masculina) comparado con los demás híbridos evaluados, una adecuada sincronía floral (14 °Cd de diferencia entre la liberación del polen y la aparición de estigmas en la punta de la espiga), un porcentaje de granazón del 0,85 %, altura de planta de 260 cm, altura de inserción de espiga de 107,5 cm, 14 hojas finales y un buen comportamiento sanitario a Roya de la hoja (2 en la escala de severidad de Peterson).

Teniendo en cuenta que fue el único híbrido doble que se destacó por presentar altos efectos de ACE para rendimiento, Los híbridos comerciales que dieron origen a este material podrían ser tenidos en cuenta para la derivación de líneas que permitan un incremento en el rendimiento de los híbridos obtenidos a *posteriori* a través su cruzamiento.

**HC8xHC11:** Presento un rendimiento de 10287.38 kg/ha. En la comparación de medias para rendimiento obtuvo una “B” difiriendo significativamente solo con el híbrido comercial HC12 que fue el único que lo supero. Además presento una “A” para número de granos y relación de espiga y una “B” para largo de espiga y diámetro de espiga. Tuvo altos efectos de ACE para peso de mil semillas, relación de espiga y largo de espiga y presento porcentaje de heterosis positivo para las variables peso de mil semillas (7,28%), relación de espiga (13,68%), largo de espiga (6,69%) y diámetro de espiga (3,11%).

En el ACP presento una gran relación con las variables rendimiento y diámetro de espiga.

El híbrido comercial HC8 presento altos efectos de ACG para las variables rendimiento, hileras por espiga, diámetro de espiga y relación de espiga. El híbrido comercial HC11 presento altos efectos de ACG para la variable hileras por espiga.

Teniendo en cuenta las variables descriptivas podemos decir que este híbrido doble presento un grano del tipo Flint, con un ciclo del cultivo largo (15,78% de humedad y 515 °Cd a floración) comparado con los demás híbridos evaluados, una óptima sincronía floral (0 °Cd de diferencia entre la liberación del polen y la aparición de estigmas en la punta de la espiga), un porcentaje de granazón del 0,84 %, altura de planta de 275 cm, altura de inserción de espiga de 127,5 cm, 13 hojas finales y un buen comportamiento a Roya de la hoja (2 en la escala de severidad de Peterson).

Los híbridos comerciales que dieron origen a este material podrían ser tenidos en cuenta para la derivación de líneas, como una nueva fuente de efectos aditivos a incorporar al programa de mejoramiento de maíz de INTA Pergamino que permitan un incremento en el rendimiento y el tamaño de espiga en los híbridos obtenidos a *posteriori*

a través su cruzamiento. Además, dichas líneas podrían utilizarse como probadores en futuras evaluaciones de ACG de materiales pertenecientes al programa. Este híbrido doble presenta además, una elevada ACE para el peso de mil semillas y el tamaño de espiga, lo que indicaría la factibilidad de la explotación de este carácter a través de la derivación de líneas y confección de híbridos con alto potencial de producción para dichos caracteres.

Cada uno de los híbridos dobles antes mencionados cumple con las expectativas puestas en el trabajo realizado. Presentando una adaptación y performance muy buena, como quedó demostrado con los datos de floración, comportamiento a roya de la hoja, altura de planta e inserción de espiga, porcentaje de granazón y número de hojas obtenidos. Los híbridos comerciales que les dieron origen podrían ser tenidos en cuenta para inyectar nuevos efectos aditivos y no aditivos ajenos al programa de mejoramiento de maíz, a implementar de acuerdo con la estrategia a seguir por los mejoradores al momento de mejorar alguna de las características de importancia agronómica.

## **VIII. Conclusiones**

Los materiales empleados en el presente trabajo presentaron un comportamiento agronómico destacado en las localidades evaluadas. Muchos de los híbridos dobles mostraron una performance similar a los híbridos comerciales para la mayoría de las variables.

Las asociaciones encontradas entre las variables de rendimiento en grano y sus componentes en el germoplasma en estudio, indican la posibilidad de emplear distintos componentes del rendimiento como caracteres secundarios de selección en el desarrollo de futuros materiales y no solo por su rendimiento *per se*.

El análisis realizado reveló que en la herencia del peso de mil semillas los efectos génicos aditivos fueron los más importantes. Caso contrario ocurrió con las variables rendimiento, número de granos, largo de espiga, diámetro de espiga y relación de espiga, en donde los efectos no aditivos fueron más importantes.

En base a los efectos de ACG se concluye que los mejores híbridos comerciales para derivar líneas fueron HC2 y HC8 debido a que contribuirían positivamente a un aumento en el rendimiento en la descendencia. Estos dos híbridos comerciales podrían ser incluidos en el programa de mejoramiento para sumar efectos aditivos para el rendimiento al germoplasma existente en el programa de mejoramiento de maíz de INTA Pergamino.

Teniendo en cuenta los efectos no aditivos para el rendimiento, la variable más importante, el híbrido doble más destacado fue HC6xHC11. Mediante su cruzamiento, los HC6 y HC11 han demostrado ser capaces de explotar una elevada heterosis, en comparación con los demás cruzamientos involucrados en el dialelo, que dan indicios

concretos de pertenecer a dos patrones heteróticos diferentes. Es por ello que podrían utilizarse en el programa de mejoramiento de maíz del INTA Pergamino, como fuente de germoplasma exótico, para la derivación de líneas y la posterior producción de híbridos caracterizados por un alto potencial de rendimiento.

En función de la estrategia de selección aplicada, pudieron seleccionarse seis (6) híbridos dobles, de los cuales tres (3) presentan un grano del tipo Flint y tres (3) del tipo Semidentado. En base a estos datos podrían implementarse dos líneas de trabajo que permitieran desarrollar líneas e híbridos con dichas características o bien derivar líneas que permitan explotar el patrón heterótico Flint vs Semidentado.

Queda abierta la posibilidad de continuar con las investigaciones llevadas a cabo en el presente trabajo final de tesis, con el fin de lograr obtener nuevos híbridos caracterizados por presentar un alto potencial de rendimiento y diferentes características de grano.

## **IX. Bibliografía**

Antuna, G.O., F. Rincón S., E. Gutiérrez del R., N.A. Ruiz T. y L. Bustamante G. 2003. Componentes genéticos de caracteres agronómicos y de calidad fisiológica de semillas de líneas de maíz. *Revista Fitotécnica Mexicana*, 26, 11-17.

Appendino, L., Lorea, R. D., La Fico Guzzo, L., Rossi, P., Presello, D. A y Eyhérbide, G. H. 2010. Aptitud Combinatoria y estrategia de utilización de líneas públicas argentinas de maíz (*Zea mays* L.). *Acta del IX Congreso Nacional de Maíz y simposio de Sorgo*, 495-497.

CASAFE, 2009. *La Argentina 2050- La Revolución Tecnológica del Agro*. CASAFE.

Chahal, G.S y Gosal, S.S. 2006. *Principles and Procedures of Plant Breeding*. Alpha Science International LTD.

Cirilo, A.G. and F.H. Andrade. 1994. Sowing date and maize productivity: II. Kernel number determination. *Crop Sci*, 34, 1044-1046.

Cruz, C.D y Regazzi, A.J. 1994. *Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético*. Universidade Federal de Viçosa.

De la Cruz-Lázaro, E., Castañon-Najera, G., Brito-Manzano, N. P., Gómez-Vázquez, A., Robledo-Torres, V., Lozano del Río, A. J. 2010. Heterosis y aptitud combinatoria de poblaciones de maíz tropical. *Revista Internacional de botánica experimental: φYTON*. 79, 11-17.

Eyhérbide, G. H., Álvarez, M. P., Colazo, J. C. y Damilano, A. L. 1995. Comportamiento de cruzamientos entre germoplasma de maíz de origen público y privado. *Memorias de la III Reunión Latinoamericana y la XVI Reunión de la Zona Andina de Investigadores de Maíz*. Bolivia. Tomo II, 657-674.

Falconer, D. 1981. Quantitative Genetics in Edimburgh: 1947-1980. Institute of Cell, Animal and Population Biology, University of Edinburgh, West Mains Road, Edinburgh, EH93 JT, Scotland.

Fher, W.R. 1987. Principles of Cultivar Development volumen 1. Mc Grow-Hill, inc.

Glover, M.A., Willmot, D. B., Darrah, L.L., Hibbard, B.E. y Zhu, X. 2005. Diallel Analyses of Agronomic Traits Using Chinese and U.S. Maize Germplasm. *CropSci.* 45. MAY–JUNE 2005.

Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci.*, 9, 463-493.

Guillen de la Cruz, P., Cruz-Lázaro, E. de la., Castañon-Najera, G., Osorio-Osorio, R., Brito-Manzano, N. P., Lozano-del Río, A., López-Noverola, Ulises. 2009. Aptitud combinatoria general y específica de germoplasma tropical de maíz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10, 101-107.

Gutiérrez del R., E., Palomo G., A., Espinoza B., A., de la Cruz L., E. 2002. Aptitud combinatoria y heterosis para rendimiento de líneas de maíz en la Comarca Lagunera. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 25, 271-277.

Hallauer, A. R. y Miranda, J. B. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State Univ. Press, Ames.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2006. 50 años INTA: “Medio siglo al servicio del campo argentino”. INTA.

INTAGRO S.A. 2012. Mapa Áreas de Cultivo - Argentina Maíz. Recuperado el 18 de octubre del 2012 de [http://www.intagro.com/mapas/arg\\_maiz.asp](http://www.intagro.com/mapas/arg_maiz.asp).

Lamkey, K. R y Lee, M. 2006. Plant Breeding: The Arnel R. Hallauer International Symposium. Blackwell Publishing.

Maizar. 2006. Los mercados regionales de Maíz. Recuperado el 10 de noviembre del 2012 de <http://www.maizar.org.ar/vertext.php?id=116>.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 2012. Estimaciones Agrícolas, Informe semanal al 4 de octubre del 2012. Recuperado el 5 de octubre del 2012 de [www.minagri.gob.ar](http://www.minagri.gob.ar).

Miranda, J.E.C, Costa, C.P y Cruz, C.D. 1988. Análise Dialélica Em Pimentáo. I. Capacidade Combinatória.

Otegui, M.E. 1995. Prolificacy and grain yield components in modern Argentinean maize hybrids. *Maydica*, 40, 371-376.

Pacheco M. G., Etchart V. J., García A. M., Schrauf G. E. y Bancharo C. 2009. Aplicación de SSRS para determinar el grado de similitud de híbridos comerciales de maíz utilizados en Argentina. *Lilloa*, 45, 55-56.

Presello, D.A., Lorea, R.D., Eyhérabide, G.H., Iglesias, J. 2010. Ensayos comparativos de rendimiento EEA Pergamino. Campaña 2009/2010. V Jornada de actualización técnica de maíz. INTA – AIANBA. [http://anterior.inta.gov.ar/pergamino/investiga/Grupos/maiz/result\\_c10/result\\_camp\\_10.htm](http://anterior.inta.gov.ar/pergamino/investiga/Grupos/maiz/result_c10/result_camp_10.htm).

PRECOP INTA. 2012. Norma de Comercialización de Maíz. Recuperado el día 29 de noviembre del 2012 de <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/postcosecha/basesComercializacion/basesComercializacionMaiz.asp>.

Ramírez, L. 2006. Mejora de plantas alógamas. Cátedra de Producción Vegetal, Genética y Mejora Vegetal.

Rex, B. 2002. *Breeding for Quantitative Traits in Plants*. Stemma Press.

Reyes, L.D., Molina Galan, J.D., Oropeza Rosas, M. A., y Del Carmen Moreno Pérez, E. 2004. Cruzas dialélicas entre líneas autofecundadas de maíz derivadas de la raza tuxpeño. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 27, 49-56.

Satorre, E. H., Benech Arnold, R. L., Slafer, G. A., De la Fuente, E. B., Miralles, D. J., Otegui, M. E. y Savin, R. 2003. Factores que regulan el desarrollo de los cultivos de granos. En Satorre, E. H., Benech Arnold, R. L., Slafer, G. A., De la Fuente, E. B., Miralles, D. J., Otegui, M. E. y Savin, *Producción de granos: Bases funcionales para su manejo*. (4ª. ed). pp. 62-65. Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires.

USDA. 2012. Recuperado el día 18 de septiembre del 2012 de <http://www.fas.usda.gov/>.

Webdelcampo. 2012. *Roya en Maíz: Controles y cuidados*. Recuperado el día 24 de noviembre del 2012 de <http://www.webdelcampo.com/agricultura/1086-roya-en-maiz-controles-y-cuidados.html>.

## X.- ANEXO 1. GRÁFICOS

Gráfico 1: Producción de los Principales Cereales a nivel Mundial. Eje de las abscisas: Cultivos. Eje de las ordenadas: Producción en millones de toneladas (MT).

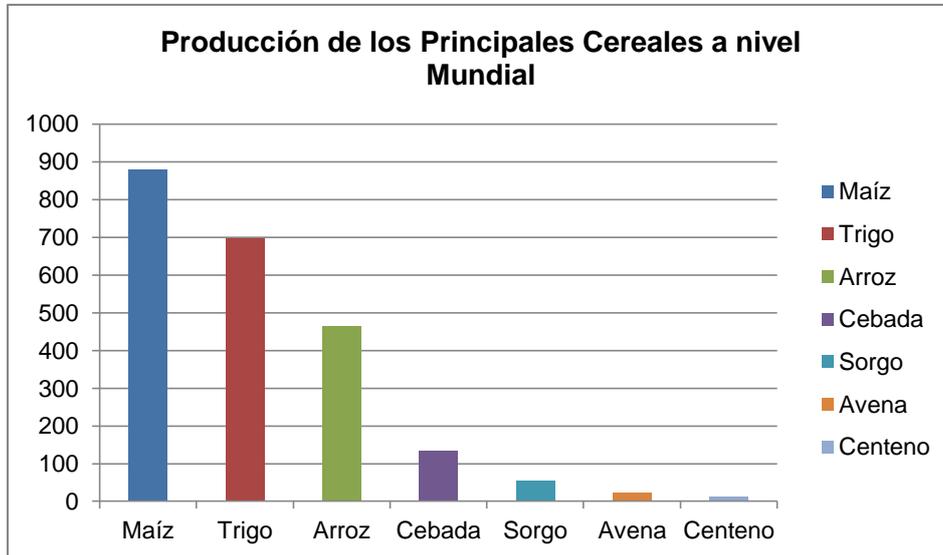
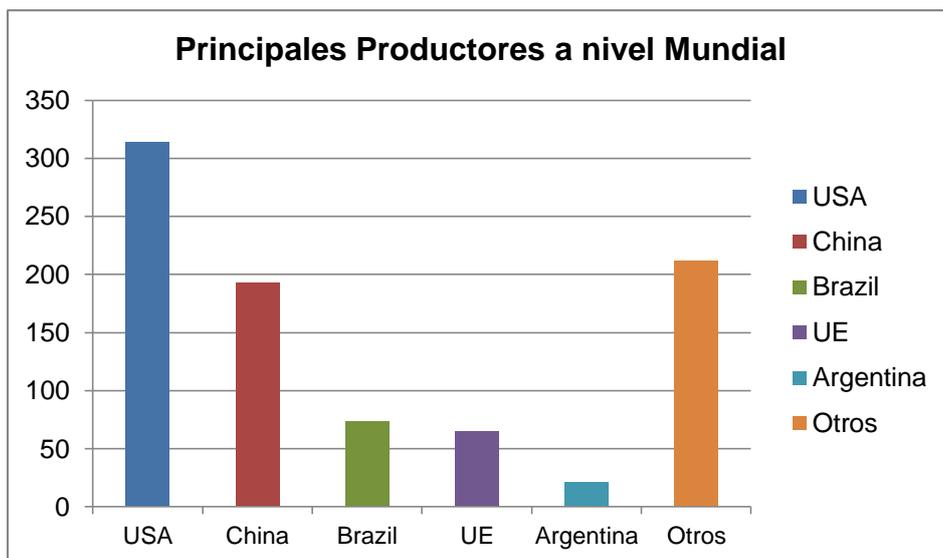
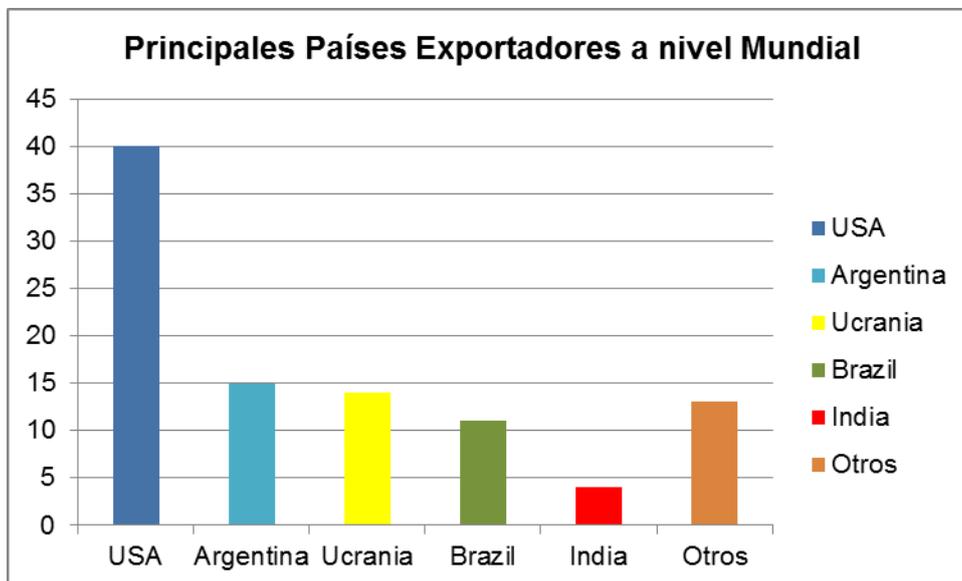


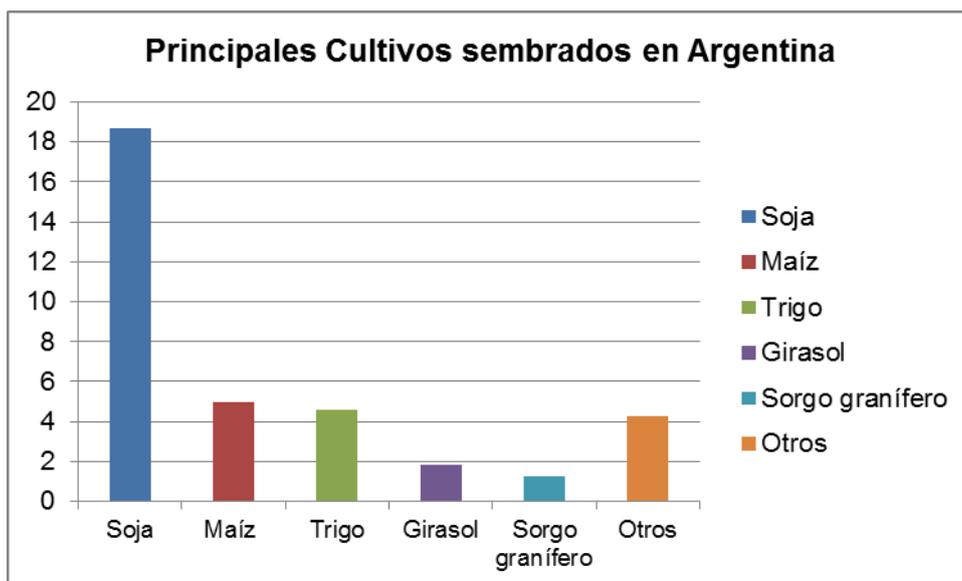
Gráfico 2: Principales Productores a nivel Mundial. Eje de las abscisas: Países. Eje de las ordenadas: Producción en millones de toneladas (MT). USA: Estados Unidos. UE: Unión Europea.



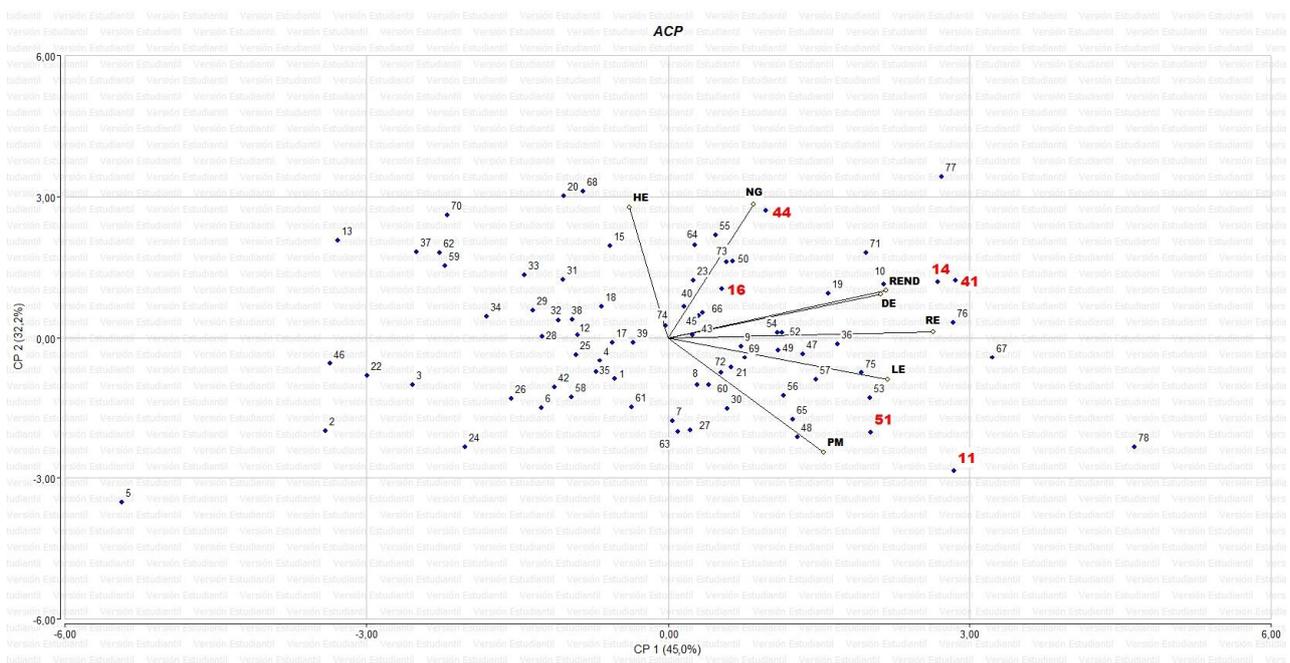
**Gráfico 3:** Principales Países Exportadores a nivel Mundial. Eje de las abscisas: Países. Eje de las ordenadas: Exportaciones expresadas en millones de toneladas (MT). USA: Estados Unidos.



**Gráfico 4:** Principales Cultivos sembrados en Argentina. Eje de las abscisas: Cultivos. Eje de las ordenadas: Superficie en millones de hectáreas.



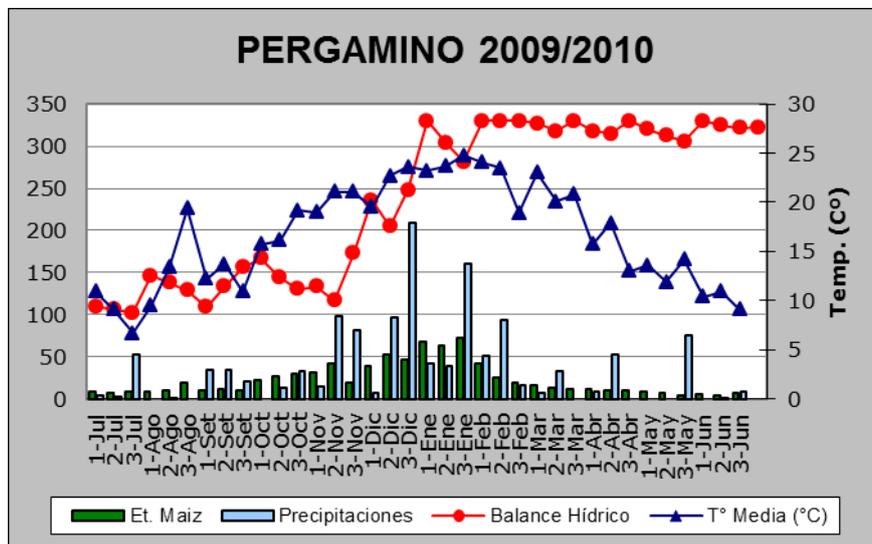
**Gráfico 5:** Análisis de Componentes principales (ACP). Eje de las abscisas: Componente Principal 1 (CP1) que explica el 45 % de la variabilidad total. Eje de las ordenadas: Componente Principal 2 (CP2) que explica el 32,2 % de la variabilidad total. Los puntos azules con números representan a las entradas correspondientes a los respectivos híbridos evaluados en el análisis. En rojo los híbridos dobles más destacados. REND: Rendimiento. PM: Peso de mil semillas. NG: Número de granos. LE: Largo de espiga. DE: Diámetro de espiga. HE: Hileras por espiga.



## Características climatológicas de la Campaña 2009/2010

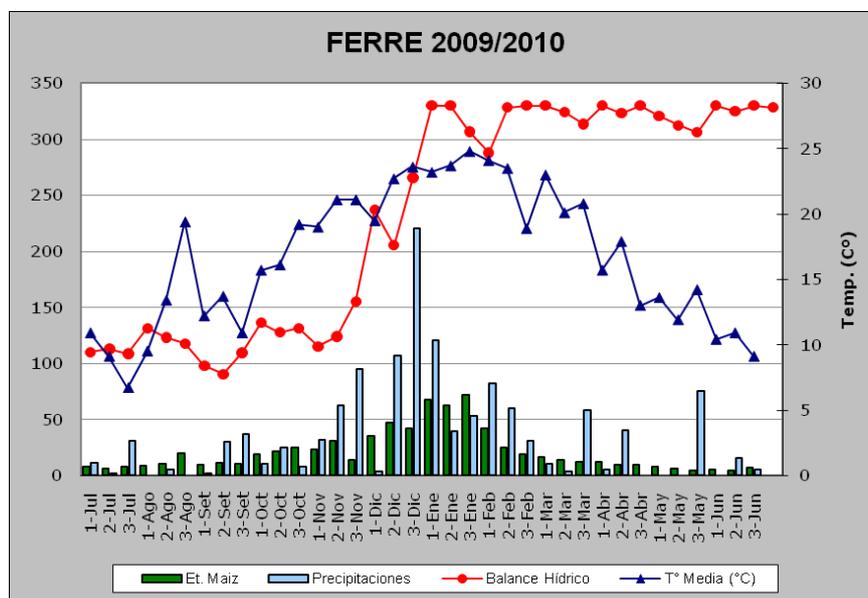
### Pergamino

Gráfico 6: Evapotranspiración del cultivo de maíz, precipitaciones, balance hídrico y temperaturas medias de la localidad de Pergamino en la campaña 2009/2010. Eje de la abscisa: Tiempo. Las números 1, 2 y 3 en cada mes expresan la división del mismo en decena (diez) de días. Ejes de las ordenadas: El de la izquierda expresado en milímetros (mm) y el de la derecha expresado en grados centígrados (°C).



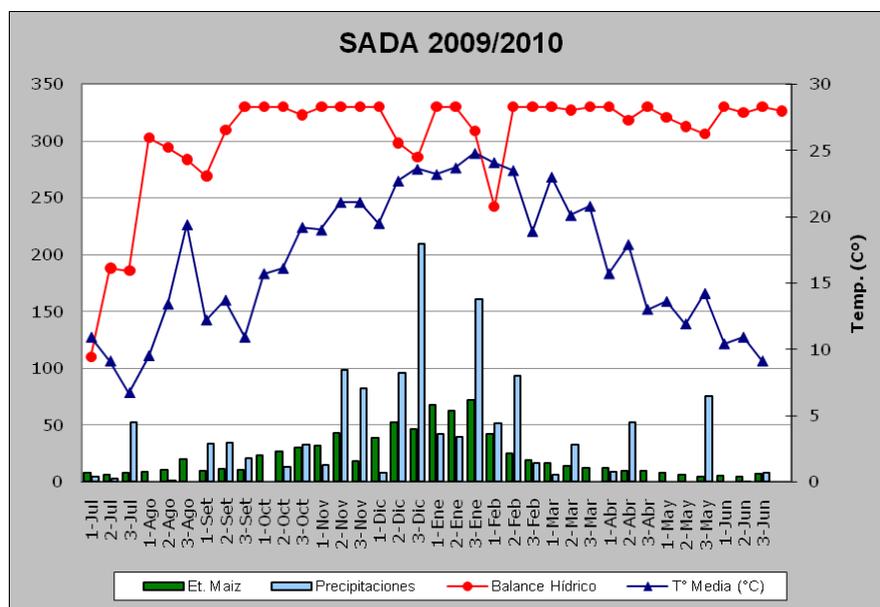
## Ferré

Gráfico 7: Evapotranspiración del cultivo de maíz, precipitaciones, balance hídrico y temperaturas medias de la localidad de Ferré en la campaña 2009/2010. Las expresiones 1, 2 y 3 en cada mes expresan la división del mismo en decena (diez) de días. Eje de la abscisa: Tiempo. Las números 1, 2 y 3 en cada mes expresan la división del mismo en decena (diez) de días. Ejes de las ordenadas: El de la izquierda expresado en milímetros (mm) y el de la derecha expresado en grados centígrados (°C).



## San Antonio de Areco (SADA)

Gráfico 8: Evapotranspiración del cultivo de maíz, precipitaciones, balance hídrico y temperaturas medias de la localidad de SADA en la campaña 2009/2010. Las expresiones 1, 2 y 3 en cada mes expresan la división del mismo en decena (diez) de días. Eje de la abscisa: Tiempo. Las números 1, 2 y 3 en cada mes expresan la división del mismo en decena (diez) de días. Ejes de las ordenadas: El de la izquierda expresado en milímetros (mm) y el de la derecha expresado en grados centígrados (°C).



## XI.- ANEXO 2. TABLAS

### Componentes descriptivos

#### Normalidad- Shapiro-Wilks- Media y Desvío Estándar

Variable	n	Media	D.E.	W	p
<b>REND</b>	483	9493,72	3066,95	0,97	<0,0001
<b>HUM</b>	485	14,35	2,64	0,96	<0,0001
<b>OH</b>	485	70,46	8,7	0,84	<0,0001
<b>SP</b>	486	49,35	5,19	0,95	<0,0001
<b>NG</b>	481	3159,44	1039,62	0,97	<0,0001
<b>PM</b>	481	302,76	34,57	0,99	0,3199
<b>RE</b>	482	297,31	44,61	0,99	0,0448
<b>PG</b>	482	0,84	0,02	0,93	<0,0001
<b>LE</b>	482	16,32	1,35	0,99	0,2807
<b>DE</b>	482	4,8	0,22	0,97	<0,0001
<b>HE</b>	482	15,98	1,18	0,98	<0,0001

Tabla 9. Normalidad de las Variables. DE: Desvío estándar. REND: Rendimiento expresado en kg/ha y corregido por humedad al 14,5%. SP: Expresado en plantas/ha. NG: Número de granos por m<sup>2</sup> corregido por humedad al 14,5%. PM: Peso de mil semillas expresado en gramos y corregido al 14,5% de humedad. RE: Relación de espiga expresada en cm<sup>3</sup>. PG: Porcentaje de granazón. LE: Largo de espiga expresado en cm. DE: Diámetro de espiga expresado en cm. HE: Hileras por espiga. HUM: Humedad expresado en porcentaje. PH: Peso hectolítrico expresado en hectolitros. p: Valor probabilístico obtenido por el método de Normalidad de Shapiro-Wilk. \* p<0,05. \*\*p<0.01. W: Estadístico. n: número de datos.

Las variables PM y LE tuvieron que ser transformadas para lograr la Normalidad a través del método de la inversa.

## Análisis de variancia

### Rendimiento y sus componentes

#### Rendimiento

a.

Variable	n	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<b>REND</b>	483	0,93	0,85	12,67

b.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4214147818	261	16146160	11,16	<0,0001
Genotipo	490526789	80	6131585	4,24	<0,0001
Loc	3331613908	2	1665806954	1151,81	<0,0001
Loc>Bloque	22520869	3	7506956	5,19	0,0017
Bloque>Iblk	42218254	16	2638641	1,82	0,0293
Genotipo*Loc	327267998	160	2045425	1,41	0,0086
Error	319620561	221	1446247		
Total	4533768379	482			

Tablas 10 **a** y **b**. Análisis de variancia para la variable REND. REND: Rendimiento. n: número de observaciones. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación que indica la proporción de la variación total explicada por el modelo aplicado. R<sup>2</sup> Aj: R<sup>2</sup> ajustado. CV: Coeficiente de variación. F.V.: Fuente de variación. SC: Suma Cuadrado. gl: Grados de libertad. CM: Cuadrado Medio. F: Valor estadístico del ANOVA que surge del cociente entre los CM y el CME (Cuadrado medio error). p-valor: Valor de probabilidad del estadístico de prueba. Iblk: Bloque incompleto.

#### Número de granos

a.

Variable	n	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<b>NG</b>	481	0,91	0,81	14,25

**b.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	474433375	261	1817752,4	8,97	<0,0001
Genotipo	69680768	80	871009,6	4,3	<0,0001
Loc	359481946	2	179740973	887,36	<0,0001
Genotipo*Loc	38643525	160	241522,03	1,19	0,1137
Loc>Bloque	191327,81	2	95663,91	0,47	0,6242
Error	44360026	219	202557,2		
Total	518793400	480			

Tablas 11 **a** y **b**. Análisis de variancia para la variable número de granos. NG: Número de granos. n: Número de observaciones.  $R^2$ : Coeficiente de determinación que indica la proporción de la variación total explicada por el modelo aplicado.  $R^2$  Aj:  $R^2$  ajustado. CV: Coeficiente de variación. F.V.: Fuente de variación. SC: Suma Cuadrado. gl: Grados de libertad. CM: Cuadrado Medio. F: Valor estadístico del ANOVA que surge del cociente entre los CM y el CME (Cuadrado medio error). p-valor: Valor de probabilidad del estadístico de prueba. Loc: Localidad. Iblk: Bloque incompleto.

### Peso de mil semillas

**a.**

Variable	n	$R^2$	$R^2$ Aj	CV
<b>PM</b>	481	0,75	0,45	8,46

**b.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	430537,85	262	1643,27	2,5	<0,0001
Genotipo	274452,57	80	3430,66	5,22	<0,0001
Loc	47855,9	2	23927,95	36,44	<0,0001
Loc>Bloque	2033,1	3	677,7	1,03	0,3792
Bloque>Iblk	11174,93	17	657,35	1	0,4582
Genotipo*Loc	95021,35	160	593,88	0,9	0,7491
Error	143141,04	218	656,61		
Total	573678,89	480			

Tablas 12 **a** y **b**. Análisis de variancia para la variable peso de mil semillas. PM: Peso de mil semillas. n: Número de observaciones. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación que indica la proporción de la variación total explicada por el modelo aplicado. R<sup>2</sup> Aj: R<sup>2</sup> ajustado. CV: Coeficiente de variación. F.V.: Fuente de variación. SC: Suma Cuadrado. gl: Grados de libertad. CM: Cuadrado Medio. F: Valor estadístico del ANOVA que surge del cociente entre los CM y el CME (Cuadrado medio error). p-valor: Valor de probabilidad del estadístico de prueba. Loc: Localidad. Iblk: Bloque incompleto.

#### Relación de espiga

**a.**

Variable	n	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<b>RE</b>	482	0,75	0,45	11,15

**b.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	715859,86	261	2742,76	2,5	<0,0001
Genotipo	276335,06	80	3454,19	3,15	<0,0001
Loc	179379,56	2	89689,78	81,68	<0,0001
Loc>Bloc	21800,45	3	7266,82	6,62	0,0003
Bloque>Iblk	42936,71	16	2683,54	2,44	0,002
Genotipo*Loc	195408,08	160	1221,3	1,11	0,2318
Error	241564,52	220	1098,02		
Total	957424,38	481			

Tablas 13 **a** y **b**. Análisis de variancia para la variable relación de espiga. RE: Relación de espiga. n: Número de observaciones. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación que indica la proporción de la variación total explicada por el modelo aplicado. R<sup>2</sup> Aj: R<sup>2</sup> ajustado. CV: Coeficiente de variación. F.V.: Fuente de variación. SC: Suma Cuadrado. gl: Grados de libertad. CM: Cuadrado Medio. F: Valor estadístico del ANOVA que surge del cociente entre los CM y el CME (Cuadrado medio error). p-valor: Valor de probabilidad del estadístico de prueba. Loc: Localidad. Iblk: Bloque incompleto.

Largo de espiga

**a.**

Variable	n	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<b>LE</b>	482	0,73	0,42	6,33

**b.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	648,32	261	2,48	2,33	<0,0001
Genotipo	257,29	80	3,22	3,01	<0,0001
Loc	172,04	2	86,02	80,61	<0,0001
Loc>Bloque	21,31	3	7,1	6,66	0,0003
Bloque>Iblk	25,33	16	1,58	1,48	0,1072
Genotipo*Loc	172,34	160	1,08	1,01	0,4716
Error	234,76	220	1,07		
Total	883,08	481			

Tablas 14 **a** y **b**. Análisis de variancia para la variable largo de espiga. LE: Largo de espiga. n: Número de observaciones. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación que indica la proporción de la variación total explicada por el modelo aplicado. R<sup>2</sup> Aj: R<sup>2</sup> ajustado. CV: Coeficiente de variación. F.V.: Fuente de variación. SC: Suma Cuadrado. gl: Grados de libertad. CM: Cuadrado Medio. F: Valor estadístico del ANOVA que surge del cociente entre los CM y el CME (Cuadrado medio error). p-valor: Valor de probabilidad del estadístico de prueba. Loc: Localidad. Iblk: Bloque incompleto.

## Diámetro de espiga

a.

Variable	n	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<b>DE</b>	482	0,74	0,42	3,44

b.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16,7	261	0,06	2,34	<0,0001
Genotipo	7,75	80	0,1	3,54	<0,0001
Loc	2,54	2	1,27	46,43	<0,0001
Loc>Bloque	0,31	3	0,1	3,82	0,0107
Bloque>lblk	1,01	16	0,06	2,3	0,0039
Genotipo*Loc	5,1	160	0,03	1,17	0,1458
Error	6,01	220	0,03		
Total	22,71	481			

Tablas 15 a y b. Análisis de variancia para la variable diámetro de espiga. DE: Diámetro de espiga. n: Número de observaciones. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación que indica la proporción de la variación total explicada por el modelo aplicado. R<sup>2</sup> Aj: R<sup>2</sup> ajustado. CV: Coeficiente de variación. F.V.: Fuente de variación. SC: Suma Cuadrado. gl: Grados de libertad. CM: Cuadrado Medio. F: Valor estadístico del ANOVA que surge del cociente entre los CM y el CME (Cuadrado medio error). p-valor: Valor de probabilidad del estadístico de prueba. Loc: Localidad. lblk: Bloque incompleto.

## Hileras por espiga

a.

Variable	n	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<b>HE</b>	482	0,77	0,5	5,21

b.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	514,87	261	1,97	2,84	<0,0001
Genotipo	386,08	80	4,83	6,95	<0,0001
Loc	7,24	2	3,62	5,21	0,0062
Loc>Bloque	1,26	3	0,42	0,61	0,6114
Bloque>lblk	18,6	16	1,16	1,67	0,0533
Genotipo*Loc	101,69	160	0,64	0,91	0,7241
Error	152,83	220	0,69		
Total	667,7	481			

Tabla 16 **a** y **b**. Análisis de variancia para la variable hileras por espiga. HE: Hileras por espiga. n: Número de observaciones. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación que indica la proporción de la variación total explicada por el modelo aplicado. R<sup>2</sup> Aj: R<sup>2</sup> ajustado. CV: Coeficiente de variación. F.V.: Fuente de variación. SC: Suma Cuadrado. gl: Grados de libertad. CM: Cuadrado Medio. F: Valor estadístico del ANOVA que surge del cociente entre los CM y el CME (Cuadrado medio error). p-valor: Valor de probabilidad del estadístico de prueba. Loc: Localidad. Iblk: Bloque incompleto.

### Componentes descriptivos

#### Humedad a cosecha

**a.**

Variable	n	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<b>HUM</b>	485	0,96	0,92	5,19

**b.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3256,93	261	12,48	22,48	<0,0001
Genotipo	384,59	80	4,81	8,66	<0,0001
Loc	2658,88	2	1329,44	2395,49	<0,0001
Loc>Bloque	2,28	3	0,76	1,37	0,2522
Bloque>Iblk	6,64	16	0,41	0,75	0,7432
Genotipo*Loc	204,54	160	1,28	2,3	<0,0001
Error	123,76	223	0,55		
Total	3380,69	484			

Tabla 17 **a** y **b**. Análisis de variancia para la variable humedad. HUM: Humedad a cosecha. n: Número de observaciones. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación que indica la proporción de la variación total explicada por el modelo aplicado. R<sup>2</sup> Aj: R<sup>2</sup> ajustado. CV: Coeficiente de variación. F.V.: Fuente de variación. SC: Suma Cuadrado. gl: Grados de libertad. CM: Cuadrado Medio. F: Valor estadístico del ANOVA que surge del cociente entre los CM y el CME (Cuadrado medio error). p-valor: Valor de probabilidad del estadístico de prueba. Loc: Localidad. Iblk: Bloque incompleto.

## Peso hectolítrico

a.

Variable	n	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<b>PH</b>	485	0,94	0,87	4,47

b.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	34396,34	261	131,79	13,29	<0,0001
Genotipo	1107,99	80	13,85	1,4	0,0297
Loc	30623,26	2	15311,63	1544,59	<0,0001
Loc>Bloque	74,62	3	24,87	2,51	0,0597
Bloque>lblk	669,64	16	41,85	4,22	<0,0001
Genotipo*Loc	1920,84	160	12,01	1,21	0,0936
Error	2210,61	223	9,91		
Total	36606,96	484			

Tabla 18 a y b. Análisis de variancia para la variable peso hectolítrico. PH: Peso hectolítrico. n: Número de observaciones. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación que indica la proporción de la variación total explicada por el modelo aplicado. R<sup>2</sup> Aj: R<sup>2</sup> ajustado. CV: Coeficiente de variación. F.V.: Fuente de variación. SC: Suma Cuadrado. gl: Grados de libertad. CM: Cuadrado Medio. F: Valor estadístico del ANOVA que surge del cociente entre los CM y el CME (Cuadrado medio error). p-valor: Valor de probabilidad del estadístico de prueba. Loc: Localidad. lblk: Bloque incompleto.

## Stand de plantas

a.

Variable	n	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<b>SP</b>	486	0,78	0,53	7,2

b.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10206,94	261	39,11	3,09	<0,0001
Genotipo	1025,79	80	12,82	1,01	0,4581
Loc	6280,67	2	3140,34	248,37	<0,0001
Loc>Bloque	241,25	3	80,42	6,36	0,0004
Bloque>lblk	430,39	16	26,9	2,13	0,0082
Genotipo*Loc	2228,84	160	13,93	1,1	0,2511
Error	2832,19	224	12,64		
Total	13039,13	485			

Tabla 19 **a** y **b**. Análisis de variancia para la variable peso hectolítrico. PH: Peso hectolítrico. n: Número de observaciones. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación que indica la proporción de la variación total explicada por el modelo aplicado. R<sup>2</sup> Aj: R<sup>2</sup> ajustado. CV: Coeficiente de variación. F.V.: Fuente de variación. SC: Suma Cuadrado. gl: Grados de libertad. CM: Cuadrado Medio. F: Valor estadístico del ANOVA que surge del cociente entre los CM y el CME (Cuadrado medio error). p-valor: Valor de probabilidad del estadístico de prueba. Loc: Localidad. Iblk: Bloque incompleto.

Porcentaje de granazón

**a.**

Variable	n	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<b>PG</b>	482	0,65	0,24	2,37

**b.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,16	261	6,20E-04	1,58	0,0003
Genotipo	0,07	80	8,40E-04	2,15	<0,0001
Loc	0,02	2	0,01	19,85	<0,0001
Loc>Bloque	3,10E-03	3	1,00E-03	2,6	0,053
Bloque>Iblk	0,01	16	3,30E-04	0,84	0,6416
Genotipo*Loc	0,07	160	4,40E-04	1,12	0,2205
Error	0,09	220	3,90E-04		
Total	0,25	481			

Tabla 20 **a** y **b**. Análisis de variancia para la variable porcentaje de granazón. PG: Porcentaje de granazón. n: Número de observaciones. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación que indica la proporción de la variación total explicada por el modelo aplicado. R<sup>2</sup> Aj: R<sup>2</sup> ajustado. CV: Coeficiente de variación. F.V.: Fuente de variación. SC: Suma Cuadrado. gl: Grados de libertad. CM: Cuadrado Medio. F: Valor estadístico del ANOVA que surge del cociente entre los CM y el CME (Cuadrado medio error). p-valor: Valor de probabilidad del estadístico de prueba. Loc: Localidad. Iblk: Bloque incompleto.

## Cuadro de correlaciones

Correlación de Pearson: Coeficientes/probabilidades

Coef/P	REND	HUM	PH	SP	NG	PM	RE	PG	LE	DE	HE
<b>REND</b>	1.000	**	**	ns	**	**	**	**	**	**	ns
<b>HUM</b>	0,478	1.000	ns	**	**	ns	*	*	ns	**	ns
<b>PH</b>	0,612	-0,005	1.000	**	**	**	**	**	**	**	ns
<b>SP</b>	0,047	0,478	-0,395	1.000	*	*	**	ns	**	**	*
<b>NG</b>	0,925	0,584	0,527	0,133	1.000	ns	**	**	**	**	ns
<b>PM</b>	0,300	-0,065	0,253	-0,154	-0,06	1.000	**	*	**	**	**
<b>RE</b>	0,505	0,124	0,362	-0,243	0,326	0,538	1.000	**	**	**	*
<b>PG</b>	0,305	0,111	0,162	0,001	0,279	0,1	0,193	1.000	**	**	ns
<b>LE</b>	0,453	0,018	0,403	-0,256	0,284	0,492	0,847	0,162	1.000	**	*
<b>DE</b>	0,431	0,188	0,238	-0,164	0,292	0,443	0,879	0,184	0,497	1.000	**
<b>HE</b>	-0,069	0,058	-0,048	-0,101	0,085	-0,424	0,096	0,042	-0,122	0,264	1.000

Tabla 21. Análisis de Correlaciones de Pearson. Coef: Coeficiente. P: Probabilidad. REND: Rendimiento. PM: Peso de mil semillas. LE: Largo de espiga. DE: Diámetro de espiga. HE: Hileras por espiga. PG: Porcentaje de granazón. RE: Relación de espiga. NG: Número de granos. SP: Stand de plantas. HUM: Humedad a cosecha. PH: Peso hectolítrico. \*  $p < 0,05$ . \*\*  $p < 0,01$ . ns: no significativo.

## LSD de Fisher

### Rendimiento y sus componentes

#### Rendimiento

Código	REND																		
HC12	12288,92	A																	
HC2	11251,67	A	B																
HC8	11208,44	A	B																
HC3	10957,02	A	B	C															
HC7	10834,13		B	C	D														
<b>HC2xHC7</b>	10655,63		B	C	D	E													
HC6	10549,69		B	C	D	E	F												



HC5	9021,57									H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W	
HC6xHC9	9000,89									H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W	X
HC4xHC10	8992,66										I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W	X
HC4xHC11	8970,37											J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W	X
HC4xHC7	8906,27												K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W	X
HC4xHC12	8904,38												K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W	X
HC1xHC9	8831,37												K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W	X
HC3xHC10	8824,58												L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W	X	
HC11xHC12	8795,85												L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W	X	
HC5xHC12	8718,39													M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W	X	
HC3xHC5	8586,23														N	O	P	Q	R	S	T	U	W	X	
HC1xHC2	8503,73																O	P	Q	R	S	T	U	W	X
HC5xHC10	8498,49																O	P	Q	R	S	T	U	W	X
HC3xHC4	8448,34																	P	Q	R	S	T	U	W	X
HC4xHC8	8351,21																		Q	R	S	T	U	W	X
HC5xHC9	8275,64																			R	S	T	U	W	X
HC9xHC11	8254,81																			R	S	T	U	W	X
HC5xHC11	8093,25																			R	S	T	U	W	X
HC6xHC7	8082,19																				S	T	U	W	X
HC6xHC12	7986,62																					T	U	W	X
HC10xHC12	7975,42																					T	U	W	X
HC7xHC10	7930,36																						U	W	X
HC9xHC10	7781,05																							W	X
HC9xHC12	7627,49																								X
HC7xHC12	6146,65																								Y
DMS	1382,16																								

Tabla 22. Comparación de medias para la variable rendimiento. HC: Híbrido comercial. REND: Rendimiento expresado en Kg/ha. DMS: Diferencia mínima significativa expresada en kg/ha. Letras distintas indican diferencias significativas entre los materiales. En negrita híbridos dobles destacados.

### Número de granos

Código	NG																								
HC 8	3954,07	A																							
HC 6	3948,67	A																							
HC 1 x HC 6	3741,59	A	B																						
HC 11	3732,29	A	B	C																					
HC 1 x HC 8	3704,92	A	B	C	D																				
HC 1 x HC 11	3704,67	A	B	C	D	E																			
HC 1	3664,83	A	B	C	D	E	F																		
HC 6 x HC 11	3645,2	A	B	C	D	E	F	G																	











HC 6 x HC 9	281,87												J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
HC 5 x HC 9	281,79												J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
HC 7 X HC 8	281,55												J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
HC 1 x HC 10	279,22													K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
HC 7 x HC 9	278,14														L	M	N	O	P	Q	R	S	
HC 5 x HC 10	275,54														L	M	N	O	P	Q	R	S	
HC 7 X HC 11	272,51															M	N	O	P	Q	R	S	T
HC 9 x HC 12	272,24															M	N	O	P	Q	R	S	T
HC 2 x HC 9	272,00															M	N	O	P	Q	R	S	T
HC 7 x HC 10	271,90															M	N	O	P	Q	R	S	T
HC 9	269,64																N	O	P	Q	R	S	T
HC 1 x HC 9	264,81																	O	P	Q	R	S	T
HC 1 x HC 4	263,89																	O	P	Q	R	S	T
HC 9 x HC 10	263,71																	O	P	Q	R	S	T
HC 9 x HC 11	259,32																		P	Q	R	S	T
HC 1 x HC 5	257,53																			Q	R	S	T
HC 6 x HC 7	254,45																				R	S	T
HC 10 x HC 12	249,80																					S	T
HC 7 x HC 12	234,50																						T
DMS	38,13																						

Tabla 25. Comparación de medias para la variable relación de espiga. HC: Híbrido comercial. RE: Relación de espiga expresada en cm<sup>3</sup>. DMS: Diferencia mínima significativa expresada en cm<sup>3</sup>. Letras distintas indican diferencias significativas entre los materiales.

Largo de espiga

Código	LE																						
HC 2	18,47	A																					
HC 2 x HC 12	17,93	A	B																				
HC 10	17,68	A	B	C																			
HC 5 X HC 6	17,50	A	B	C	D																		
HC 4 x HC 6	17,43	A	B	C	D	E																	
HC 2 x HC 6	17,25		B	C	D	E	F																
HC 8 x HC 11	17,23		B	C	D	E	F	G															
HC 5 X HC 8	17,13		B	C	D	E	F	G	H														
HC 2 x HC 7	17,07		B	C	D	E	F	G	H	I													
HC 4 x HC 5	17,05		B	C	D	E	F	G	H	I	J												
HC 2 x HC 5	17,02		B	C	D	E	F	G	H	I	J												
HC 5 x HC 12	16,98		B	C	D	E	F	G	H	I	J												
HC 5 X HC 7	16,93		B	C	D	E	F	G	H	I	J												
HC 5	16,92		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K											



HC 7 X HC 11	15,83										J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
HC 5 x HC 9	15,75											K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
HC 1 x HC 10	15,72												L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
HC 4 x HC 8	15,72												L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
HC 7 X HC 8	15,67													M	N	O	P	Q	R	S	T	
HC 11	15,65														N	O	P	Q	R	S	T	
HC 9 x HC 10	15,57														N	O	P	Q	R	S	T	
HC 1 x HC 11	15,55														N	O	P	Q	R	S	T	
HC 6 x HC 7	15,45															O	P	Q	R	S	T	
HC 1 x HC 4	15,43																P	Q	R	S	T	
HC 3 x HC 10	15,37																	Q	R	S	T	
HC 8 x HC 9	15,37																	Q	R	S	T	
HC 9	15,27																		R	S	T	U
HC 10 x HC 12	15,15																			S	T	U
HC 9 x HC 11	15,15																			S	T	U
HC 1 x HC 5	15,15																			S	T	U
HC 1 x HC 9	15,05																				T	U
HC 7 x HC 12	14,13																					U
DMS	1,17																					

Tabla 26. Comparación de medias para la variable Largo de espiga. HC: Híbrido comercial. LE: Largo de espiga expresado en cm. DMS: Diferencia mínima significativa expresada en cm. Letras distintas indican diferencias significativas entre los materiales.

Diámetro de espiga

Código	DE																						
HC 1	5,23	A																					
HC 5 X HC 8	5,05	A	B																				
HC 3 x HC 9	5,02		B	C																			
HC 3	5,00		B	C	D																		
HC 1 x HC 12	4,98		B	C	D	E	F																
HC 8 x HC 11	4,98		B	C	D	E																	
HC 3 X HC 11	4,97		B	C	D	E	F																
HC 4 x HC 7	4,95		B	C	D	E	F	G															
HC 3 x HC 6	4,95		B	C	D	E	F	G															
HC 4	4,95		B	C	D	E	F	G															
HC 1 x HC 8	4,93		B	C	D	E	F	G	H														
HC 3 x HC 7	4,93		B	C	D	E	F	G	H														
HC 1 x HC 3	4,93		B	C	D	E	F	G	H														
HC 3 X HC 12	4,90		B	C	D	E	F	G	H	I													
HC 2 x HC 3	4,90		B	C	D	E	F	G	H	I													
HC 12	4,90		B	C	D	E	F	G	H	I													
HC 2	4,90		B	C	D	E	F	G	H	I													

HC 1 x HC 2	4,89		B	C	D	E	F	G	H	I	J								
HC 4 x HC 6	4,88		B	C	D	E	F	G	H	I	J								
HC 3 x HC 4	4,88		B	C	D	E	F	G	H	I	J								
HC 8	4,88		B	C	D	E	F	G	H	I	J								
HC 3 x HC 8	4,87		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K							
HC 4 x HC 5	4,87		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K							
HC 8 x HC 10	4,85			C	D	E	F	G	H	I	J	K	L						
HC 8 x HC 9	4,85			C	D	E	F	G	H	I	J	K	L						
HC 4 x HC 8	4,85			C	D	E	F	G	H	I	J	K	L						
HC 1 x HC 6	4,85			C	D	E	F	G	H	I	J	K	L						
HC 6 x HC 11	4,83			C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M					
HC 1 x HC 11	4,83			C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M					
HC 3 x HC 10	4,83			C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M					
HC 6 x HC 8	4,83			C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M					
HC 1 x HC 7	4,83			C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M					
HC 4 x HC 11	4,82				D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N				
HC 2 x HC11	4,82				D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N				
HC 2 x HC 8	4,82				D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N				
HC 5 X HC 7	4,82				D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N				
HC 8 x HC 12	4,80					E	F	G	H	I	J	K	L	M	N				
HC 4 x HC 12	4,80					E	F	G	H	I	J	K	L	M	N				
HC 2 x HC 12	4,80					E	F	G	H	I	J	K	L	M	N				
HC 2 x HC 7	4,80					E	F	G	H	I	J	K	L	M	N				
HC 7 X HC 8	4,78						F	G	H	I	J	K	L	M	N	O			
HC 2 x HC 6	4,78						F	G	H	I	J	K	L	M	N	O			
HC 11	4,78						F	G	H	I	J	K	L	M	N	O			
HC 6 x HC 12	4,77							G	H	I	J	K	L	M	N	O	P		
HC 7	4,77							G	H	I	J	K	L	M	N	O	P		
HC 6	4,77							G	H	I	J	K	L	M	N	O	P		
HC 4 x HC 10	4,75								H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
HC 1 x HC 10	4,75								H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
HC 5 x HC 9	4,75								H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
HC 4 x HC 9	4,75								H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
HC 5	4,75								H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
HC 5 x HC 12	4,73									I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
HC 5 x HC 11	4,73									I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
HC 1 x HC 9	4,73									I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
HC 5 X HC 6	4,73									I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
HC 9	4,73									I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
HC 11 x HC 12	4,72									I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
HC 6 x HC 10	4,72									I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
HC 2 x HC 10	4,72									I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
HC 6 x HC 9	4,72									I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
HC 2 x HC 4	4,72									I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
HC 2 x HC 5	4,70										J	K	L	M	N	O	P	Q	
HC 7 X HC 11	4,68											K	L	M	N	O	P	Q	











HC 6 x HC 12	71,16	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 3 x HC 10	71,15	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 3	71,09	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 5 X HC 6	71,05	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 5	70,9	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 9 x HC 11	70,84	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 2 x HC 3	70,76	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 8	70,75	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 2 x HC 4	70,74	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 8 x HC 12	70,65	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 10 x HC 11	70,56	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 2 x HC 6	70,5	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 9	70,48	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 3 x HC 6	70,47	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 8 x HC 9	70,44	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 10 x HC 12	70,42	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 7 X HC 11	70,41	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 4 x HC 5	70,33	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 6 x HC 8	70,32	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 7	70,32	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 6	70,3	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 2 x HC 5	70,29	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 12	70,22	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 1 x HC 12	70,21	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 1	70,21	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 6 x HC 9	70,05	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 1 x HC 7	70,05	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 3 x HC 9	70,02	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 2 x HC 9	69,94	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 10	69,92	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 3 x HC 8	69,85	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 6 x HC 10	69,79	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 4 x HC 10	69,77	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 4 x HC 12	69,61		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 8 x HC 10	69,56		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 4 x HC 7	69,54		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 3 X HC 12	69,5		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 9 x HC 12	69,42		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 1 x HC 11	69,35		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 6 x HC 11	69,3		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 1 x HC 2	69,29		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 3 X HC 11	69,07		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 5 x HC 11	68,98		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 4 x HC 11	68,88			D	E	F	G	H	I	J	K	L
HC 11	68,39				E	F	G	H	I	J	K	L
HC 8 x HC 11	68,28					F	G	H	I	J	K	L
HC 4 x HC 9	68,16						F	G	H	I	J	L

HC 1 x HC 3	68,07										G	H	I	J	K	L
HC 1 x HC 9	67,98											H	I	J	K	L
HC 4 x HC 8	67,91												I	J	K	L
HC 4 x HC 6	67,88												I	J	K	L
HC 4	67,86													J	K	L
HC 3 x HC 4	67,82													J	K	L
HC 1 x HC 4	67,77														K	L
HC 11 x HC 12	67,57															L
DMS	3,77															

Tabla 30. Comparación de medias para la variable peso hectolítrico. HC: Híbrido comercial. PH: Peso hectolítrico expresado en kg/hectolítro. DMS: Diferencia mínima significativa expresada en kg/hectolitro. Letras distintas indican diferencias significativas entre los materiales.

### Porcentaje de granazón

Código	PG																
HC 7 X HC 11	0,87	A															
HC 11 x HC 12	0,86	A	B	C													
HC 9	0,86	A	B														
HC 6 x HC 11	0,85	A	B	C	D	E	F										
HC 1 x HC 11	0,85		B	C	D	E	F	G	H	I							
HC 2 x HC11	0,85	A	B	C	D	E	F	G									
HC 2 x HC 9	0,85	A	B	C	D	E	F	G	H								
HC 1 x HC 2	0,85	A	B	C	D	E											
HC 12	0,85	A	B	C	D												
HC 11	0,85	A	B	C	D	E	F										
HC 7	0,85	A	B	C	D	E	F										
HC 7 x HC 12	0,84		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M			
HC 6 x HC 12	0,84		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M			
HC 5 x HC 12	0,84			C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M			
HC 10 x HC 11	0,84			C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M			
HC 9 x HC 11	0,84		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L				
HC 8 x HC 11	0,84		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M			
HC 5 x HC 11	0,84		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M			
HC 4 x HC 11	0,84				D	E	F	G	H	I	J	K	L	M			
HC 7 x HC 10	0,84			C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M			
HC 6 x HC 10	0,84		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M			
HC 5 x HC 10	0,84				D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N		
HC 2 x HC 10	0,84		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M			
HC 7 x HC 9	0,84		B	C	D	E	F	G	H	I	J						
HC 6 x HC 9	0,84		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K					

HC 3 x HC 9	0,84	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M				
HC 7 X HC 8	0,84	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M				
HC 4 x HC 7	0,84	B	C	D	E	F	G	H	I	J							
HC 3 x HC 7	0,84	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L					
HC 1 x HC 7	0,84	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L					
HC 2 x HC 7	0,84	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L					
HC 1 x HC 6	0,84	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M				
HC 3 x HC 4	0,84	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L					
HC 1 x HC 3	0,84	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M				
HC 6	0,84	B	C	D	E	F	G	H	I	J							
HC 3	0,84	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M				
HC 2	0,84	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L					
HC 10 x HC 12	0,83					F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
HC 9 x HC 12	0,83			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
HC 8 x HC 12	0,83				E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
HC 3 X HC 12	0,83			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
HC 2 x HC 12	0,83			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N			
HC 3 X HC 11	0,83			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
HC 9 x HC 10	0,83							H	I	J	K	L	M	N	O	P	
HC 4 x HC 10	0,83							H	I	J	K	L	M	N	O	P	
HC 3 x HC 10	0,83						G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
HC 1 x HC 10	0,83			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
HC 8 x HC 9	0,83				E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
HC 4 x HC 9	0,83				E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
HC 1 x HC 9	0,83			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
HC 6 x HC 8	0,83			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
HC 1 x HC 8	0,83			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
HC 2 x HC 8	0,83				E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
HC 6 x HC 7	0,83			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
HC 5 X HC 7	0,83			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
HC 5 X HC 6	0,83						G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
HC 4 x HC 6	0,83			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
HC 3 x HC 6	0,83					F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
HC 2 x HC 6	0,83						G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
HC 2 x HC 5	0,83							H	I	J	K	L	M	N	O	P	
HC 2 x HC 4	0,83			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
HC 2 x HC 3	0,83			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
HC 10	0,83				E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
HC 5	0,83					F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
HC 4	0,83			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
HC 1	0,83				E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
HC 4 x HC 12	0,82								I	J	K	L	M	N	O	P	
HC 8 x HC 10	0,82											L	M	N	O	P	Q
HC 5 x HC 9	0,82								I	J	K	L	M	N	O	P	
HC 5 X HC 8	0,82									J	K	L	M	N	O	P	Q
HC 3 x HC 8	0,82												M	N	O	P	Q
HC 4 x HC 5	0,82									J	K	L	M	N	O	P	Q

HC 1 x HC 5	0,82													J	K	L	M	N	O	P	Q
HC 8	0,82														K	L	M	N	O	P	Q
HC 1 x HC 12	0,81																		O	P	Q
HC 3 x HC 5	0,81																	N	O	P	Q
HC 4 x HC 8	0,80																			P	Q
HC 1 x HC 4	0,80																				Q
DMS	0,023																				

Tabla 31. Comparación de medias para la variable porcentaje de granazón. HC: Híbrido comercial. PG: Porcentaje de granazón expresado en %. DMS: Diferencia mínima significativa expresada en %. Letras distintas indican diferencias significativas entre los materiales.

### Floración y sincronía floral

Híbridos	FM	FF	SF	Híbridos	FM	FF	SF	Híbridos	FM	FF	SF
HC11xHC12	593	553	40	HC8xHC10	565	578	13	HC2xHC8	501	533	32
HC10xHC12	578	609	31	HC7xHC10	501	533	32	HC6xHC7	626	609	17
HC9xHC12	578	578	0	HC6xHC10	501	533	32	HC5xHC7	515	533	18
HC8xHC12	552	565	13	HC5xHC10	501	501	0	HC4xHC7	501	552	51
HC7xHC12	578	578	0	HC4xHC10	515	552	37	HC3xHC7	501	533	32
HC6xHC12	578	593	15	HC3xHC10	565	578	13	HC1xHC7	501	515	14
HC5xHC12	533	565	32	HC1xHC10	578	593	15	HC2xHC7	533	533	0
HC4xHC12	578	593	15	HC2xHC10	552	565	13	HC5xHC6	501	552	51
HC3xHC12	501	501	0	HC8xHC9	578	609	31	HC4xHC6	487	487	0
HC1xHC12	565	552	13	HC7xHC9	487	515	28	HC3xHC6	501	552	51
HC2xHC12	501	515	14	HC6xHC9	552	578	26	HC1xHC6	552	552	0
HC10xHC11	501	533	32	HC5xHC9	515	533	18	HC2xHC6	487	533	46
HC9xHC11	487	501	14	HC4xHC9	578	578	0	HC4xHC5	501	533	32
HC8xHC11	515	515	0	HC3xHC9	501	515	14	HC3xHC5	552	593	41
HC7xHC11	533	578	45	HC1xHC9	578	593	15	HC1xHC5	501	552	51
HC6xHC11	487	501	14	HC2xHC9	515	578	63	HC2xHC5	515	565	50
HC5xHC11	515	552	37	HC7xHC8	578	609	31	HC3xHC4	578	593	15
HC4xHC11	593	593	0	HC6xHC8	552	593	41	HC1xHC4	501	515	14
HC3xHC11	501	515	14	HC5xHC8	487	533	46	HC2xHC4	533	533	0
HC1xHC11	565	593	28	HC4xHC8	609	609	0	HC1xHC3	533	533	0
HC2xHC11	565	565	0	HC3xHC8	515	533	18	HC2xHC3	487	501	14
HC9xHC10	578	593	15	HC1xHC8	487	501	14	HC1xHC2	626	626	0

Tabla 32. Floración y sincronía floral de los HD evaluados en Pergamino. FM: Floración masculina expresada en °Cd. FF: Floración femenina expresada en °Cd. SF: Sincronía floral entre flor masculina y femenina expresada en °Cd. En gris los HD que presentaron una óptima sincronía floral.

### Comportamiento sanitario a Roya común del maíz

Híbridos	Score	Híbridos	Score	Híbridos	Score
HC11xHC12	2	HC8xHC10	2	HC2xHC8	3
HC10xHC12	3	HC7xHC10	2,5	HC6xHC7	1,5
HC9xHC12	2,5	HC6xHC10	2	HC5xHC7	2
HC8xHC12	2,5	HC5xHC10	2,5	HC4xHC7	3
HC7xHC12	1,5	HC4xHC10	3	HC3xHC7	1,5
HC6xHC12	2	HC3xHC10	1	HC1xHC7	2
HC5xHC12	2,5	HC1xHC10	3	HC2xHC7	2,5
HC4xHC12	2	HC2xHC10	2,5	HC5xHC6	3
HC3xHC12	2,5	HC8xHC9	3	HC4xHC6	1
HC1xHC12	2,5	HC7xHC9	2	HC3xHC6	2,5
HC2xHC12	2,5	HC6xHC9	3,5	HC1xHC6	2
HC10xHC11	2	HC5xHC9	2	HC2xHC6	2
HC9xHC11	2,5	HC4xHC9	2	HC4xHC5	2
HC8xHC11	2	HC3xHC9	2	HC3xHC5	2
HC7xHC11	2	HC1xHC9	3	HC1xHC5	4
HC6xHC11	2	HC2xHC9	3	HC2xHC5	2,5
HC5xHC11	2	HC7xHC8	3	HC3xHC4	2
HC4xHC11	2	HC6xHC8	2	HC1xHC4	3
HC3xHC11	2	HC5xHC8	1,5	HC2xHC4	2,5
HC1xHC11	2	HC4xHC8	4	HC1xHC3	3
HC2xHC11	1,5	HC3xHC8	1,5	HC2xHC3	2
HC9xHC10	3	HC1xHC8	2	HC1xHC2	2

Tabla 33. Score de Roya según la escala de severidad de Peterson. En gris HD destacados.

## Tipo de grano

<b>Entrada</b>	<b>Híbridos</b>	<b>TG</b>	<b>Entrada</b>	<b>Híbridos</b>	<b>TG</b>	<b>Entrada</b>	<b>Híbridos</b>	<b>TG</b>
1	HC11xHC12	SD	27	HC4xHC10	SD	53	HC4xHC6	SD
2	HC10xHC12	SD	28	HC3xHC10	SD	54	HC3xHC6	SD
3	HC9xHC12	SD	29	HC1xHC10	SD	55	HC1xHC6	SD
4	HC8xHC12	SD	30	HC2xHC10	SD	56	HC2xHC6	SD
5	HC7xHC12	SD	31	HC8xHC9	FPB	57	HC4xHC5	SD
6	HC6xHC12	SD	32	HC7xHC9	SD	58	HC3xHC5	SD
7	HC5xHC12	SD	33	HC6xHC9	SD	59	HC1xHC5	FPB
8	HC4xHC12	SD	34	HC5xHC9	FPB	60	HC2xHC5	FPB
9	HC3xHC12	SD	35	HC4xHC9	SD	61	HC3xHC4	SD
10	HC1xHC12	SD	36	HC3xHC9	SD	62	HC1xHC4	SD
11	HC2xHC12	SD	37	HC1xHC9	SD	63	HC2xHC4	SD
12	HC10xHC11	FPB	38	HC2xHC9	SD	64	HC1xHC3	SD
13	HC9xHC11	FPB	39	HC7xHC8	SD	65	HC2xHC3	SD
14	HC8xHC11	FPB	40	HC6xHC8	SD	66	HC1xHC2	SD
15	HC7xHC11	SD	41	HC5xHC8	FPB	67	HC12	F
16	HC6xHC11	SD	42	HC4xHC8	SD	68	HC11	F
17	HC5xHC11	FPB	43	HC3xHC8	SD	69	HC10	SD
18	HC4xHC11	SD	44	HC1xHC8	FPB	70	HC9	SD
19	HC3xHC11	SD	45	HC2xHC8	SD	71	HC8	SD
20	HC1xHC11	FPB	46	HC6xHC7	SD	72	HC7	SD
21	HC2xHC11	SD	47	HC5xHC7	SD	73	HC6	SD
22	HC9xHC10	FPB	48	HC4xHC7	SD	74	HC5	F
23	HC8xHC10	SD	49	HC3xHC7	SD	75	HC4	F
24	HC7xHC10	SD	50	HC1xHC7	SD	76	HC3	SD
25	HC6xHC10	SD	51	HC2xHC7	SD	77	HC1	SD
26	HC5xHC10	FPB	52	HC5xHC6	SD	78	HC2	SD

Tabla 34. Tipo de grano para cada híbrido evaluado en las tres localidades. TP: Tipo de grano. SD: Semidentado. F: Flint. FPB: Flint panza blanca.

NH, AP y AE

Híbridos	NH	AP	AE	Híbridos	NH	AP	AE	Híbridos	NH	AP	AE
HC11xHC12	16	260	142,5	HC4xHC10	16	255	115	HC4xHC6	13	255	112,5
HC10xHC12	13	247,5	105	HC3xHC10	16	257,5	122,5	HC3xHC6	13	262,5	112,5
HC9xHC12	16	262,5	112,5	HC1xHC10	13	260	127,5	HC1xHC6	14	280	132,5
HC8xHC12	15	262,5	125	HC2xHC10	15	260	117,5	HC2xHC6	14	280	120
HC7xHC12	13	257,5	120	HC8xHC9	14	257,5	127,5	HC4xHC5	13	257,5	115
HC6xHC12	14	255	102,5	HC7xHC9	14	255	115	HC3xHC5	13	247,5	120
HC5xHC12	12	262,5	130	HC6xHC9	15	262,5	125	HC1xHC5	15	267,5	145
HC4xHC12	16	255	110	HC5xHC9	14	257,5	127,5	HC2xHC5	14	282,5	137,5
HC3xHC12	12	280	147,5	HC4xHC9	14	255	120	HC3xHC4	13	252,5	122,5
HC1xHC12	14	272,5	135	HC3xHC9	13	270	102,5	HC1xHC4	14	272,5	140
HC2xHC12	14	267,5	105	HC1xHC9	13	262,5	142,5	HC2xHC4	14	290	120
HC10xHC11	12	267,5	122,5	HC2xHC9	14	270	107,5	HC1xHC3	14	260	150
HC9xHC11	13	260	135	HC7xHC8	14	270	135	HC2xHC3	14	272,5	112,5
HC8xHC11	13	275	127,5	HC6xHC8	15	262,5	145	HC1xHC2	14	282,5	160
HC7xHC11	16	260	120	HC5xHC8	13	277,5	127,5	HC12	14	275	137,5
HC6xHC11	14	260	107,5	HC4xHC8	14	257,5	137,5	HC11	16	277,5	140
HC5xHC11	14	267,5	137,5	HC3xHC8	14	255	115	HC10	15	270	120
HC4xHC11	14	265	127,5	HC1xHC8	16	280	142,5	HC9	13	250	112,5
HC3xHC11	14	267,5	127,5	HC2xHC8	14	290	142,5	HC8	14	270	135
HC1xHC11	15	265	145	HC6xHC7	16	252,5	117,5	HC7	15	257,5	120
HC2xHC11	15	285	120	HC5xHC7	14	252,5	112,5	HC6	14	262,5	115
HC9xHC10	13	265	129,5	HC4xHC7	15	270	122,5	HC5	13	260	100
HC8xHC10	15	270	132,5	HC3xHC7	14	265	110	HC4	14	260	127,5
HC7xHC10	13	262,5	122,5	HC1xHC7	14	280	130	HC3	12	265	97,5
HC6xHC10	14	260	127,5	HC2xHC7	14	275	112,5	HC1	14	282,5	125
HC5xHC10	14	265	117,5	HC5xHC6	15	272,5	115	HC2	14	292,5	130

Tabla 35. NH, AP y AE de cada híbrido evaluado. NH: Número de hojas. AP: Altura de planta expresada en cm. AE: Altura de inserción de espiga expresada en cm.

## ACP

### **Autovalores**

Lambda	Valor	Proporción	Prop Acum
1	3,15	0,45	0,45
2	2,25	0,32	<b>0,77</b>
3	0,87	0,12	0,9
4	0,49	0,07	0,97
5	0,22	0,03	1
6	0,02	2,20E-03	1
7	1,50E-03	2,10E-04	1

Tabla 36. Autovalores. Lambda: Dimensión del eje. Prop Acum: Proporción acumulada.

### **Autovectores**

Variables	e1	e2
REND	0,44	0,2
NG	0,17	0,57
PM	0,32	-0,5
RE	0,54	0,03
LE	0,44	-0,18
DE	0,43	0,19
HE	-0,08	0,56

Tabla 37. Autovectores. e1: Eje 1. e2: Eje 2. REND: Rendimiento. NG: Número de granos. PM: Peso de mil semillas. RE: Relación de espiga. LE: Largo de espiga. DE: Diámetro de espiga. HE: Hileras por espiga.

<b>Entrada</b>	<b>Híbrido</b>	<b>Entrada</b>	<b>Híbrido</b>	<b>Entrada</b>	<b>Híbrido</b>
<b>1</b>	HC11xHC12	<b>27</b>	HC4xHC10	<b>53</b>	HC4xHC6
<b>2</b>	HC10xHC12	<b>28</b>	HC3xHC10	<b>54</b>	HC3xHC6
<b>3</b>	HC9xHC12	<b>29</b>	HC1xHC10	<b>55</b>	HC1xHC6
<b>4</b>	HC8xHC12	<b>30</b>	HC2xHC10	<b>56</b>	HC2xHC6
<b>5</b>	HC7xHC12	<b>31</b>	HC8xHC9	<b>57</b>	HC4xHC5
<b>6</b>	HC6xHC12	<b>32</b>	HC7xHC9	<b>58</b>	HC3xHC5
<b>7</b>	HC5xHC12	<b>33</b>	HC6xHC9	<b>59</b>	HC1xHC5
<b>8</b>	HC4xHC12	<b>34</b>	HC5xHC9	<b>60</b>	HC2xHC5
<b>9</b>	HC3xHC12	<b>35</b>	HC4xHC9	<b>61</b>	HC3xHC4
<b>10</b>	HC1xHC12	<b>36</b>	HC3xHC9	<b>62</b>	HC1xHC4
<b>11</b>	HC2xHC12	<b>37</b>	HC1xHC9	<b>63</b>	HC2xHC4
<b>12</b>	HC10xHC11	<b>38</b>	HC2xHC9	<b>64</b>	HC1xHC3
<b>13</b>	HC9xHC11	<b>39</b>	HC7xHC8	<b>65</b>	HC2xHC3
<b>14</b>	HC8xHC11	<b>40</b>	HC6xHC8	<b>66</b>	HC1xHC2

15	HC7xHC11	41	HC5xHC8	67	HC12
16	HC6xHC11	42	HC4xHC8	68	HC11
17	HC5xHC11	43	HC3xHC8	69	HC10
18	HC4xHC11	44	HC1xHC8	70	HC9
19	HC3xHC11	45	HC2xHC8	71	HC8
20	HC1xHC11	46	HC6xHC7	72	HC7
21	HC2xHC11	47	HC5xHC7	73	HC6
22	HC9xHC10	48	HC4xHC7	74	HC5
23	HC8xHC10	49	HC3xHC7	75	HC4
24	HC7xHC10	50	HC1xHC7	76	HC3
25	HC6xHC10	51	HC2xHC7	77	HC1
26	HC5xHC10	52	HC5xHC6	78	HC2

Tabla 38. Híbridos con sus respectivas entradas.

### Componentes genéticos

#### Rendimiento

#### Análisis de variancia

a.

FV	gl	SC	CM	F	p
Genotipo	77	424779893,4	5516622,0	3,81	**
ACG	11	100027344,8	9093395,0	6,29	**
ACE	66	324752548,6	4920493,2	3,40	**
Error	221	319620560,5	1446246,9		

b.

Componentes	Valores
ACG	91037,5
ACE	579041,0
Error	1446246,9
S <sup>2</sup> (ACG)	13408324225
S <sup>2</sup> (ACE)	141207833872,7
S <sup>2</sup> (Error)	18928778623,6

Tablas 39 **a** y **b**. Análisis de variancia de los componentes genéticos para la variable rendimiento. F.V.: Fuente de variación. SC: Suma cuadrado. gl: Grados de libertad. CM: Cuadrado medio. F: Valor estadístico del ANOVA que surge del cociente entre los CM y el CME (Cuadrado medio error). p: Valor de probabilidad del estadístico de prueba. ACG: Habilidad combinatoria general. ACE: Habilidad combinatoria específica.  $S^2(\text{ACG})$ : Variancia de la ACG.  $S^2(\text{ACE})$ : Variancia de la ACE.  $S^2(\text{Error})$ : Variancia del error.

### ACG

Efecto	Estimativa
G (1)	198,24
G (2)	606,00
G (3)	178,25
G (4)	-184,61
G (5)	-215,80
G (6)	89,39
G (7)	67,26
G (8)	391,56
G (9)	-541,43
G (10)	-406,90
G (11)	32,99
G (12)	-214,95
<b>2 DP (G<sub>i</sub>)</b>	<b>251,26</b>

Tabla 40. Efectos de ACG de los HC involucrados en el dialelo. G: Padre. 2 DP (G<sub>i</sub>): 2 desvíos estándar para los efectos de ACG de los HC. En gris híbridos destacados.

## ACE

a.

Efecto	Estimativa	Efecto	Estimativa	Efecto	Estimativa
<b>S( 1 , 2 )</b>	-1710,86	<b>S( 3 , 5 )</b>	-794,39	<b>S( 5 , 12 )</b>	-269,03
<b>S( 1 , 3 )</b>	-121,83	<b>S( 3 , 6 )</b>	-467,51	<b>S( 6 , 7 )</b>	-1492,63
<b>S( 1 , 4 )</b>	-58,03	<b>S( 3 , 7 )</b>	544,99	<b>S( 6 , 8 )</b>	-551,27
<b>S( 1 , 5 )</b>	300,28	<b>S( 3 , 8 )</b>	-463,36	<b>S( 6 , 9 )</b>	34,76
<b>S( 1 , 6 )</b>	359,43	<b>S( 3 , 9 )</b>	25,37	<b>S( 6 , 10 )</b>	62,48
<b>S( 1 , 7 )</b>	667,71	<b>S( 3 , 10 )</b>	-364,94	<b>S( 6 , 11 )</b>	976,77
<b>S( 1 , 8 )</b>	133,60	<b>S( 3 , 11 )</b>	328,23	<b>S( 6 , 12 )</b>	-1305,99
<b>S( 1 , 9 )</b>	-243,62	<b>S( 3 , 12 )</b>	402,54	<b>S( 7 , 8 )</b>	163,25
<b>S( 1 , 10 )</b>	-175,45	<b>S( 4 , 5 )</b>	472,61	<b>S( 7 , 9 )</b>	471,93
<b>S( 1 , 11 )</b>	-243,58	<b>S( 4 , 6 )</b>	204,14	<b>S( 7 , 10 )</b>	-1148,17
<b>S( 1 , 12 )</b>	100,29	<b>S( 4 , 7 )</b>	-394,55	<b>S( 7 , 11 )</b>	322,58
<b>S( 2 , 3 )</b>	-490,33	<b>S( 4 , 8 )</b>	-1273,92	<b>S( 7 , 12 )</b>	-3123,83
<b>S( 2 , 4 )</b>	-156,57	<b>S( 4 , 9 )</b>	383,00	<b>S( 8 , 9 )</b>	-172,69
<b>S( 2 , 5 )</b>	-25,23	<b>S( 4 , 10 )</b>	166,00	<b>S( 8 , 10 )</b>	306,34
<b>S( 2 , 6 )</b>	-450,99	<b>S( 4 , 11 )</b>	-296,18	<b>S( 8 , 11 )</b>	444,65
<b>S( 2 , 7 )</b>	564,20	<b>S( 4 , 12 )</b>	-114,23	<b>S( 8 , 12 )</b>	-508,26
<b>S( 2 , 8 )</b>	-567,98	<b>S( 5 , 6 )</b>	725,32	<b>S( 9 , 10 )</b>	-688,80
<b>S( 2 , 9 )</b>	683,94	<b>S( 5 , 7 )</b>	861,63	<b>S( 9 , 11 )</b>	-654,93
<b>S( 2 , 10 )</b>	758,91	<b>S( 5 , 8 )</b>	475,37	<b>S( 9 , 12 )</b>	-1034,31
<b>S( 2 , 11 )</b>	-360,84	<b>S( 5 , 9 )</b>	-385,30	<b>S( 10 , 11 )</b>	-2,58
<b>S( 2 , 12 )</b>	512,78	<b>S( 5 , 10 )</b>	-296,98	<b>S( 10 , 12 )</b>	-820,90
<b>S( 3 , 4 )</b>	-963,47	<b>S( 5 , 11 )</b>	-1134,27	<b>S( 11 , 12 )</b>	-440,36

b.

<b>2 DP( S<sub>ij</sub> )</b>	<b>914,88</b>
-------------------------------	---------------

Tablas 41 a y b. Efectos de ACE de los HD involucrados en el dialelo. S: Híbrido doble. 2 DP( S<sub>ij</sub>): dos (2) desvíos estándar para los efectos de ACE de los HD. En gris HD destacado.

## Porcentaje de heterosis

Efecto	Heterosis	Efecto	Heterosis	Efecto	Heterosis
<b>S( 1 , 2 )</b>	-21,05	<b>S( 3 , 5 )</b>	-14,05	<b>S( 5 , 12 )</b>	-18,18
<b>S( 1 , 3 )</b>	-9,04	<b>S( 3 , 6 )</b>	-14,28	<b>S( 6 , 7 )</b>	-24,41
<b>S( 1 , 4 )</b>	-7,99	<b>S( 3 , 7 )</b>	-6,30	<b>S( 6 , 8 )</b>	-14,07
<b>S( 1 , 5 )</b>	0,36	<b>S( 3 , 8 )</b>	-14,06	<b>S( 6 , 9 )</b>	-8,51
<b>S( 1 , 6 )</b>	-3,50	<b>S( 3 , 9 )</b>	-9,57	<b>S( 6 , 10 )</b>	-9,53
<b>S( 1 , 7 )</b>	-2,09	<b>S( 3 , 10 )</b>	-14,59	<b>S( 6 , 11 )</b>	2,29
<b>S( 1 , 8 )</b>	-5,74	<b>S( 3 , 11 )</b>	-5,04	<b>S( 6 , 12 )</b>	-30,06
<b>S( 1 , 9 )</b>	-9,13	<b>S( 3 , 12 )</b>	-15,82	<b>S( 7 , 8 )</b>	-8,90
<b>S( 1 , 10 )</b>	-9,74	<b>S( 4 , 5 )</b>	-0,55	<b>S( 7 , 9 )</b>	-5,65
<b>S( 1 , 11 )</b>	-7,45	<b>S( 4 , 6 )</b>	-7,57	<b>S( 7 , 10 )</b>	-22,78
<b>S( 1 , 12 )</b>	-15,91	<b>S( 4 , 7 )</b>	-14,77	<b>S( 7 , 11 )</b>	-5,60
<b>S( 2 , 3 )</b>	-12,54	<b>S( 4 , 8 )</b>	-21,49	<b>S( 7 , 12 )</b>	-46,84
<b>S( 2 , 4 )</b>	-9,15	<b>S( 4 , 9 )</b>	-5,42	<b>S( 8 , 9 )</b>	-10,54
<b>S( 2 , 5 )</b>	-3,49	<b>S( 4 , 10 )</b>	-9,03	<b>S( 8 , 10 )</b>	-7,16
<b>S( 2 , 6 )</b>	-11,36	<b>S( 4 , 11 )</b>	-10,65	<b>S( 8 , 11 )</b>	-3,05
<b>S( 2 , 7 )</b>	-3,51	<b>S( 4 , 12 )</b>	-20,33	<b>S( 8 , 12 )</b>	-22,66
<b>S( 2 , 8 )</b>	-12,31	<b>S( 5 , 6 )</b>	2,37	<b>S( 9 , 10 )</b>	-17,36
<b>S( 2 , 9 )</b>	-0,22	<b>S( 5 , 7 )</b>	2,05	<b>S( 9 , 11 )</b>	-13,74
<b>S( 2 , 10 )</b>	-0,98	<b>S( 5 , 8 )</b>	-0,45	<b>S( 9 , 12 )</b>	-28,76
<b>S( 2 , 11 )</b>	-8,81	<b>S( 5 , 9 )</b>	-8,79	<b>S( 10 , 11 )</b>	-8,30
<b>S( 2 , 12 )</b>	-12,30	<b>S( 5 , 10 )</b>	-9,24	<b>S( 10 , 12 )</b>	-27,48
<b>S( 3 , 4 )</b>	-19,62	<b>S( 5 , 11 )</b>	-14,89	<b>S( 11 , 12 )</b>	-21,13

Tabla 42. Porcentaje de heterosis de los HD involucrados en el dialelo. S: Híbrido doble.

Valores expresados en porcentajes (%). En gris HD destacados.

## Número de granos

### Análisis de variancia

a.

FV	gl	SC	CM	F	p
Genotipo	77	376611586,5	4891059,6	15,67	**
ACG	11	109380792,1	9943708,4	31,85	**
ACE	66	267230794,4	4048951,4	12,97	**
Error	379	118313824,7	312173,7		

b.

Componentes	Valores
ACG	114661,13
ACE	622796,29
Error	312173,68
S <sup>2</sup> (ACG)	15709596591,24
S <sup>2</sup> (ACE)	83312279328,07
S <sup>2</sup> (Error)	514260720,24

Tablas 43 a y b. Análisis de variancia de los componentes genéticos para la variable número de granos. F.V.: Fuente de variación. SC: Suma cuadrado. gl: Grados de libertad. CM: Cuadrado medio. F: Valor estadístico del ANOVA que surge del cociente entre los CM y el CME (Cuadrado medio error). p: Valor de probabilidad del estadístico de prueba. ACG: Habilidad combinatoria general. ACE: Habilidad combinatoria específica. S<sup>2</sup>(ACG): Variancia de la ACG. S<sup>2</sup>(ACE): Variancia de la ACE. S<sup>2</sup>(Error): Variancia del error.

### ACG

Efecto	Estimativa
G( 1 )	522,17
G( 2 )	451,58
G( 3 )	225,16
G( 4 )	64,66
G( 5 )	303,61
G( 6 )	115,33
G( 7 )	-99,71
G( 8 )	-34,70
G( 9 )	-184,91
G( 10 )	-449,87
G( 11 )	-470,55
G( 12 )	-442,78
<b>2 DP( G<sub>i</sub> )</b>	<b>116,73</b>

Tabla 44. Efectos de ACG de los HC involucrados en el dialelo. G: Padre. 2 DP (G<sub>i</sub>): 2 desvíos estándar para los efectos de ACG de los HC. En gris híbridos destacados.

## ACE

a.

Efecto	Estimativa	Efecto	Estimativa	Efecto	Estimativa
<b>S( 1 , 2 )</b>	628,77	<b>S( 3 , 5 )</b>	802,58	<b>S( 5 , 12 )</b>	-384,83
<b>S( 1 , 3 )</b>	516,14	<b>S( 3 , 6 )</b>	-506,71	<b>S( 6 , 7 )</b>	-283,56
<b>S( 1 , 4 )</b>	433,04	<b>S( 3 , 7 )</b>	-474,76	<b>S( 6 , 8 )</b>	44,71
<b>S( 1 , 5 )</b>	405,29	<b>S( 3 , 8 )</b>	-513,03	<b>S( 6 , 9 )</b>	-390,54
<b>S( 1 , 6 )</b>	1103,52	<b>S( 3 , 9 )</b>	-450,96	<b>S( 6 , 10 )</b>	-584,04
<b>S( 1 , 7 )</b>	-729,29	<b>S( 3 , 10 )</b>	38,68	<b>S( 6 , 11 )</b>	-673,61
<b>S( 1 , 8 )</b>	-398,14	<b>S( 3 , 11 )</b>	-265,92	<b>S( 6 , 12 )</b>	-297,55
<b>S( 1 , 9 )</b>	-596,21	<b>S( 3 , 12 )</b>	-514,14	<b>S( 7 , 8 )</b>	105,83
<b>S( 1 , 10 )</b>	31,03	<b>S( 4 , 5 )</b>	828,24	<b>S( 7 , 9 )</b>	208,20
<b>S( 1 , 11 )</b>	-1010,39	<b>S( 4 , 6 )</b>	-386,82	<b>S( 7 , 10 )</b>	-242,73
<b>S( 1 , 12 )</b>	-1133,93	<b>S( 4 , 7 )</b>	-421,55	<b>S( 7 , 11 )</b>	-402,58
<b>S( 2 , 3 )</b>	-164,24	<b>S( 4 , 8 )</b>	-406,48	<b>S( 7 , 12 )</b>	-309,38
<b>S( 2 , 4 )</b>	655,46	<b>S( 4 , 9 )</b>	-255,03	<b>S( 8 , 9 )</b>	104,82
<b>S( 2 , 5 )</b>	886,64	<b>S( 4 , 10 )</b>	-594,92	<b>S( 8 , 10 )</b>	-393,54
<b>S( 2 , 6 )</b>	1096,15	<b>S( 4 , 11 )</b>	-306,60	<b>S( 8 , 11 )</b>	-716,48
<b>S( 2 , 7 )</b>	-607,54	<b>S( 4 , 12 )</b>	-880,61	<b>S( 8 , 12 )</b>	182,54
<b>S( 2 , 8 )</b>	-278,43	<b>S( 5 , 6 )</b>	-880,74	<b>S( 9 , 10 )</b>	-177,28
<b>S( 2 , 9 )</b>	-290,24	<b>S( 5 , 7 )</b>	-99,17	<b>S( 9 , 11 )</b>	158,84
<b>S( 2 , 10 )</b>	-393,71	<b>S( 5 , 8 )</b>	-295,27	<b>S( 9 , 12 )</b>	-409,15
<b>S( 2 , 11 )</b>	-816,69	<b>S( 5 , 9 )</b>	-546,94	<b>S( 10 , 11 )</b>	14,63
<b>S( 2 , 12 )</b>	-1134,66	<b>S( 5 , 10 )</b>	-1087,32	<b>S( 10 , 12 )</b>	-8,14
<b>S( 3 , 4 )</b>	550,95	<b>S( 5 , 11 )</b>	-1239,91	<b>S( 11 , 12 )</b>	236,89

b. 

<b>2 DP( S<sub>ij</sub> )</b>	<b>425,06</b>
-------------------------------	---------------

Tablas 45 a y b. Efectos de ACE de los HD involucrados en el dialelo. S: Híbrido doble. 2 DP( S<sub>ij</sub>): dos (2) desvíos estándar para los efectos de ACE de los HD. En gris HD destacados.

### Porcentaje de heterosis

Efecto	Heterosis	Efecto	Heterosis	Efecto	Heterosis
<b>S( 1 , 2 )</b>	7,69	<b>S( 3 , 5 )</b>	3,60	<b>S( 5 , 12 )</b>	-43,01
<b>S( 1 , 3 )</b>	1,94	<b>S( 3 , 6 )</b>	-28,83	<b>S( 6 , 7 )</b>	-35,11
<b>S( 1 , 4 )</b>	1,21	<b>S( 3 , 7 )</b>	-35,73	<b>S( 6 , 8 )</b>	-24,26
<b>S( 1 , 5 )</b>	-4,09	<b>S( 3 , 8 )</b>	-33,43	<b>S( 6 , 9 )</b>	-36,02
<b>S( 1 , 6 )</b>	10,89	<b>S( 3 , 9 )</b>	-33,47	<b>S( 6 , 10 )</b>	-46,10
<b>S( 1 , 7 )</b>	-38,19	<b>S( 3 , 10 )</b>	-26,54	<b>S( 6 , 11 )</b>	-53,25

S( 1 , 8 )	-27,72	S( 3 , 11 )	-40,48	S( 6 , 12 )	-43,35
S( 1 , 9 )	-33,64	S( 3 , 12 )	-44,72	S( 7 , 8 )	-30,46
S( 1 , 10 )	-23,85	S( 4 , 5 )	5,63	S( 7 , 9 )	-29,47
S( 1 , 11 )	-53,29	S( 4 , 6 )	-26,06	S( 7 , 10 )	-45,14
S( 1 , 12 )	-54,74	S( 4 , 7 )	-35,06	S( 7 , 11 )	-53,65
S( 2 , 3 )	-12,43	S( 4 , 8 )	-31,27	S( 7 , 12 )	-50,33
S( 2 , 4 )	9,04	S( 4 , 9 )	-28,92	S( 8 , 9 )	-28,56
S( 2 , 5 )	8,67	S( 4 , 10 )	-43,52	S( 8 , 10 )	-45,78
S( 2 , 6 )	13,07	S( 4 , 11 )	-42,32	S( 8 , 11 )	-58,06
S( 2 , 7 )	-34,85	S( 4 , 12 )	-54,76	S( 8 , 12 )	-36,56
S( 2 , 8 )	-23,97	S( 5 , 6 )	-39,43	S( 9 , 10 )	-42,36
S( 2 , 9 )	-25,50	S( 5 , 7 )	-29,06	S( 9 , 11 )	-40,22
S( 2 , 10 )	-33,16	S( 5 , 8 )	-30,28	S( 9 , 12 )	-51,87
S( 2 , 11 )	-48,92	S( 5 , 9 )	-37,54	S( 10 , 11 )	-48,68
S( 2 , 12 )	-54,78	S( 5 , 10 )	-55,51	S( 10 , 12 )	-47,78
S( 3 , 4 )	2,85	S( 5 , 11 )	-63,00	S( 11 , 12 )	-47,28

Tabla 46. Porcentaje de heterosis de los HD involucrados en el dialelo. S: Híbrido doble.

Valores expresados en porcentajes (%). En gris HD destacados.

### Peso de mil semillas

#### Análisis de variancia

a.

FV	gl	SC	CM	F	p
Genotipo	77	273762,5	3555,4	5,41	**
ACG	11	211479,6	19225,4	29,28	**
ACE	66	62282,9	943,7	1,44	*
Error	218	143141,0	656,6		

b.

Componentes	Valores
ACG	221,06
ACE	47,84
Error	656,61
S <sup>2</sup> (ACG)	57168,41
S <sup>2</sup> (ACE)	8453,02
S <sup>2</sup> (Error)	3955,38

Tablas 47 **a** y **b**. Análisis de variancia de los componentes genéticos para la variable peso de mil semillas. F.V.: Fuente de variación. SC: Suma cuadrado. gl: Grados de libertad. CM: Cuadrado medio. F: Valor estadístico del ANOVA que surge del cociente entre los CM y el CME (Cuadrado medio error). p: Valor de probabilidad del estadístico de prueba. ACG: Habilidad combinatoria general. ACE: Habilidad combinatoria específica.  $S^2(\text{ACG})$ : Variancia de la ACG.  $S^2(\text{ACE})$ : Variancia de la ACE.  $S^2(\text{Error})$ : Variancia del error.

### ACG

Efecto	Estimativa
G( 1 )	-18,25
G( 2 )	27,13
G( 3 )	9,77
G( 4 )	11,30
G( 5 )	1,22
G( 6 )	-15,40
G( 7 )	9,88
G( 8 )	-5,45
G( 9 )	-21,56
G( 10 )	1,27
G( 11 )	-13,98
G( 12 )	14,07
<b>2 DP( Gi )</b>	<b>5,36</b>

Tabla 48. Efectos de ACG de los HC involucrados en el dialelo. G: Padre. 2 DP (Gi): 2 desvíos estándar para los efectos de ACG de los HC. En gris híbridos destacados.

### ACE

**a.**

Efecto	Estimativa	Efecto	Estimativa	Efecto	Estimativa
<b>S( 1 , 2 )</b>	-3,67	<b>S( 3 , 5 )</b>	-9,34	<b>S( 5 , 12 )</b>	6,02
<b>S( 1 , 3 )</b>	-9,45	<b>S( 3 , 6 )</b>	-0,18	<b>S( 6 , 7 )</b>	-19,94
<b>S( 1 , 4 )</b>	-36,09	<b>S( 3 , 7 )</b>	9,40	<b>S( 6 , 8 )</b>	0,44
<b>S( 1 , 5 )</b>	-7,67	<b>S( 3 , 8 )</b>	-1,93	<b>S( 6 , 9 )</b>	-7,55
<b>S( 1 , 6 )</b>	4,47	<b>S( 3 , 9 )</b>	21,23	<b>S( 6 , 10 )</b>	-3,67

<b>S( 1 , 7 )</b>	-4,21	<b>S( 3 , 10 )</b>	-16,94	<b>S( 6 , 11 )</b>	14,48
<b>S( 1 , 8 )</b>	-0,19	<b>S( 3 , 11 )</b>	4,91	<b>S( 6 , 12 )</b>	-0,74
<b>S( 1 , 9 )</b>	6,78	<b>S( 3 , 12 )</b>	-5,24	<b>S( 7 , 8 )</b>	1,85
<b>S( 1 , 10 )</b>	2,87	<b>S( 4 , 5 )</b>	9,95	<b>S( 7 , 9 )</b>	-5,46
<b>S( 1 , 11 )</b>	-8,31	<b>S( 4 , 6 )</b>	21,36	<b>S( 7 , 10 )</b>	2,79
<b>S( 1 , 12 )</b>	9,34	<b>S( 4 , 7 )</b>	25,83	<b>S( 7 , 11 )</b>	-16,35
<b>S( 2 , 3 )</b>	12,09	<b>S( 4 , 8 )</b>	-3,42	<b>S( 7 , 12 )</b>	-16,10
<b>S( 2 , 4 )</b>	-12,94	<b>S( 4 , 9 )</b>	12,51	<b>S( 8 , 9 )</b>	15,02
<b>S( 2 , 5 )</b>	-14,65	<b>S( 4 , 10 )</b>	13,08	<b>S( 8 , 10 )</b>	-11,81
<b>S( 2 , 6 )</b>	-3,58	<b>S( 4 , 11 )</b>	-7,39	<b>S( 8 , 11 )</b>	19,73
<b>S( 2 , 7 )</b>	8,48	<b>S( 4 , 12 )</b>	-18,38	<b>S( 8 , 12 )</b>	-7,84
<b>S( 2 , 8 )</b>	-23,23	<b>S( 5 , 6 )</b>	7,54	<b>S( 9 , 10 )</b>	5,80
<b>S( 2 , 9 )</b>	-13,92	<b>S( 5 , 7 )</b>	8,07	<b>S( 9 , 11 )</b>	-12,43
<b>S( 2 , 10 )</b>	7,79	<b>S( 5 , 8 )</b>	7,73	<b>S( 9 , 12 )</b>	-18,01
<b>S( 2 , 11 )</b>	8,20	<b>S( 5 , 9 )</b>	-1,12	<b>S( 10 , 11 )</b>	-1,21
<b>S( 2 , 12 )</b>	17,46	<b>S( 5 , 10 )</b>	8,67	<b>S( 10 , 12 )</b>	-4,81
<b>S( 3 , 4 )</b>	-6,11	<b>S( 5 , 11 )</b>	-5,19	<b>S( 11 , 12 )</b>	10,36

b.

<b>2 DP( S<sub>ij</sub> )</b>	<b>19,50</b>
-------------------------------	--------------

Tablas 49 a y b. Efectos de ACE de los HD involucrados en el dialelo. S: Híbrido doble. 2 DP( S<sub>ij</sub>): dos (2) desvíos estándar para los efectos de ACE de los HD. En gris HD destacados.

#### Porcentaje de heterosis

Efecto	Heterosis	Efecto	Heterosis	Efecto	Heterosis
<b>S( 1 , 2 )</b>	-6,02	<b>S( 3 , 5 )</b>	-2,32	<b>S( 5 , 12 )</b>	0,48
<b>S( 1 , 3 )</b>	-7,00	<b>S( 3 , 6 )</b>	0,88	<b>S( 6 , 7 )</b>	-6,17
<b>S( 1 , 4 )</b>	-15,64	<b>S( 3 , 7 )</b>	2,35	<b>S( 6 , 8 )</b>	0,96
<b>S( 1 , 5 )</b>	-5,68	<b>S( 3 , 8 )</b>	-1,05	<b>S( 6 , 9 )</b>	-1,41
<b>S( 1 , 6 )</b>	-1,41	<b>S( 3 , 9 )</b>	7,43	<b>S( 6 , 10 )</b>	0,05
<b>S( 1 , 7 )</b>	-5,59	<b>S( 3 , 10 )</b>	-5,33	<b>S( 6 , 11 )</b>	7,22
<b>S( 1 , 8 )</b>	-4,34	<b>S( 3 , 11 )</b>	2,10	<b>S( 6 , 12 )</b>	-1,50
<b>S( 1 , 9 )</b>	-1,48	<b>S( 3 , 12 )</b>	-3,78	<b>S( 7 , 8 )</b>	-0,15
<b>S( 1 , 10 )</b>	-2,71	<b>S( 4 , 5 )</b>	3,86	<b>S( 7 , 9 )</b>	-2,11
<b>S( 1 , 11 )</b>	-6,49	<b>S( 4 , 6 )</b>	8,17	<b>S( 7 , 10 )</b>	0,64
<b>S( 1 , 12 )</b>	-2,90	<b>S( 4 , 7 )</b>	7,39	<b>S( 7 , 11 )</b>	-5,39
<b>S( 2 , 3 )</b>	2,10	<b>S( 4 , 8 )</b>	-1,53	<b>S( 7 , 12 )</b>	-7,32
<b>S( 2 , 4 )</b>	-5,16	<b>S( 4 , 9 )</b>	4,40	<b>S( 8 , 9 )</b>	5,38

<b>S( 2 , 5 )</b>	-5,00	<b>S( 4 , 10 )</b>	4,24	<b>S( 8 , 10 )</b>	-4,05
<b>S( 2 , 6 )</b>	-1,56	<b>S( 4 , 11 )</b>	-2,04	<b>S( 8 , 11 )</b>	7,28
<b>S( 2 , 7 )</b>	0,75	<b>S( 4 , 12 )</b>	-7,69	<b>S( 8 , 12 )</b>	-4,94
<b>S( 2 , 8 )</b>	-8,70	<b>S( 5 , 6 )</b>	4,68	<b>S( 9 , 10 )</b>	2,55
<b>S( 2 , 9 )</b>	-5,68	<b>S( 5 , 7 )</b>	2,94	<b>S( 9 , 11 )</b>	-3,79
<b>S( 2 , 10 )</b>	1,18	<b>S( 5 , 8 )</b>	3,15	<b>S( 9 , 12 )</b>	-8,07
<b>S( 2 , 11 )</b>	1,70	<b>S( 5 , 9 )</b>	0,75	<b>S( 10 , 11 )</b>	0,39
<b>S( 2 , 12 )</b>	1,69	<b>S( 5 , 10 )</b>	3,92	<b>S( 10 , 12 )</b>	-3,45
<b>S( 3 , 4 )</b>	-2,13	<b>S( 5 , 11 )</b>	-0,34	<b>S( 11 , 12 )</b>	1,65

Tabla 50. Porcentaje de heterosis de los HD involucrados en el dialelo. S: Híbrido doble.

Valores expresados en porcentajes (%). En gris HD destacados.

### Relación de espiga

#### Análisis de variancia

a.

FV	gl	SC	CM	F	p
Genotipo	77	236750,9	3074,7	2,80	**
ACG	11	75443,8	6858,5	6,25	**
ACE	66	161307,1	2444,0	2,23	**
Error	220	241564,4	1098,0		

b.

Componentes	Valores
ACG	68,58
ACE	224,34
Error	1098,02
S <sup>2</sup> (ACG)	7426,56
S <sup>2</sup> (ACE)	41128,94
S <sup>2</sup> (Error)	10960,44

Tablas 51 **a** y **b**. Análisis de variancia de los componentes genéticos para la variable relación de espiga. F.V.: Fuente de variación. SC: Suma cuadrado. gl: Grados de libertad. CM: Cuadrado medio. F: Valor estadístico del ANOVA que surge del cociente entre los CM y el CME (Cuadrado medio error). p: Valor de probabilidad del estadístico de prueba.

ACG: Habilidad combinatoria general. ACE: Habilidad combinatoria específica.  $S^2(\text{ACG})$ :

Variancia de la ACG.  $S^2(\text{ACE})$ : Variancia de la ACE.  $S^2(\text{Error})$ : Variancia del error.

### ACG

Efecto	Estimativa
G( 1 )	3,03
G( 2 )	10,26
G( 3 )	12,29
G( 4 )	6,18
G( 5 )	1,46
G( 6 )	1,77
G( 7 )	-9,98
G( 8 )	8,65
G( 9 )	-16,24
G( 10 )	-11,49
G( 11 )	-3,84
G( 12 )	-2,10
<b>2 DP( G<sub>i</sub> )</b>	<b>6,92</b>

Tabla 52. Efectos de ACG de los HC involucrados en el dialelo. G: Padre. 2 DP (G<sub>i</sub>): 2 desvíos estándar para los efectos de ACG de los HC. En gris híbridos destacados.

### ACE

a.

Efecto	Estimativa	Efecto	Estimativa	Efecto	Estimativa
<b>S( 1 , 2 )</b>	-12,06	<b>S( 3 , 5 )</b>	-23,93	<b>S( 5 , 12 )</b>	5,73
<b>S( 1 , 3 )</b>	-6,93	<b>S( 3 , 6 )</b>	10,20	<b>S( 6 , 7 )</b>	-33,20
<b>S( 1 , 4 )</b>	-41,18	<b>S( 3 , 7 )</b>	5,92	<b>S( 6 , 8 )</b>	-3,42
<b>S( 1 , 5 )</b>	-42,82	<b>S( 3 , 8 )</b>	-17,58	<b>S( 6 , 9 )</b>	0,48
<b>S( 1 , 6 )</b>	3,58	<b>S( 3 , 9 )</b>	39,84	<b>S( 6 , 10 )</b>	-3,41
<b>S( 1 , 7 )</b>	13,01	<b>S( 3 , 10 )</b>	-14,00	<b>S( 6 , 11 )</b>	1,67
<b>S( 1 , 8 )</b>	5,40	<b>S( 3 , 11 )</b>	16,69	<b>S( 6 , 12 )</b>	-6,81
<b>S( 1 , 9 )</b>	-17,84	<b>S( 3 , 12 )</b>	-2,69	<b>S( 7 , 8 )</b>	-12,99
<b>S( 1 , 10 )</b>	-8,19	<b>S( 4 , 5 )</b>	15,69	<b>S( 7 , 9 )</b>	8,50
<b>S( 1 , 11 )</b>	-9,17	<b>S( 4 , 6 )</b>	23,57	<b>S( 7 , 10 )</b>	-2,50
<b>S( 1 , 12 )</b>	29,37	<b>S( 4 , 7 )</b>	26,20	<b>S( 7 , 11 )</b>	-9,96
<b>S( 2 , 3 )</b>	-10,44	<b>S( 4 , 8 )</b>	-19,83	<b>S( 7 , 12 )</b>	-49,28
<b>S( 2 , 4 )</b>	-24,00	<b>S( 4 , 9 )</b>	1,76	<b>S( 8 , 9 )</b>	-1,92
<b>S( 2 , 5 )</b>	-11,97	<b>S( 4 , 10 )</b>	8,67	<b>S( 8 , 10 )</b>	6,95

<b>S( 2 , 6 )</b>	1,73	<b>S( 4 , 11 )</b>	-6,76	<b>S( 8 , 11 )</b>	37,71
<b>S( 2 , 7 )</b>	13,21	<b>S( 4 , 12 )</b>	5,76	<b>S( 8 , 12 )</b>	-15,42
<b>S( 2 , 8 )</b>	-16,52	<b>S( 5 , 6 )</b>	10,06	<b>S( 9 , 10 )</b>	-4,43
<b>S( 2 , 9 )</b>	-17,89	<b>S( 5 , 7 )</b>	21,45	<b>S( 9 , 11 )</b>	-16,46
<b>S( 2 , 10 )</b>	-5,90	<b>S( 5 , 8 )</b>	38,72	<b>S( 9 , 12 )</b>	-5,28
<b>S( 2 , 11 )</b>	-1,45	<b>S( 5 , 9 )</b>	0,71	<b>S( 10 , 11 )</b>	4,31
<b>S( 2 , 12 )</b>	20,71	<b>S( 5 , 10 )</b>	-10,29	<b>S( 10 , 12 )</b>	-32,47
<b>S( 3 , 4 )</b>	-15,27	<b>S( 5 , 11 )</b>	-6,25	<b>S( 11 , 12 )</b>	0,64

b.

<b>2 DP( S<sub>ij</sub> )</b>	<b>25,2</b>
-------------------------------	-------------

Tablas 53 a y b. Efectos de ACE de los HD involucrados en el dialelo. S: Híbrido doble. 2 DP( S<sub>ij</sub>): dos (2) desvíos estándar para los efectos de ACE de los HD. En gris HD destacados.

#### Porcentaje de heterosis

Efecto	Heterosis	Efecto	Heterosis	Efecto	Heterosis
<b>S( 1 , 2 )</b>	-14,38	<b>S( 3 , 5 )</b>	-9,27	<b>S( 5 , 12 )</b>	-2,41
<b>S( 1 , 3 )</b>	-9,83	<b>S( 3 , 6 )</b>	2,16	<b>S( 6 , 7 )</b>	-12,70
<b>S( 1 , 4 )</b>	-20,78	<b>S( 3 , 7 )</b>	-1,15	<b>S( 6 , 8 )</b>	-0,67
<b>S( 1 , 5 )</b>	-20,22	<b>S( 3 , 8 )</b>	-6,81	<b>S( 6 , 9 )</b>	-0,54
<b>S( 1 , 6 )</b>	-5,30	<b>S( 3 , 9 )</b>	10,74	<b>S( 6 , 10 )</b>	-5,87
<b>S( 1 , 7 )</b>	-4,31	<b>S( 3 , 10 )</b>	-10,70	<b>S( 6 , 11 )</b>	1,90
<b>S( 1 , 8 )</b>	-4,87	<b>S( 3 , 11 )</b>	4,86	<b>S( 6 , 12 )</b>	-5,91
<b>S( 1 , 9 )</b>	-13,88	<b>S( 3 , 12 )</b>	-6,09	<b>S( 7 , 8 )</b>	-5,89
<b>S( 1 , 10 )</b>	-13,93	<b>S( 4 , 5 )</b>	2,78	<b>S( 7 , 9 )</b>	0,16
<b>S( 1 , 11 )</b>	-8,96	<b>S( 4 , 6 )</b>	5,93	<b>S( 7 , 10 )</b>	-7,71
<b>S( 1 , 12 )</b>	-1,44	<b>S( 4 , 7 )</b>	4,93	<b>S( 7 , 11 )</b>	-4,27
<b>S( 2 , 3 )</b>	-9,18	<b>S( 4 , 8 )</b>	-8,18	<b>S( 7 , 12 )</b>	-22,13
<b>S( 2 , 4 )</b>	-13,89	<b>S( 4 , 9 )</b>	-2,61	<b>S( 8 , 9 )</b>	-1,64
<b>S( 2 , 5 )</b>	-8,89	<b>S( 4 , 10 )</b>	-4,16	<b>S( 8 , 10 )</b>	-2,63
<b>S( 2 , 6 )</b>	-4,12	<b>S( 4 , 11 )</b>	-3,43	<b>S( 8 , 11 )</b>	13,68
<b>S( 2 , 7 )</b>	-2,47	<b>S( 4 , 12 )</b>	-4,09	<b>S( 8 , 12 )</b>	-8,77
<b>S( 2 , 8 )</b>	-9,80	<b>S( 5 , 6 )</b>	3,50	<b>S( 9 , 10 )</b>	-7,98
<b>S( 2 , 9 )</b>	-12,02	<b>S( 5 , 7 )</b>	5,40	<b>S( 9 , 11 )</b>	-6,10
<b>S( 2 , 10 )</b>	-11,46	<b>S( 5 , 8 )</b>	12,49	<b>S( 9 , 12 )</b>	-7,11
<b>S( 2 , 11 )</b>	-4,71	<b>S( 5 , 9 )</b>	-1,10	<b>S( 10 , 11 )</b>	-2,82
<b>S( 2 , 12 )</b>	-2,37	<b>S( 5 , 10 )</b>	-8,72	<b>S( 10 , 12 )</b>	-19,42
<b>S( 3 , 4 )</b>	-8,05	<b>S( 5 , 11 )</b>	-1,45	<b>S( 11 , 12 )</b>	-3,02

Tabla 54. Porcentaje de heterosis de los HD involucrados en el dialelo. S: Híbrido doble. Valores expresados en porcentajes (%). En gris HD destacados.

### Largo de espiga

#### Análisis de variancia

**a.**

FV	gl	SC	CM	F	p
Genotipo	77	232,60	3,02	2,82	**
ACG	11	83,88	7,63	7,13	**
ACE	66	148,72	2,25	2,11	**
Error	220	235,40	1,07		

**b.**

Componentes	Valores
ACG	0,078
ACE	0,197
Error	1,070
S <sup>2</sup> (ACG)	0,009
S <sup>2</sup> (ACE)	0,036
S <sup>2</sup> (Error)	0,010

Tablas 55 **a**, **b** y **c**. Análisis de variancia de los componentes genéticos para la variable largo de espiga. F.V.: Fuente de variación. SC: Suma cuadrado. gl: Grados de libertad. CM: Cuadrado medio. F: Valor estadístico del ANOVA que surge del cociente entre los CM y el CME (Cuadrado medio error). p: Valor de probabilidad del estadístico de prueba. ACG: Habilidad combinatoria general. ACE: Habilidad combinatoria específica. S<sup>2</sup>(ACG): Variancia de la ACG. S<sup>2</sup>(ACE): Variancia de la ACE. S<sup>2</sup>(Error): Variancia del error.

## ACG

Efecto	Estimativa
G( 1 )	-0,402
G( 2 )	0,604
G( 3 )	-0,045
G( 4 )	0,125
G( 5 )	0,327
G( 6 )	0,213
G( 7 )	-0,249
G( 8 )	0,003
G( 9 )	-0,470
G( 10 )	0,005
G( 11 )	-0,136
G( 12 )	0,025
<b>2 DP( G<sub>i</sub> )</b>	<b>0,216</b>

Tabla 56. Efectos de ACG de los HC involucrados en el dialelo. G: Padre. 2 DP (G<sub>i</sub>): 2 desvíos estándar para los efectos de ACG de los HC. En gris híbridos destacados.

## ACE

a.

Efecto	Estimativa	Efecto	Estimativa	Efecto	Estimativa
<b>S( 1 , 2 )</b>	-0,636	<b>S( 3 , 5 )</b>	-0,085	<b>S( 5 , 12 )</b>	0,355
<b>S( 1 , 3 )</b>	0,054	<b>S( 3 , 6 )</b>	0,089	<b>S( 6 , 7 )</b>	-0,788
<b>S( 1 , 4 )</b>	-0,567	<b>S( 3 , 7 )</b>	-0,099	<b>S( 6 , 8 )</b>	-0,010
<b>S( 1 , 5 )</b>	-1,048	<b>S( 3 , 8 )</b>	-0,161	<b>S( 6 , 9 )</b>	0,004
<b>S( 1 , 6 )</b>	0,195	<b>S( 3 , 9 )</b>	0,962	<b>S( 6 , 10 )</b>	-0,322
<b>S( 1 , 7 )</b>	0,697	<b>S( 3 , 10 )</b>	-0,863	<b>S( 6 , 11 )</b>	-0,271
<b>S( 1 , 8 )</b>	0,405	<b>S( 3 , 11 )</b>	0,408	<b>S( 6 , 12 )</b>	-0,361
<b>S( 1 , 9 )</b>	-0,351	<b>S( 3 , 12 )</b>	-0,303	<b>S( 7 , 8 )</b>	-0,358
<b>S( 1 , 10 )</b>	-0,157	<b>S( 4 , 5 )</b>	0,324	<b>S( 7 , 9 )</b>	0,766
<b>S( 1 , 11 )</b>	-0,186	<b>S( 4 , 6 )</b>	0,818	<b>S( 7 , 10 )</b>	0,100
<b>S( 1 , 12 )</b>	0,634	<b>S( 4 , 7 )</b>	0,280	<b>S( 7 , 11 )</b>	-0,048
<b>S( 2 , 3 )</b>	-0,582	<b>S( 4 , 8 )</b>	-0,682	<b>S( 7 , 12 )</b>	-1,919
<b>S( 2 , 4 )</b>	-0,583	<b>S( 4 , 9 )</b>	0,142	<b>S( 8 , 9 )</b>	-0,436
<b>S( 2 , 5 )</b>	-0,184	<b>S( 4 , 10 )</b>	0,426	<b>S( 8 , 10 )</b>	-0,062
<b>S( 2 , 6 )</b>	0,159	<b>S( 4 , 11 )</b>	-0,343	<b>S( 8 , 11 )</b>	1,089
<b>S( 2 , 7 )</b>	0,442	<b>S( 4 , 12 )</b>	0,427	<b>S( 8 , 12 )</b>	-0,451

<b>S( 2 , 8 )</b>	-0,601	<b>S( 5 , 6 )</b>	0,687	<b>S( 9 , 10 )</b>	-0,238
<b>S( 2 , 9 )</b>	-0,357	<b>S( 5 , 7 )</b>	0,579	<b>S( 9 , 11 )</b>	-0,517
<b>S( 2 , 10 )</b>	-0,403	<b>S( 5 , 8 )</b>	0,527	<b>S( 9 , 12 )</b>	0,532
<b>S( 2 , 11 )</b>	-0,261	<b>S( 5 , 9 )</b>	-0,380	<b>S( 10 , 11 )</b>	0,507
<b>S( 2 , 12 )</b>	1,028	<b>S( 5 , 10 )</b>	-0,626	<b>S( 10 , 12 )</b>	-1,153
<b>S( 3 , 4 )</b>	-0,453	<b>S( 5 , 11 )</b>	-0,134	<b>S( 11 , 12 )</b>	0,458

b.

<b>2 DP( S<sub>ij</sub> )</b>	<b>0,786</b>
-------------------------------	--------------

Tablas 57 a y b. Efectos de ACE de los HD involucrados en el dialelo. S: Híbrido doble. 2 DP( S<sub>ij</sub>): dos (2) desvíos estándar para los efectos de ACE de los HD. En gris HD destacados.

Porcentaje de heterosis

Efecto	Heterosis	Efecto	Heterosis	Efecto	Heterosis
<b>S( 1 , 2 )</b>	-7,96	<b>S( 3 , 5 )</b>	-2,02	<b>S( 5 , 12 )</b>	1,01
<b>S( 1 , 3 )</b>	-2,73	<b>S( 3 , 6 )</b>	-0,72	<b>S( 6 , 7 )</b>	-5,07
<b>S( 1 , 4 )</b>	-5,28	<b>S( 3 , 7 )</b>	-2,73	<b>S( 6 , 8 )</b>	-0,87
<b>S( 1 , 5 )</b>	-7,82	<b>S( 3 , 8 )</b>	-3,63	<b>S( 6 , 9 )</b>	0,53
<b>S( 1 , 6 )</b>	0,03	<b>S( 3 , 9 )</b>	4,60	<b>S( 6 , 10 )</b>	-5,66
<b>S( 1 , 7 )</b>	2,32	<b>S( 3 , 10 )</b>	-10,59	<b>S( 6 , 11 )</b>	-0,28
<b>S( 1 , 8 )</b>	-0,12	<b>S( 3 , 11 )</b>	2,01	<b>S( 6 , 12 )</b>	-3,00
<b>S( 1 , 9 )</b>	-3,59	<b>S( 3 , 12 )</b>	-4,49	<b>S( 7 , 8 )</b>	-3,87
<b>S( 1 , 10 )</b>	-6,51	<b>S( 4 , 5 )</b>	1,64	<b>S( 7 , 9 )</b>	4,55
<b>S( 1 , 11 )</b>	-1,58	<b>S( 4 , 6 )</b>	4,91	<b>S( 7 , 10 )</b>	-4,07
<b>S( 1 , 12 )</b>	1,26	<b>S( 4 , 7 )</b>	0,86	<b>S( 7 , 11 )</b>	0,25
<b>S( 2 , 3 )</b>	-7,59	<b>S( 4 , 8 )</b>	-5,53	<b>S( 7 , 12 )</b>	-13,45
<b>S( 2 , 4 )</b>	-6,44	<b>S( 4 , 9 )</b>	0,75	<b>S( 8 , 9 )</b>	-3,70
<b>S( 2 , 5 )</b>	-3,81	<b>S( 4 , 10 )</b>	-1,89	<b>S( 8 , 10 )</b>	-5,51
<b>S( 2 , 6 )</b>	-1,63	<b>S( 4 , 11 )</b>	-1,36	<b>S( 8 , 11 )</b>	6,69
<b>S( 2 , 7 )</b>	-0,81	<b>S( 4 , 12 )</b>	1,11	<b>S( 8 , 12 )</b>	-4,95
<b>S( 2 , 8 )</b>	-7,29	<b>S( 5 , 6 )</b>	4,42	<b>S( 9 , 10 )</b>	-5,49
<b>S( 2 , 9 )</b>	-4,86	<b>S( 5 , 7 )</b>	3,01	<b>S( 9 , 11 )</b>	-2,01
<b>S( 2 , 10 )</b>	-8,82	<b>S( 5 , 8 )</b>	2,06	<b>S( 9 , 12 )</b>	2,35
<b>S( 2 , 11 )</b>	-3,40	<b>S( 5 , 9 )</b>	-2,14	<b>S( 10 , 11 )</b>	-0,09
<b>S( 2 , 12 )</b>	1,96	<b>S( 5 , 10 )</b>	-7,63	<b>S( 10 , 12 )</b>	-11,87
<b>S( 3 , 4 )</b>	-4,59	<b>S( 5 , 11 )</b>	0,28	<b>S( 11 , 12 )</b>	2,75

Tabla 58. Porcentaje de heterosis de los HD involucrados en el dialelo. S: Híbrido doble. Valores expresados en porcentajes (%). En gris HD destacados.

### Diámetro de espiga

#### Análisis de variancia

**a.**

FV	gl	SC	CM	F	p
Genotipo	77	7,066	0,092	3,06	**
ACG	11	3,340	0,304	10,12	**
ACE	66	3,725	0,056	1,88	*
Error	220	6,600	0,030		

**b.**

Componentes	Valores
ACG	0,003258
ACE	0,0044
Error	0,03
S <sup>2</sup> (ACG)	0,000014
S <sup>2</sup> (ACE)	0,000024
S <sup>2</sup> (Error)	0,000008

Tablas 59 **a** y **b**. Análisis de variancia de los componentes genéticos para la variable diámetro de espiga. F.V.: Fuente de variación. SC: Suma cuadrado. gl: Grados de libertad. CM: Cuadrado medio. F: Valor estadístico del ANOVA que surge del cociente entre los CM y el CME (Cuadrado medio error). p: Valor de probabilidad del estadístico de prueba. ACG: Habilidad combinatoria general. ACE: Habilidad combinatoria específica. S<sup>2</sup>(ACG): Variancia de la ACG. S<sup>2</sup>(ACE): Variancia de la ACE. S<sup>2</sup>(Error): Variancia del error.

## ACG

Efecto	Estimativa
G( 1 )	0,079
G( 2 )	-0,001
G( 3 )	0,105
G( 4 )	0,031
G( 5 )	-0,037
G( 6 )	-0,015
G( 7 )	-0,045
G( 8 )	0,070
G( 9 )	-0,066
G( 10 )	-0,089
G( 11 )	-0,010
G( 12 )	-0,023
<b>2 DP( G<sub>i</sub> )</b>	<b>0,036</b>

Tabla 60. Efectos de ACG de los HC involucrados en el dialelo. G: Padre. 2 DP (G<sub>i</sub>): 2 desvíos estándar para los efectos de ACG de los HC. En gris híbridos destacados.

## ACE

a.

Efecto	Estimativa	Efecto	Estimativa	Efecto	Estimativa
S( 1 , 2 )	0,003	S( 3 , 5 )	-0,187	S( 5 , 12 )	-0,010
S( 1 , 3 )	-0,053	S( 3 , 6 )	0,061	S( 6 , 7 )	-0,168
S( 1 , 4 )	-0,259	S( 3 , 7 )	0,071	S( 6 , 8 )	-0,024
S( 1 , 5 )	-0,191	S( 3 , 8 )	-0,105	S( 6 , 9 )	0,003
S( 1 , 6 )	-0,012	S( 3 , 9 )	0,182	S( 6 , 10 )	0,025
S( 1 , 7 )	-0,002	S( 3 , 10 )	0,015	S( 6 , 11 )	0,056
S( 1 , 8 )	-0,018	S( 3 , 11 )	0,075	S( 6 , 12 )	0,009
S( 1 , 9 )	-0,082	S( 3 , 12 )	0,018	S( 7 , 8 )	-0,044
S( 1 , 10 )	-0,039	S( 4 , 5 )	0,077	S( 7 , 9 )	-0,037
S( 1 , 11 )	-0,038	S( 4 , 6 )	0,065	S( 7 , 10 )	-0,035
S( 1 , 12 )	0,145	S( 4 , 7 )	0,165	S( 7 , 11 )	-0,074
S( 2 , 3 )	-0,003	S( 4 , 8 )	-0,050	S( 7 , 12 )	-0,151
S( 2 , 4 )	-0,109	S( 4 , 9 )	-0,014	S( 8 , 9 )	0,047
S( 2 , 5 )	-0,061	S( 4 , 10 )	0,009	S( 8 , 10 )	0,070
S( 2 , 6 )	-0,002	S( 4 , 11 )	0,000	S( 8 , 11 )	0,120
S( 2 , 7 )	0,048	S( 4 , 12 )	-0,007	S( 8 , 12 )	-0,047
S( 2 , 8 )	-0,048	S( 5 , 6 )	-0,017	S( 9 , 10 )	-0,014
S( 2 , 9 )	-0,102	S( 5 , 7 )	0,103	S( 9 , 11 )	-0,053

<b>S( 2 , 10 )</b>	0,011	<b>S( 5 , 8 )</b>	0,218	<b>S( 9 , 12 )</b>	-0,110
<b>S( 2 , 11 )</b>	0,032	<b>S( 5 , 9 )</b>	0,054	<b>S( 10 , 11 )</b>	-0,030
<b>S( 2 , 12 )</b>	0,025	<b>S( 5 , 10 )</b>	0,007	<b>S( 10 , 12 )</b>	-0,117
<b>S( 3 , 4 )</b>	-0,055	<b>S( 5 , 11 )</b>	-0,042	<b>S( 11 , 12 )</b>	-0,047

b.

<b>2 DP( S<sub>ij</sub> )</b>	<b>0,132</b>
-------------------------------	--------------

Tablas 61 a y b. Efectos de ACE de los HD involucrados en el dialelo. S: Híbrido doble. 2 DP( S<sub>ij</sub>): dos (2) desvíos estándar para los efectos de ACE de los HD. En gris HD destacados.

#### Porcentaje de heterosis

Efecto	Heterosis	Efecto	Heterosis	Efecto	Heterosis
<b>S( 1 , 2 )</b>	-3,65	<b>S( 3 , 5 )</b>	-4,00	<b>S( 5 , 12 )</b>	-1,97
<b>S( 1 , 3 )</b>	-3,62	<b>S( 3 , 6 )</b>	1,33	<b>S( 6 , 7 )</b>	-4,19
<b>S( 1 , 4 )</b>	-8,64	<b>S( 3 , 7 )</b>	0,92	<b>S( 6 , 8 )</b>	0,10
<b>S( 1 , 5 )</b>	-6,81	<b>S( 3 , 8 )</b>	-1,42	<b>S( 6 , 9 )</b>	-0,63
<b>S( 1 , 6 )</b>	-3,00	<b>S( 3 , 9 )</b>	3,19	<b>S( 6 , 10 )</b>	0,00
<b>S( 1 , 7 )</b>	-3,40	<b>S( 3 , 10 )</b>	-0,10	<b>S( 6 , 11 )</b>	1,15
<b>S( 1 , 8 )</b>	-2,47	<b>S( 3 , 11 )</b>	1,64	<b>S( 6 , 12 )</b>	-1,34
<b>S( 1 , 9 )</b>	-5,02	<b>S( 3 , 12 )</b>	-1,01	<b>S( 7 , 8 )</b>	-0,93
<b>S( 1 , 10 )</b>	-4,04	<b>S( 4 , 5 )</b>	0,41	<b>S( 7 , 9 )</b>	-2,11
<b>S( 1 , 11 )</b>	-3,50	<b>S( 4 , 6 )</b>	0,41	<b>S( 7 , 10 )</b>	-1,91
<b>S( 1 , 12 )</b>	-1,28	<b>S( 4 , 7 )</b>	1,85	<b>S( 7 , 11 )</b>	-2,20
<b>S( 2 , 3 )</b>	-1,01	<b>S( 4 , 8 )</b>	-1,32	<b>S( 7 , 12 )</b>	-5,27
<b>S( 2 , 4 )</b>	-4,16	<b>S( 4 , 9 )</b>	-1,86	<b>S( 8 , 9 )</b>	0,94
<b>S( 2 , 5 )</b>	-2,59	<b>S( 4 , 10 )</b>	-1,25	<b>S( 8 , 10 )</b>	1,57
<b>S( 2 , 6 )</b>	-1,14	<b>S( 4 , 11 )</b>	-0,92	<b>S( 8 , 11 )</b>	3,11
<b>S( 2 , 7 )</b>	-0,72	<b>S( 4 , 12 )</b>	-2,54	<b>S( 8 , 12 )</b>	-1,84
<b>S( 2 , 8 )</b>	-1,43	<b>S( 5 , 6 )</b>	-0,63	<b>S( 9 , 10 )</b>	-1,49
<b>S( 2 , 9 )</b>	-3,84	<b>S( 5 , 7 )</b>	1,26	<b>S( 9 , 11 )</b>	-1,79
<b>S( 2 , 10 )</b>	-1,36	<b>S( 5 , 8 )</b>	4,88	<b>S( 9 , 12 )</b>	-4,47
<b>S( 2 , 11 )</b>	-0,41	<b>S( 5 , 9 )</b>	0,21	<b>S( 10 , 11 )</b>	-1,16
<b>S( 2 , 12 )</b>	-2,04	<b>S( 5 , 10 )</b>	-0,64	<b>S( 10 , 12 )</b>	-4,49
<b>S( 3 , 4 )</b>	-1,91	<b>S( 5 , 11 )</b>	-1,15	<b>S( 11 , 12 )</b>	-2,48

Tabla 62. Porcentaje de heterosis de los HD involucrados en el dialelo. S: Híbrido doble. Valores expresados en porcentajes (%). En gris HD destacados.

### **Hileras por espiga**

#### **Análisis de variancia**

**a.**

FV	gl	SC	CM	F	p
Genotipo	77	367,12	4,77	6,91	**
ACG	11	301,85	27,44	39,77	**
ACE	66	65,27	0,99	1,43	*
Error	481	331,89	0,69		

**b.**

Componentes	Valores
ACG	0,318
ACE	0,050
Error	0,690
S <sup>2</sup> (ACG)	0,116
S <sup>2</sup> (ACE)	0,007
S <sup>2</sup> (Error)	0,002

Tablas 63 **a** y **b**. Análisis de variancia de los componentes genéticos para la variable hileras por espiga. F.V.: Fuente de variación. SC: Suma cuadrado. gl: Grados de libertad. CM: Cuadrado medio. F: Valor estadístico del ANOVA que surge del cociente entre los CM y el CME (Cuadrado medio error). p: Valor de probabilidad del estadístico de prueba. ACG: Habilidad combinatoria general. ACE: Habilidad combinatoria específica. S<sup>2</sup>(ACG): Variancia de la ACG. S<sup>2</sup>(ACE): Variancia de la ACE. S<sup>2</sup>(Error): Variancia del error.

## ACG

Efecto	Estimativa
G( 1 )	1,101
G( 2 )	-0,677
G( 3 )	-0,089
G( 4 )	-0,432
G( 5 )	0,188
G( 6 )	-0,457
G( 7 )	-0,439
G( 8 )	0,233
G( 9 )	0,539
G( 10 )	-0,237
G( 11 )	0,788
G( 12 )	-0,519
<b>2 DP( G<sub>i</sub> )</b>	<b>0,174</b>

Tabla 64. Efectos de ACG de los HC involucrados en el dialelo. G: Padre. 2 DP (G<sub>i</sub>): 2 desvíos estándar para los efectos de ACG de los HC. En gris híbridos destacados.

## ACE

a.

Efecto	Estimativa	Efecto	Estimativa	Efecto	Estimativa
<b>S( 1 , 2 )</b>	0,841	<b>S( 3 , 5 )</b>	-0,884	<b>S( 5 , 12 )</b>	0,017
<b>S( 1 , 3 )</b>	0,273	<b>S( 3 , 6 )</b>	0,231	<b>S( 6 , 7 )</b>	0,542
<b>S( 1 , 4 )</b>	-0,123	<b>S( 3 , 7 )</b>	0,414	<b>S( 6 , 8 )</b>	0,170
<b>S( 1 , 5 )</b>	-0,744	<b>S( 3 , 8 )</b>	-0,258	<b>S( 6 , 9 )</b>	0,033
<b>S( 1 , 6 )</b>	0,041	<b>S( 3 , 9 )</b>	-0,105	<b>S( 6 , 10 )</b>	-0,361
<b>S( 1 , 7 )</b>	0,084	<b>S( 3 , 10 )</b>	0,411	<b>S( 6 , 11 )</b>	-0,915
<b>S( 1 , 8 )</b>	0,212	<b>S( 3 , 11 )</b>	-0,213	<b>S( 6 , 12 )</b>	0,322
<b>S( 1 , 9 )</b>	-0,355	<b>S( 3 , 12 )</b>	0,354	<b>S( 7 , 8 )</b>	-0,397
<b>S( 1 , 10 )</b>	-0,379	<b>S( 4 , 5 )</b>	0,160	<b>S( 7 , 9 )</b>	-0,084
<b>S( 1 , 11 )</b>	-0,143	<b>S( 4 , 6 )</b>	-0,095	<b>S( 7 , 10 )</b>	-0,108
<b>S( 1 , 12 )</b>	0,404	<b>S( 4 , 7 )</b>	0,218	<b>S( 7 , 11 )</b>	0,838
<b>S( 2 , 3 )</b>	0,111	<b>S( 4 , 8 )</b>	-0,105	<b>S( 7 , 12 )</b>	-0,555
<b>S( 2 , 4 )</b>	-0,545	<b>S( 4 , 9 )</b>	-0,561	<b>S( 8 , 9 )</b>	0,374
<b>S( 2 , 5 )</b>	0,034	<b>S( 4 , 10 )</b>	-0,115	<b>S( 8 , 10 )</b>	0,360
<b>S( 2 , 6 )</b>	-0,181	<b>S( 4 , 11 )</b>	0,231	<b>S( 8 , 11 )</b>	-0,335
<b>S( 2 , 7 )</b>	-0,398	<b>S( 4 , 12 )</b>	0,698	<b>S( 8 , 12 )</b>	-0,167
<b>S( 2 , 8 )</b>	0,660	<b>S( 5 , 6 )</b>	0,014	<b>S( 9 , 10 )</b>	-0,217
<b>S( 2 , 9 )</b>	-0,047	<b>S( 5 , 7 )</b>	0,197	<b>S( 9 , 11 )</b>	0,309

<b>S( 2 , 10 )</b>	-0,071	<b>S( 5 , 8 )</b>	0,625	<b>S( 9 , 12 )</b>	-0,384
<b>S( 2 , 11 )</b>	-0,165	<b>S( 5 , 9 )</b>	-0,042	<b>S( 10 , 11 )</b>	-0,265
<b>S( 2 , 12 )</b>	-0,318	<b>S( 5 , 10 )</b>	-0,206	<b>S( 10 , 12 )</b>	0,172
<b>S( 3 , 4 )</b>	-0,063	<b>S( 5 , 11 )</b>	-0,310	<b>S( 11 , 12 )</b>	-0,052

b.

<b>2 DP( S<sub>ij</sub> )</b>	<b>0,632</b>
-------------------------------	--------------

Tablas 65 a y b. Efectos de ACE de los HD involucrados en el dialelo. S: Híbrido doble. 2 DP( S<sub>ij</sub>): dos (2) desvíos estándar para los efectos de ACE de los HD. En gris HD destacados.

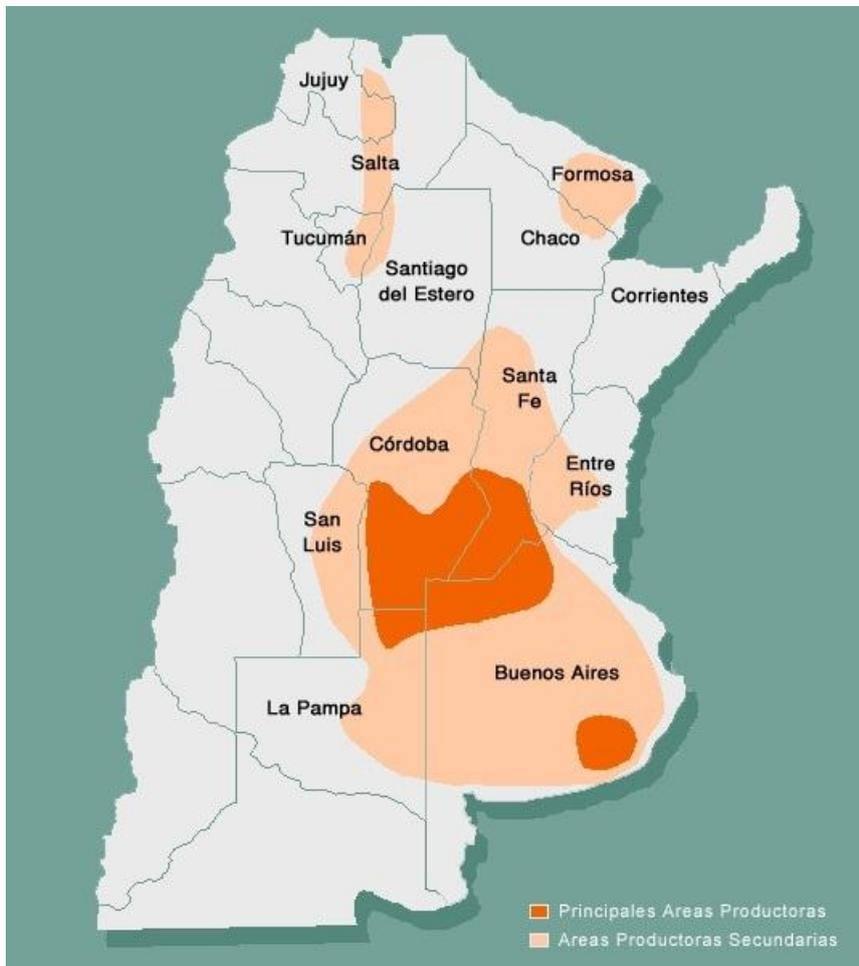
Porcentaje de heterosis

Efecto	Heterosis	Efecto	Heterosis	Efecto	Heterosis
<b>S( 1 , 2 )</b>	5,18	<b>S( 3 , 5 )</b>	-6,75	<b>S( 5 , 12 )</b>	-0,92
<b>S( 1 , 3 )</b>	2,19	<b>S( 3 , 6 )</b>	1,62	<b>S( 6 , 7 )</b>	4,55
<b>S( 1 , 4 )</b>	-1,02	<b>S( 3 , 7 )</b>	4,41	<b>S( 6 , 8 )</b>	2,61
<b>S( 1 , 5 )</b>	-5,70	<b>S( 3 , 8 )</b>	0,60	<b>S( 6 , 9 )</b>	-1,74
<b>S( 1 , 6 )</b>	0,12	<b>S( 3 , 9 )</b>	-1,83	<b>S( 6 , 10 )</b>	-3,89
<b>S( 1 , 7 )</b>	1,83	<b>S( 3 , 10 )</b>	1,81	<b>S( 6 , 11 )</b>	-7,34
<b>S( 1 , 8 )</b>	3,09	<b>S( 3 , 11 )</b>	-2,37	<b>S( 6 , 12 )</b>	2,64
<b>S( 1 , 9 )</b>	-3,33	<b>S( 3 , 12 )</b>	3,59	<b>S( 7 , 8 )</b>	0,49
<b>S( 1 , 10 )</b>	-3,20	<b>S( 4 , 5 )</b>	-1,24	<b>S( 7 , 9 )</b>	-1,02
<b>S( 1 , 11 )</b>	-2,04	<b>S( 4 , 6 )</b>	-1,45	<b>S( 7 , 10 )</b>	-0,75
<b>S( 1 , 12 )</b>	3,38	<b>S( 4 , 7 )</b>	2,20	<b>S( 7 , 11 )</b>	4,70
<b>S( 2 , 3 )</b>	1,05	<b>S( 4 , 8 )</b>	0,67	<b>S( 7 , 12 )</b>	-1,66
<b>S( 2 , 4 )</b>	-4,28	<b>S( 4 , 9 )</b>	-5,51	<b>S( 8 , 9 )</b>	2,33
<b>S( 2 , 5 )</b>	-1,71	<b>S( 4 , 10 )</b>	-2,47	<b>S( 8 , 10 )</b>	2,83
<b>S( 2 , 6 )</b>	-1,68	<b>S( 4 , 11 )</b>	-0,60	<b>S( 8 , 11 )</b>	-1,80
<b>S( 2 , 7 )</b>	-1,56	<b>S( 4 , 12 )</b>	4,97	<b>S( 8 , 12 )</b>	1,57
<b>S( 2 , 8 )</b>	6,06	<b>S( 5 , 6 )</b>	-1,99	<b>S( 9 , 10 )</b>	-4,06
<b>S( 2 , 9 )</b>	-2,08	<b>S( 5 , 7 )</b>	0,63	<b>S( 9 , 11 )</b>	-1,21
<b>S( 2 , 10 )</b>	-1,86	<b>S( 5 , 8 )</b>	3,81	<b>S( 9 , 12 )</b>	-3,28
<b>S( 2 , 11 )</b>	-2,69	<b>S( 5 , 9 )</b>	-3,45	<b>S( 10 , 11 )</b>	-4,21
<b>S( 2 , 12 )</b>	-1,46	<b>S( 5 , 10 )</b>	-4,17	<b>S( 10 , 12 )</b>	0,65
<b>S( 3 , 4 )</b>	-0,45	<b>S( 5 , 11 )</b>	-4,86	<b>S( 11 , 12 )</b>	-1,13

Tabla 66. Porcentaje de heterosis de los HD involucrados en el dialelo. S: Híbrido doble. Valores expresados en porcentajes (%). En gris HD destacados.

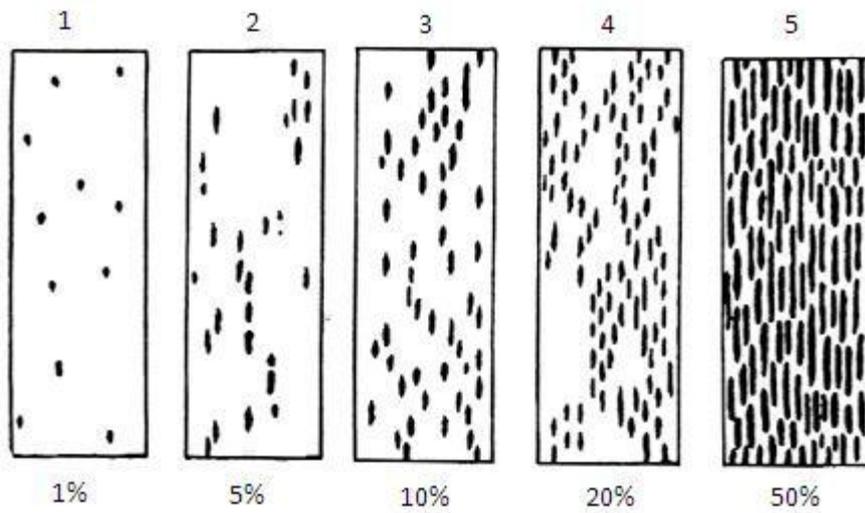
## XII.- ANEXO 3. FIGURAS

Figura 2



Áreas productoras de maíz en Argentina.

Figura 3



Escala de severidad de Peterson para roya común del maíz (*Puccinia sorghi*). 1:

Severidad del 1%. 2: Severidad del 5%. 3: Severidad del 10%. 4: Severidad del 20%. 5:

Severidad del 50 %.