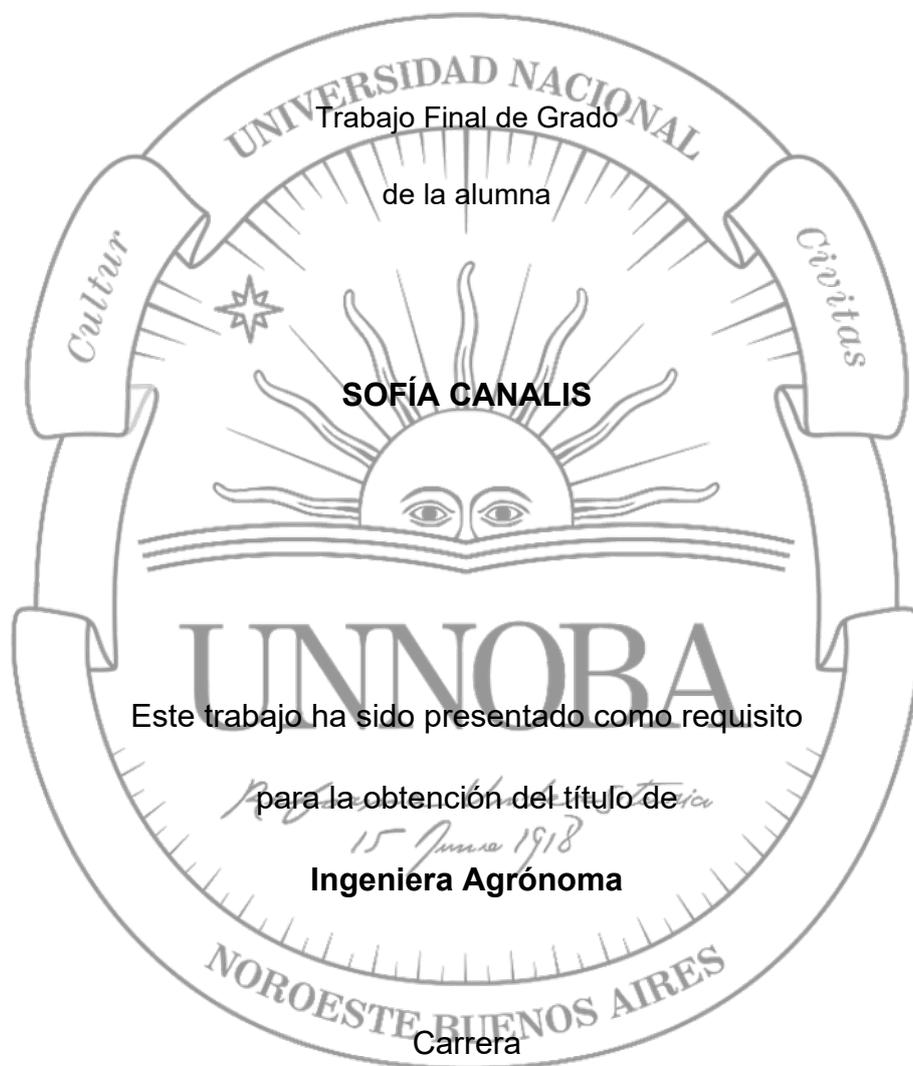


**INTROGRESIÓN DE POBLACIONES NATIVAS DE MAÍZ DE LA REPÚBLICA
ARGENTINA EN UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE MAÍZ COLORADO DURO**



Ingeniería agronómica

Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.

Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.

Junín, noviembre de 2021

**INTROGRESIÓN DE POBLACIONES NATIVAS DE MAÍZ DE LA REPÚBLICA
ARGENTINA EN UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE MAÍZ COLORADO DURO**

Trabajo final de grado de la alumna

SOFÍA CANALIS

Aprobado por el tribunal evaluador

Roque Guillen
Evaluador/a

Marcelo Ferrer
Evaluador/a

Leandro Freggiaro
Evaluador/a

Raquel Alicia Defacio
Co-Director/a

Roberto Daniel Lorea
Director/a

Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.

Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.

Junín, noviembre de 2021

Agradecimientos

A todas las personas que colaboraron en la realización de este trabajo. A mí director y co-directora por permitirme ser su tesinista. Al equipo de Maíz de INTA Pergamino por la ayuda durante los ensayos y posteriores análisis realizados.

A la UNNOBA y cada docente que conocí por la formación académica y personal que me dieron. A Mara Sagua que se convirtió en una amiga, gracias por tu paciencia y por ayudarme a sacar lo mejor de mí siempre.

A mi familia, mis amigas y mi amigo Diego, por su apoyo incondicional a lo largo de todo este camino recorrido en el que no hubiera podido sin ustedes.

ÍNDICE

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	2
2.1. Origen y distribución	2
2.2. Usos e importancia del Maíz Cristalino Colorado (Flint).....	2
2.3. Vulnerabilidad genética y recursos genéticos.....	4
2.4. Ensayos multiambientales	7
3. HIPÓTESIS	8
4. OBJETIVOS	8
4.1 Objetivo general.....	8
4.2 Objetivos específicos.....	8
5. MATERIALES Y MÉTODOS	9
5.1. Poblaciones nativas en estudio	9
5.2. Ensayo a campo	10
5.3. Variables evaluadas	12
5.4. Análisis de los resultados	13
6. RESULTADOS.....	15
7. DISCUSIÓN	23
7.1 Rendimiento en grano y componentes.....	23
7.2 Calidad de granos	25
7.3 Relaciones entre variables	26
7.4 Germoplasma destacado	28
8. CONCLUSIÓN	29
9. BIBLIOGRAFIA	30
10. ANEXOS	39
ANEXO 1.....	39
ANEXO 2.....	45
ANEXO 3.....	48

1. RESUMEN

El maíz (*Zea mays* L.) presenta una gran diversidad de razas que pueden agruparse según sus características y usos diferenciales. Actualmente, el cultivo de maíz en Argentina se realiza fundamentalmente a través de cultivares híbridos que en los últimos años han cubierto entre el 95 y el 99 % de los lotes de producción comercial para grano. El abandono de la utilización de las poblaciones nativas conduce a la erosión genética, aunque la información acerca del comportamiento agronómico de estos materiales es escasa. Con el objetivo de evaluar el potencial agronómico de poblaciones de maíz conservadas en el Banco Activo de Germoplasma (BAP) de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Pergamino, aportar al conocimiento de la diversidad genética y contribuir a su conservación, revalorización y utilización, se estudiaron 20 poblaciones nativas de grano colorado duro en cruzamiento con dos líneas endocriadas también de grano colorado duro (LP612 y LP122-2), representativas de los patrones heteróticos P465 y argentino-caribe del programa de mejoramiento de maíz de la EEA Pergamino de INTA. Los resultados obtenidos permitieron identificar una amplia variabilidad presente en las poblaciones nativas evaluadas y presencia de alelos favorables para mejorar las variables en estudio, tanto de calidad comercial como del potencial productivo del patrón heterótico colorado duro utilizado en el programa de mejoramiento.

Palabras clave: maíz, poblaciones locales, variabilidad, erosión genética, rendimiento.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Origen y distribución

El maíz (*Zea mays* L.) es originario de Mesoamérica y existen varios centros de diversidad a lo largo de la cordillera de los Andes. Su ancestro, el Teosinte, aún se encuentra como gramínea silvestre en México y Guatemala. Existe una amplia diversidad genética en toda la región que ha sido centro de origen de esta especie. En México solamente, existen más de 40 razas de maíz, y unas 250 en el resto de América (Gear, 2006).

Los maíces cultivados en Argentina proceden de diversos orígenes. La región del Noroeste (NOA) está representada principalmente por razas de textura harinosa que provendrían de la Meseta Peruano-boliviana; las razas harinosas, reventadoras y dentadas del Noreste (NEA) tendrían su origen en la zona costera de Brasil, dada la similitud racial presente en ambos sitios (Bracco *et al.*, 2012); y la Región Pampeana, con predominio de granos de textura cristalina colorada, con dos posibles orígenes: (i) Islas del Caribe, traídas al país por inmigrantes italianos y/o (ii) descendientes de maíces originarios de esta región. Luna *et al.* (1964) y Safont Lis (1971) apoyan esta última teoría, basados en el escaso tiempo transcurrido desde la inmigración europea y la gran variabilidad y adaptación que presenta esta raza en la región pampeana.

Todos los maíces pertenecen a la misma especie y los tipos o razas que los diferencian corresponden a una simple clasificación utilitaria, presentando una multiplicidad de formas, tamaños, colores y texturas (Gear, 2006). Los caracteres más importantes utilizados para la discriminación de formas raciales incluyen la morfología de la mazorca, la arquitectura de la planta, las adaptaciones agro-ecológicas y el origen geográfico de los ejemplares (Bracco *et al.*, 2012).

2.2. Usos e importancia del Maíz Cristalino Colorado (Flint)

El maíz como producto de valor ha evolucionado positivamente a lo largo de su historia. Con el correr de los años, las industrias vinculadas a la cadena del maíz se han ido desarrollando en forma progresiva, transformando un grano cuyo único destino era la

alimentación humana en una materia prima esencial para el desarrollo de múltiples procesos industriales. Gracias al trabajo de investigación de las instituciones públicas y privadas de la Argentina, y a los integrantes de la cadena del maíz, surgieron los maíces diferenciados o especiales que conocemos hoy. Dentro de estos se encuentra el Maíz Cristalino Colorado (también llamado Maíz Flint), como especialidad no OGM (Organismos Genéticamente Modificados) (Gear, 2006).

El volumen total de grano de maíz Flint que se produce ronda las 650.000 toneladas. Cerca de 420.000 toneladas se destinan a la exportación, de las cuales el 85 % se embarca hacia Europa. Las restantes 230.000 toneladas se consumen en la Industria local (Estrada, 2020). El cultivo de maíz Flint no OGM, requiere de ciertas complejidades técnicas. Es preciso sembrarlo a más de 300 metros de los lotes de maíz modificados genéticamente y no se pueden sembrar en donde el año anterior se sembraron maíces OGM. La preservación de la identidad también demanda la limpieza de la sembradora, la cosechadora, además del registro de datos de todos los procesos. El transporte y acopio requieren de un sistema de controles y auditorías, exigen la contratación de personal altamente capacitado, tanto camioneros, como lavaderos de camiones, sistemas de norias, tolvas o acoplados. Por mínima que sea la contaminación, puede destruir todo el valor agregado que paga el consumidor (MAIZAR, 2017).

Con el fin de garantizar que se comercialicen granos de alta calidad desde 1997 se encuentra vigente la Norma XXIX de la Resolución 757 de la SAGPyA que establece:

“Defínase al Maíz Flint o Plata el producto de la especie *Zea mays* cuyos granos presenten un endosperma vítreo dominante (textura dura o córnea). Generalmente, los granos son de color colorado o anaranjado. La parte superior (opuesta al germen) o corona, no presenta hendidura”.

A los efectos analíticos la Norma XXIX establece que se considerarán granos Flint o Plata aquellos que cumplan lo siguiente:

- a) Su corona no presente hendidura.
- b) En un corte longitudinal, su endosperma presente una parte central harinosa, rodeada de una parte córnea; esta última deberá representar la parte dominante de la superficie total de corte. El porcentaje de estos granos no deberá ser inferior a noventa y

cinco por ciento (95 %) (expresado en unidades), con una tolerancia de menos tres por ciento (-3 %).

Además, deberá presentar las siguientes especificaciones:

- Test de Flotación máximo: veinticinco por ciento (25 %).
- Peso Hectolítrico mínimo (kg. hl⁻¹): setenta y seis (76,00). (MAGyP, 2015)

Si bien la retención en zarandas de 8 mm no es parte de la norma Flint, un valor mayor al 50% es el deseado para llegar a una calidad óptima para molienda seca (Borrás, 2020).

La principal industria promotora del maíz Flint es la de la molienda vía seca (Ribes, 2018). Las aplicaciones de este tipo de maíz cubren un rango amplio de usos, como cereales de desayuno, *snacks*, comidas rápidas o aplicaciones en panificados (Kuiper, 2014). La característica más importante que ha determinado la preferencia de la industria es la dureza del grano, fundamental para obtener durante la molturación por vía seca un elevado rendimiento en fracciones gruesas del producto. De esta forma se accede a la producción con suficiente flexibilidad de *Grits* gruesos (denominados *flaking grits*), sémolas de diferente distribución de tamaño de partícula y harinas para múltiples usos (Ribes, 2018).

La dureza del grano resulta de la composición química y estructural del endosperma. Las proteínas de reserva se comportan como una malla que incluye y soporta a los gránulos de almidón a medida que crecen dentro de las células endospermáticas durante el llenado del grano. La porción córnea del endosperma del grano de maíz presenta mayor densidad y vitrosidad debido a un fuerte ligamento entre el almidón y su densa malla de proteínas de reserva, lo que le otorga a la fracción proteica un rol preponderante en la determinación de la dureza (Cirilo y Cerrudo, 2014).

2.3. Vulnerabilidad genética y recursos genéticos

En la actualidad, el cultivo de maíz en Argentina se realiza fundamentalmente a través de cultivares híbridos que en los últimos años han cubierto entre el 95 y 99 % de los lotes de producción comercial para grano (Rossi, 2007). Este uso se fundamenta en la

significativa heterosis que presenta la especie, que se manifiesta como la diferencia en vigor entre un híbrido F1 y el promedio de ambos progenitores (Hoecker *et al.*, 2006) logrando una alta productividad, las facilidades que ofrece para la ejecución de cruzamientos para obtener semilla híbrida y la cantidad de semillas producidas por planta endocriada que genera costos aceptables de producción, entre otras cualidades (Rossi, 2007). En cuanto a la mecanización de la actividad agrícola durante todo el ciclo del cultivo, la cosecha y los procesos de poscosecha, a los que se suman las exigencias de mercado, requieren materiales que permitan facilitar dichas operaciones, por lo que los fitomejoradores se han visto forzados a obtener variedades comerciales con características deseables de uniformidad y mayor producción, que paulatinamente han reemplazado y eliminado las viejas y numerosas variedades nativas, heterogéneas y poco productivas, pero con amplia variabilidad genética (Ferrer, 2012). De hecho, el porcentaje de toda la variabilidad genética del maíz que se aprovecha y que emplean los programas de mejoramiento es reducido (Eyhérbide, 2010). En consecuencia, esto ha generado vulnerabilidad genética, definida por la FAO (2010) como “situación que se produce cuando un cultivo ampliamente difundido es susceptible de manera uniforme a un peligro creado por una plaga, un patógeno o el medio ambiente como consecuencia de su constitución genética, abriendo así la posibilidad de pérdidas generalizadas del cultivo”.

Una alternativa para revertir esa vulnerabilidad es la incorporación de material genético nativo a los programas de mejoramiento. La gran diversidad genética en maíces nativos presentes en Argentina fue objeto de numerosas investigaciones encaminadas a describirlos, establecer su origen, conservarlos y determinar su potencial de utilización en el mejoramiento de la especie. Debido a que esta riqueza genética corría el riesgo de perderse y ser reemplazada por maíces de tipo agronómico más apto para el cultivo, o bien por el cultivo de otras especies, se realizaron esfuerzos para coleccionar y conservar estas variedades nativas en bancos de germoplasma. Con el apoyo de organismos internacionales, en el año 1969 se creó el Banco Activo de Germoplasma (BAP) de maíz en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Pergamino, uno de los primeros bancos de recursos genéticos de Sudamérica (Eyhérbide, 2006). La colecta de poblaciones nativas Cristalino Colorado de la Región Pampeana se realizó entre los años 1957 y 1981. En su totalidad, el BAP

cuenta con 2.468 entradas que simbolizan una amplia variabilidad genética (Defacio, 2009).

Las poblaciones nativas cuentan con la mayor variación genética, así como con la mejor adaptación al entorno natural y antropológico donde han evolucionado (Maxted *et al.*, 1997). Aquellas que se encuentran conservadas en el BAP han sido evaluadas para características específicas. Se ha encontrado resistencia al Virus del Mal de Río Cuarto (Presello *et al.*, 1996) y a podredumbres de espiga con bajo contenido de micotoxinas (Presello *et al.*, 2006; Iglesias, 2008). También se han efectuado estudios para determinar la calidad nutricional e industrial de las variedades nativas (Ferrer *et al.*, 1994; Robutti *et al.*, 1997; PROCIM, 1999; Robutti *et al.*, 2000; Seetharaman *et al.*, 2001), encontrando amplia variabilidad intra e interracial. Más recientemente se ha estimado la presencia de alelos favorables en las poblaciones locales, diferentes a las líneas e híbridos utilizados actualmente, que permiten mejorar el rendimiento y la mayoría de sus componentes (Eyhérbide *et al.*, 2005), el peso hectolítrico y la relación de molienda (López *et al.*, 2005), así como también el rendimiento y la calidad del forraje (Incógnito *et al.*, 2013). Sin embargo, el limitado conocimiento del mérito genético de las poblaciones dificulta su utilización, por el riesgo de introducir genes ligados que puedan transferir caracteres desfavorables. Rara vez esa información está disponible y, de hecho, su obtención resulta costosa (Eyhérbide, 2010).

Para revertir la vulnerabilidad genética, se puede recurrir al premejoramiento. La FAO lo define como la introducción de variabilidad genética desde fuentes de germoplasma no mejorado a materiales mejorados. Dentro del premejoramiento se puede distinguir entre introgresión e incorporación. En el primer caso se introducen las características genéticas deseadas en el pool genético de materiales de élite adaptados, siendo este el método más común para la potenciación genética, utilizado por ejemplo en la transferencia de los principales genes de resistencia a enfermedades. La incorporación o ampliación de la base genética consiste en el desarrollo a gran escala de poblaciones adaptadas a las condiciones locales a partir de germoplasma que no ha sido mejorado, a través de un proceso a largo plazo. Este último es un método generalmente menos utilizado para la potenciación genética (FAO, 2020).

Cómo se mencionó anteriormente, en los programas de mejoramiento de maíz actuales se busca explotar la heterosis presente en la especie. Para ello, el germoplasma se

ordena en patrones heteróticos que representan grupos de genotipos que entre sí permiten explotar la heterosis en la conformación de cultivares híbridos. El éxito de cualquier programa de mejoramiento depende en gran medida de una apropiada elección de la fuente de germoplasma. Con tal fin existen diversos métodos biométricos que han sido desarrollados, evaluados y comparados entre sí (Pfarr y Lamkey, 1992) para determinar entre diferentes fuentes de germoplasma cuál es la más adecuada y la estrategia de utilización óptima en los programas de mejoramiento organizados en patrones heteróticos.

Entre estos métodos, se puede mencionar el estudio de la capacidad combinatoria a través del análisis de cruzamientos dialélicos parciales. Sprague y Tatum (1942) definieron la Aptitud Combinatoria General (ACG) como el comportamiento promedio de una línea en sus combinaciones híbridas y la Aptitud Combinatoria Específica (ACE) como los casos en los cuales ciertas combinaciones híbridas específicas se expresan favorablemente o no con respecto al comportamiento promedio de sus progenitores. Los dialelos parciales son útiles cuando el germoplasma está organizado en patrones heteróticos y consisten en la evaluación de genotipos dispuestos en 2 grupos, pertenecientes o no a un conjunto común de germoplasma, calculando las inferencias para cada grupo en particular. Los genotipos de un grupo están representados por números constantes, pero es posible que sea diferente del número de combinaciones híbridas en las que están representados los genotipos del otro grupo (Cruz y Regazzi, 1994).

2.4. Ensayos multiambientales

La mayoría de los programas de mejoramiento intentan producir cultivares de rendimientos altos y estables, carácter muy importante para los agricultores cuando adoptan cultivares nuevos (Ledesma-Ramírez *et al.*, 2012). La interacción genotipo ambiente (IGA) es una de las principales dificultades en los procesos de selección; la IGA ocasiona que los mejores genotipos varíen su comportamiento, y dificulta así el proceso de selección de cultivares para una región particular (Yan y Holland, 2010). Para poder interpretar y aprovechar la IGA en la selección de cultivares se utilizan a menudo ensayos en varios ambientes (ensayos multiambientales) dentro del área geográfica donde se

pretende liberar dichos cultivares. Así, para la identificación de cultivares estables se utilizan metodologías de análisis multiambientales tales como la propuesta por Shukla (1972), que requiere pocos cálculos y sus parámetros son fáciles de interpretar biológicamente, pero que tiene utilidad limitada cuando la respuesta de los genotipos a los ambientes no es lineal (González *et al.*, 2009). La identificación de cultivares sobresalientes también puede efectuarse desde una perspectiva multivariada mediante el análisis de componentes principales. Yan *et al.* (2000) desarrollaron la metodología GGE biplot para el análisis gráfico de los datos de pruebas multiambientales (MET). La gráfica de GGE biplot muestra los genotipos y los ambientes de los datos del análisis multiambiental (Yan, 2001).

3. HIPÓTESIS

Las poblaciones nativas de maíz poseen alelos favorables que permiten mejorar el rendimiento en granos y la calidad comercial del patrón heterótico Flint utilizado en el programa de mejoramiento del INTA - EEA Pergamino.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico de poblaciones nativas en cruzamientos con dos probadores de base estrecha, para ser introgresadas en un programa de mejoramiento de maíz Flint.

4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar agronómicamente las cruces de poblaciones nativas por líneas endocriadas en tres ambientes de la región pampeana núcleo;

- Determinar los efectos de interacción genotipo - ambiente para las variables estudiadas;
- Identificar mediante métodos biométricos poblaciones nativas con alelos favorables para mejorar el patrón Flint del programa de mejoramiento de la EEA Pergamino de INTA.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Poblaciones nativas en estudio

En la tabla 1 se indican las poblaciones nativas utilizadas en este ensayo con el número identificador de entrada, propio del Banco de Germoplasma, la raza a la que pertenece, el sitio y fecha de recolección.

POBLACIÓN	FORMA RACIAL	LOCALIDAD	PROVINCIA	FECHA DE RECOLECCIÓN
ARZM01001	CRISTALINO COLORADO	ACEVEDO	BUENOS AIRES	1957
ARZM01087	CRISTALINO COLORADO	NUEVA ROMA	BUENOS AIRES	1981
ARZM01089	CRISTALINO COLORADO	NUEVA ROMA	BUENOS AIRES	1981
ARZM01091	CRISTALINO COLORADO	NUEVA ROMA	BUENOS AIRES	1981
ARZM01097	CRISTALINO COLORADO	CORONEL SUAREZ	BUENOS AIRES	1981
ARZM01098	CRISTALINO COLORADO	SALAZAR	BUENOS AIRES	1981
ARZM01103	CRISTALINO COLORADO	CARHUE	BUENOS AIRES	1981
ARZM01144	CRISTALINO COLORADO	NUEVA ROMA	BUENOS AIRES	1981
ARZM02010	CRISTALINO COLORADO	SARGENTO CABRAL	SANTA FE	1959
ARZM14019	CRISTALINO COLORADO	ALPA CORRAL	CORDOBA	1978
ARZM14056	CRISTALINO COLORADO	CHUÑA	CORDOBA	1978
ARZM14057	CRISTALINO COLORADO	SAN NICOLÁS	CORDOBA	1978
ARZM14063	CRIST. COL.	PAMPA DE	CORDOBA	1978

	Y DENTADO AMARILLO	OLAEN		
ARZM14110	CRISTALINO COLORADO	LA TOMA	CORDOBA	1978
ARZM18001	CRISTALINO COLORADO	CACHIRULO	LA PAMPA	1981
ARZM18009	CRISTALINO COLORADO	CALEUFU	LA PAMPA	1981
ARZM18011	CRISTALINO COLORADO	PICHI HUINCA	LA PAMPA	1981
ARZM18035	CRISTALINO COLORADO	CACHIRULO	LA PAMPA	1981
ARZM18041	CRISTALINO COLORADO	METILEO	LA PAMPA	1981
ARZM18047	CRISTALINO COLORADO	WINIFREDA	LA PAMPA	1981

Tabla 1. Poblaciones nativas utilizadas en este trabajo, forma racial, localidad, provincia y fecha de recolección.

5.2. Ensayo a campo

Se evaluó el comportamiento de 20 poblaciones nativas de maíz de tipo de grano colorado duro (Tabla 2) en cruzamientos con dos líneas endocriadas también de grano colorado duro (LP612 y LP122-2), representativas de los patrones heteróticos P465 y Argentino-Caribe del programa de mejoramiento de maíz de la EEA Pergamino de INTA. El experimento representó así un diseño de dialelo parcial que permitió evaluar las combinaciones de las 20 poblaciones con ambos grupos heteróticos.

Línea 1	Línea 2	Población	ID L1xP	ID L2xP
LP122-2	LP612	ARZM01001	1	21
LP122-2	LP612	ARZM01087	2	22
LP122-2	LP612	ARZM01089	3	23
LP122-2	LP612	ARZM01091	4	24
LP122-2	LP612	ARZM01097	5	25
LP122-2	LP612	ARZM01098	6	26
LP122-2	LP612	ARZM01103	7	27
LP122-2	LP612	ARZM01144	8	28
LP122-2	LP612	ARZM02010	9	29
LP122-2	LP612	ARZM14019	10	30
LP122-2	LP612	ARZM14056	11	31
LP122-2	LP612	ARZM14057	12	32
LP122-2	LP612	ARZM14063	13	33

LP122-2	LP612	ARZM14110	14	34
LP122-2	LP612	ARZM18001	15	35
LP122-2	LP612	ARZM18009	16	36
LP122-2	LP612	ARZM18011	17	37
LP122-2	LP612	ARZM18035	18	38
LP122-2	LP612	ARZM18041	19	39
LP122-2	LP612	ARZM18047	20	40
LP122-2	LP612	41		

Tabla 2. Combinaciones de las 20 poblaciones con ambos grupos heteróticos. Línea: línea endocriada participante del cruzamiento, Población: población nativa participante del cruzamiento, ID: número de identificación del cruzamiento, de acuerdo a cada combinación de población con las líneas 1 y 2, de forma que los ID de 1 a 20 corresponden a los cruzamientos por LP122-2, del 21 al 40 por LP612 y el híbrido entre ambas líneas corresponde al ID 41.

Los ensayos se realizaron durante la campaña 2017/2018 en tres ambientes representativos de las características agro-ecológicas de la región pampeana núcleo para la producción de maíz: Pergamino, Chacabuco y San Antonio de Areco. En los mismos fueron evaluados los 40 cruzamientos antes mencionados y el híbrido simple entre ambas líneas (LP612 x LP122-2).

El diseño experimental utilizado fue en Bloques Completamente Aleatorizado con dos repeticiones. La unidad experimental consistió en parcelas de 2 surcos, de 5 metros de largo y con una distancia de 0,70 metros entre surcos.

El manejo agronómico de los ensayos se realizó bajo el sistema de siembra directa, en seco, aplicándose 4 litros de atrazina y 1,7 litros de acetoclor en pre-emergencia, fertilizándose con 250 kg de UREA por hectárea y 180 kg de mezcla física 6N 36P 3S aplicado a la siembra.

La cosecha se realizó en forma manual y las espigas obtenidas, luego de realizar las mediciones pertinentes, fueron desgranadas mediante trilladora estática WinterStagher.

5.3. Variables evaluadas

Rendimiento y componentes

1.1. Rendimiento en grano (**Rend** en kg. ha⁻¹): según el peso en grano de cada parcela llevado a hectárea, corregido en base a 14,5 % de humedad.

1.2. Peso de mil granos (**P_Mil** en gr): de cada parcela se realizan 2 sub- muestras de 250 granos y se establece el promedio llevándose a la relación de 1000 granos.

1.3. Número de granos/m² (**Num_G**): se calcula a partir del rendimiento de parcela, la superficie de parcela y el peso de 1000 granos de la siguiente manera:

$$X \left(\frac{NG}{m^2} \right) = \frac{(P \text{ parcela} \times \frac{1000}{P \text{ mil}})}{\text{Tamaño Parcela}}$$

1.4. Diámetro de espiga (**Dia_E** en cm): establecido como el promedio de 10 espigas representativas de cada parcela medido en la porción media de la espiga.

1.5. Largo de espiga (**Lar_E** en cm): establecido como el promedio de 10 espigas representativas de cada parcela medido desde la base hasta el extremo de cada espiga.

1.6. Tamaño de espiga (**Vol_E**): medido como la relación de un cilindro teniendo en cuenta el diámetro (r²) y el largo de espiga (h), a través de: $Vol = \pi \cdot r^2 \cdot h$

1.7. Número de hileras (**Nº_Hil**): se contabilizó manualmente el número de hilera de granos de 10 mazorcas representativas de cada parcela, utilizando el promedio de las mismas para el análisis.

Caracteres de calidad comercial

1.8. Peso hectolítrico (**PH**): se lo calcula como el peso de un volumen de 100 litros de maíz, expresado en kg. hl⁻¹ (SAGyP 1994). Fue medido con un equipo DICKEY-JHON mini GAC plus en kg. hl⁻¹.

1.9. Índice de flotación (**I_Flot**): se acondicionaron muestras de 100 granos y se enviaron al Laboratorio de Calidad de Alimentos de la EEA Pergamino de INTA donde se realizó la determinación según el protocolo estandarizado según Norma XXIX, donde se colocan 100 granos en una solución acuosa de nitrato sódico con un peso específico de

1,25 g. cm⁻³ a 35°C. Durante 5 minutos, la solución se agita cada 30 segundos para eliminar las burbujas de aire. Luego se separan los granos que flotan de los sumergidos y se cuentan. El índice se calcula del siguiente modo: Índice de Flotación de la prueba = N° de granos flotantes x 100 / N° de granos sumergidos. Se realizan 5 repeticiones. El índice de flotación será la media aritmética de los índices de flotación de las pruebas realizadas, exceptuando los 2 valores extremos expresados en por ciento al décimo (Batista, 2016).

1.10. Retención en zaranda de 8mm (**Z_8mm**): cada muestra de 250 granos que se utilizaron para la determinación de peso de mil granos fue pasada por una zaranda de 8 mm de malla, y se contabilizó las semillas que quedaron retenidas por encima de la zaranda, se expresó luego en porcentaje del total.

5.4. Análisis de los resultados

Se utilizaron los programas estadísticos InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2016), Programa GENES (Cruz, 2013) e InfoGen (Balzarini y Di Rienzo, 2016).

➤ **Prueba de distribución normal**

Para todas las variables analizadas se efectuó la prueba estadística W de Shapiro-Wilk para validar la normalidad de los datos, un QQ-Plot para evaluar el grado de ajuste de los errores de cada variable en estudio y un histograma de frecuencias para observar su distribución. En los casos en que fue necesario, se transformaron los valores de las variables a través de escores normales para conseguir la normalidad y proceder así con el análisis de variancia.

➤ **Análisis de la varianza**

Se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) para cada variable; también se compararon las medias a través de la prueba de Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC). Además, se midió la magnitud de la asociación lineal entre variables a través de las correlaciones de Pearson (Di Rienzo *et al.*, 2016).

➤ **Aptitud combinatoria**

Con la media de los resultados obtenidos para Rend, PH, I_Flot y Z_8mm a través de los ambientes se aplicó un análisis de aptitud combinatoria de dialelos parciales adaptado del modelo propuesto por Griffing (1956) y por Cruz (2013). Este modelo permite determinar los efectos de Aptitud Combinatoria General (ACG) y Específica (ACE). El modelo estadístico utilizado para tal análisis fue:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + g_j + S_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Dónde: Y_{ij} es el valor medio de la combinación híbrida entre el i-ésimo progenitor del grupo 1 y el j-ésimo progenitor del grupo 2; μ es la media general; g_i es el efecto de la capacidad general de combinación del i-ésimo progenitor del grupo 1; g_j es el efecto de la capacidad general de combinación del j-ésimo progenitor del grupo 2; S_{ij} es el efecto de la capacidad específica de combinación entre progenitores de orden i y j, de los progenitores 1 y 2, respectivamente y ε_{ij} es el error experimental medio. Las líneas endocriadas conformaron el grupo 1 y las poblaciones nativas el grupo 2.

En la tabla 3 se detallan los componentes de la partición del ANOVA; donde: CMr es el cuadrado medio del residuo, ya dividido por el número de observaciones que dieron lugar a los promedios de la tabla, y m los grados de libertad asociados.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	F
Tratamientos	pq - 1		
ACG (grupo 1)	p - 1	CMg1	CMg1/CMg2
ACG (grupo 2)	q - 1	CMg2	CMg2/CMr
ACE	(p - 1)(q - 1)	CMs	CMs/CMr
Residuo	m	CMr	

Tabla 3. G.L.: grados de libertad; C.M.: cuadrados medios.

Los efectos evaluados permiten seleccionar los genotipos de cada grupo analizado en función de los efectos aditivos que poseen para las variables analizadas (ACG) y/o los efectos no aditivos que permiten explotar los efectos heteróticos entre los genotipos de los diferentes grupos evaluados (líneas y poblaciones nativas) a través de la ACE.

➤ **Análisis multiambiental**

Para identificar el comportamiento de los genotipos a través de los ambientes evaluados se utilizaron dos métodos y la variable de interés estudiada fue el rendimiento.

Se utilizó la metodología propuesta por Shukla (1972) que permite identificar gráficamente qué materiales tienen un rendimiento superior a la media, y cuánto aportan a la IGA cada uno de ellos lo que permite conocer su estabilidad.

El otro método utilizado fue el GGE *biplot* propuesto por Yan *et al.* (2000), el cual genera un gráfico donde se puede analizar el comportamiento de los genotipos bajo estudio (puntos en el gráfico *biplot*) y de los ambientes (vectores desde el origen) donde fueron evaluados. A nivel de los ambientes, el método divide el *biplot* en varios sectores a través de líneas punteadas que permite distinguir mega-ambientes en los cuales se ubican los ambientes explorados que presentan un comportamiento similar en función de los genotipos evaluados. Los genotipos más extremos se unen a través de líneas conformando un polígono, determinando los mejores genotipos para cada mega-ambiente. Los genotipos que se ubican más cercanos al eje del PC2 son más estables, mientras que cuanto mayor es el valor sobre el PC1 mayor es su rendimiento (Yan, 2001).

6. RESULTADOS

En el anexo 1 se detallan los resultados de los análisis que se realizaron para comprobar el supuesto de normalidad de las variables (Shapiro-Wilks, QQ Plot e histogramas). Aquellas variables que no tuvieron un comportamiento normal (P_mil; N°_Hil; Z_8mm) debieron ser transformadas a través de escores normales para que cumplan con la normalidad. A partir de esto se les realizó un ANOVA (anexo 2).

Se muestra en la tabla 4 un resumen de los resultados de los ANOVA sobre la significancia que los efectos de los genotipos (GENO), el ambiente (LOC) y la IGA (GENO*LOC) pudieran tener sobre las variables en estudio.

	Rend	P_Mil	Num_G	Vol_E	N°_Hil	PH	I_Flot	Z_8mm
GENO	**	**	**	**	**	**	**	**
LOC	**	*	**	**	**	**	**	**
GENO*LOC	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Tabla 4. Efecto de los genotipos, las localidades y su interacción para las variables en estudio. ns: diferencias no significativas; *: diferencias significativas ($0,05 < p < 0,01$); **: diferencias altamente significativas ($p < 0,01$).

El efecto de los genotipos fue altamente significativo para todas las variables analizadas, al igual que el efecto de las localidades, pero la IGA no mostró efectos significativos a excepción de la variable rendimiento.

Rendimiento y componentes

- Rendimiento en grano

A través de la comparación de medias por DGC (ver anexo 3) se encontró un rendimiento promedio de las poblaciones de 6126 kg. ha^{-1} (± 1041) mientras que para el híbrido de referencia (LP122-2xLP612) fue de 6219 kg. ha^{-1} (± 1621). Los cruzamientos más rendidores fueron: ARZM01087xLP612, ARZM01097xLP122-2, ARZM18041xLP122-2 y ARZM01091xLP122-2, con valores promedio de 7321 kg. ha^{-1} ($\pm 969,85$).

Esta variable presentó significativa interacción genotipo - ambiente. Para estudiar el comportamiento del germoplasma a través de los 3 ambientes evaluados se realizaron dos análisis multiambientales.

En la figura 1 se observan los rendimientos promedio de los 41 cruzamientos evaluados en las 3 localidades y su aporte a la interacción con el ambiente (Test de estabilidad). Aquellos que se encuentran ubicados a la derecha de la línea punteada roja presentan un significativo aporte a la IGA, siendo menos estable su comportamiento frente a cambios del ambiente. Los genotipos que se encuentran ubicados a la izquierda de la línea punteada roja, presentan bajo o nulo aporte a la IGA y su comportamiento es estable. El cruzamiento que se destacó no sólo por obtener el mayor rendimiento sino también la mayor estabilidad fue ARZM01087xLP612 (22). Pero también se pueden destacar ARZM18041xLP122-2

(19), ARZM01097xLP122-2 (5) y ARZM01091xLP122-2 (4), que presentaron mayor rendimiento y estabilidad que el híbrido de referencia (41).

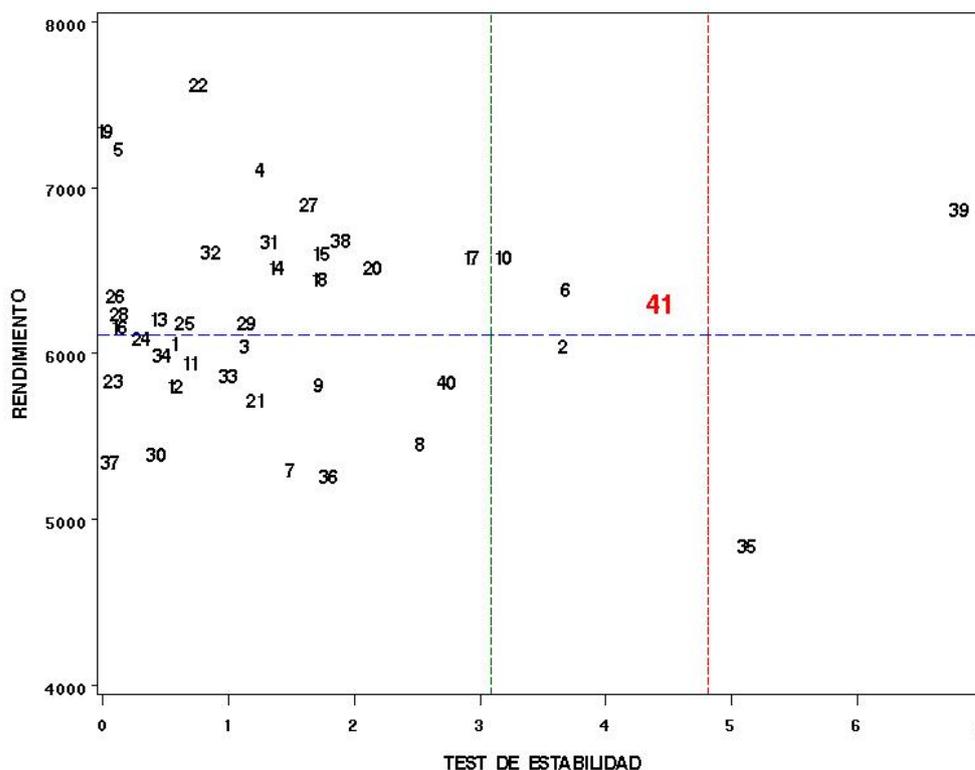


Figura 1. Análisis de IGA de Shukla.

La gráfica GGE *biplot* permite visualizar el comportamiento de los genotipos en los 3 ambientes evaluados (Figura 2). El modelo GGE *biplot* explicó el 89,2% de los efectos combinados de genotipos y de la interacción genotipo ambiente (el factor 1: 52,5% y el factor 2: 36,7%). Los valores del factor 1 en las abscisas del *biplot* representan el rendimiento de grano, y los del factor 2 en las ordenadas representan la IGA. La proximidad al valor cero del factor 2 indica mayor estabilidad, destacándose ARZM01144xLP122-2 (8) pero que no presenta elevado rendimiento. Se puede observar que cada localidad evaluada se ubicó dentro de diferentes mega-ambientes (líneas punteadas que salen del origen). Destacándose en el mega-ambiente de Chacabuco (CHACA) ARZM18041xLP612 (39), en Pergamino (PERGA) ARZM01087xLP612 (22) y en San Antonio de Areco (SADA) ARZM01091xLP122-2 (4), también podrían tenerse en cuenta por su buen

rendimiento y estabilidad ARZM01103xLP612 (27), ARZM18035xLP612 (38) y ARZM14056xLP612 (31).

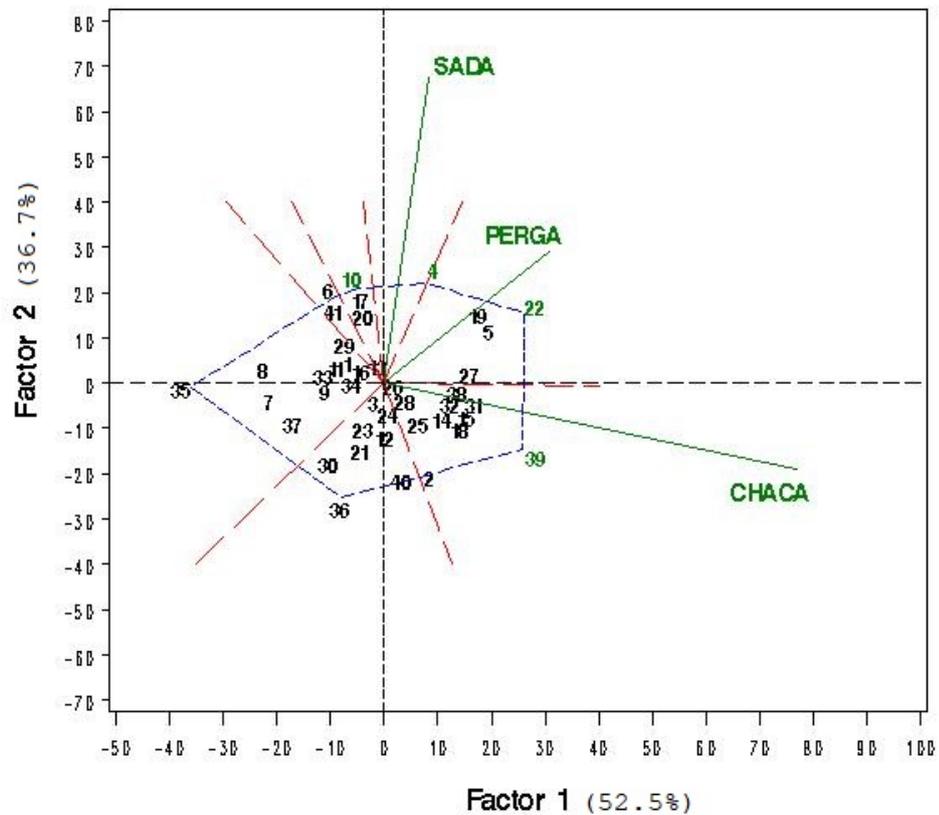


Figura 2. Análisis de IGA (GGE *biplot*).

Por último, se analizaron los componentes genéticos para esta variable (ver anexo 4), encontrándose que los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) fueron significativos, destacándose las poblaciones nativas ARZM01087, ARZM01097 y ARZM18041 como portadoras de alelos aditivos para mejorar el rendimiento en grano.

Sin embargo, los efectos no aditivos fueron más importantes que los efectos aditivos para la determinación del rendimiento en grano. Por medio de la ACE de las cruza se logró identificar a qué grupos heteróticos pertenecen las poblaciones nativas evaluadas. Las cruza que presentaron efectos de ACE positivos, significa que la línea endocriada y la población nativa participante de dicho cruzamiento pertenecen a grupos heteróticos opuestos, y cruza con efectos de ACE negativos indican que la línea endocriada y la población nativa participante de dicho

cruzamiento pertenecen a un mismo grupo heterótico. De las poblaciones nativas evaluadas en el presente trabajo se pueden distinguir a ARZM01087 y ARZM01103 cómo pertenecientes al grupo heterótico Argentino-Caribe (LP122-2), mientras que ARZM01097y ARZM18001 al grupo heterótico P465 (LP612).

- Peso de mil granos

El valor promedio para esta variable fue de 240 gr. A través de la comparación de medias se destacó ARZM01087xLP612, que superó al híbrido de referencia.

- Número de granos

Para esta variable, el valor promedio por metro cuadrado fue de 2.521 granos. Según el test de comparación de medias (anexo 3), la población ARZM18041xLP122-2 fue superior al híbrido de referencia.

- Volumen de espigas

El valor promedio de los genotipos evaluados fue de 114 cm³. Las poblaciones ARZM01103 (en su cruza tanto con LP612 como con LP122-2), ARZM01087, ARZM01097, ARZM01089 se destacaron por tener espigas más grandes según el test de comparación de medias (anexo 3).

- Número de hileras

En este caso el híbrido de referencia resultó superior al resto del germoplasma evaluado, pero ARZM01001, ARZM18041, ARZM01098 y ARZM01087 lograron igualarlo según el análisis de comparación de medias (anexo 3).

Caracteres de calidad comercial

- Peso hectolítrico (PH)

Como todos los genotipos evaluados son de tipo de grano Flint, esta variable no presentó diferencias estadísticamente significativas (ver anexo 3). El valor promedio fue de 79,1 kg. hl⁻¹, y todo el germoplasma superó el valor indicado por la Norma XXIX como requisito para el peso hectolítrico. En el análisis de componentes genéticos se encontró que los efectos aditivos resultaron más significativos, siendo ARZM14056 la población que tendría alelos aditivos para elevar el PH (deseable mayor a 76 kg. hl⁻¹ según Norma XXIX) y con efectos no aditivos de ARZM18041 para mejorar esta variable.

- Índice de flotación (I_Flot)

El promedio obtenido para esta variable fue de 33 %. De acuerdo con el test de comparación de medias (anexo 3), los cruzamientos ARZM14057xLP122-2 (12,67±2,31%), ARZM14056xLP122-2 (13±7,53%), ARZM02010xLP122-2 (16,62±8,76%), ARZM01089xLP122-2 (17,22±4,63%) y ARZM01097xLP612 (20,45±7,98%) presentaron valores significativamente superiores a los presentados por el híbrido de referencia y dentro de lo establecido por la Norma XXIX.

En el análisis de aptitud combinatoria, los efectos aditivos resultaron más significativos, tanto de las poblaciones ARZM01089, ARZM01097, ARZM14056 y ARZM14057 como de los probadores. Las poblaciones ARZM01097 y ARZM18041 tendrían alelos no aditivos para mejorar esta variable.

- Retención en zaranda de 8mm (Z_8mm)

El promedio obtenido para esta variable fue de 28%. De acuerdo con el test de comparación de medias (anexo 3), el cruzamiento ARZM01097xLP612 presentó los mayores valores ($57,58 \pm 8,14\%$) significativamente superiores a los presentados por el híbrido de referencia.

Los efectos de ACG resultaron más significativos, tanto para las poblaciones ARZM01097, ARZM14063, y ARZM14110 como para los probadores (principalmente LP612), en el caso de los efectos de ACE ARZM14019, ARZM18009, ARZM01091, ARZM14056 y ARZM18041 aportarían alelos no aditivos para mejorar la retención.

Correlación entre las variables estudiadas

Se muestran en la tabla 5 los valores de las correlaciones de Pearson encontrados entre todas las variables analizadas. Se puede observar que el rendimiento en grano tuvo una correlación fuertemente positiva y significativa con el número de granos al igual que el peso de los mismos, aunque este último de una magnitud mucho menor. Con respecto a los parámetros de calidad, se encontró una asociación negativa pero favorable con el índice de flotación y el rendimiento. Lo mismo se observa en la correlación entre peso hectolítrico e índice de flotación. En el caso de la retención en zaranda de 8 mm y el índice de flotación, su correlación es no significativa por lo que ambas variables podrían ser mejoradas por separado.

	Rend	P_Mil	Num_G	Vol_E	N°_Hil	PH	I_Flot	Z_8mm
Rend		**	**	**	**	**	**	**
P_Mil	0,36		**	**	**	**	ns	**
Num_G	0,78	-0,23		**	**	**	**	ns
Vol_E	0,49	0,41	0,3		**	**	**	**
N°_Hil	0,2	-0,26	0,41	0,24		ns	**	**
PH	0,47	0,26	0,39	0,26			**	**
I_Flot	-0,32		-0,32	-0,25	-0,23	-0,52		ns
Z_8mm	0,27	0,71		0,36	-0,45	0,25		

Tabla 5. Valores y significancia de la correlación de Pearson para el rendimiento en grano (Rend), peso de mil (P_Mil), número de granos (Num_G), volumen de espiga (Vol_E), número de hileras (N°_Hil), peso hectolítrico (PH), índice de flotación (Ind_Flot) y retención en zaranda de 8 mm (Z_8mm). ns: diferencias no significativas; **: diferencias altamente significativas ($p < 0,01$).

7. DISCUSIÓN

Se analizaron en este trabajo 20 poblaciones nativas que se encuentran conservadas en el BAP del INTA con el objetivo de detectar fuentes de alelos favorables que mejoren el rendimiento, sus componentes y los caracteres de calidad del patrón heterótico Flint utilizado en el programa de mejoramiento del INTA Pergamino. Vencovsky y Barriga (1992) señalan que la interacción línea x probador es la indicadora de efectos de aptitud combinatoria específica y pone en evidencia la presencia de dominancia y/o efectos epistáticos que permiten clasificar el material en grupos heteróticos y tomar decisiones respecto a los futuros cruzamientos. No sería factible cruzar las poblaciones entre sí ya que, según López *et al.* (1993) en cruzamientos entre poblaciones sus diferencias acumulativas pueden causar un desbalance génico que presente baja heterosis y algunos caracteres pueden manifestar un valor de F1 menor que el promedio de los padres.

Entre los caracteres analizados hubo gran variabilidad en los datos, resultado esperable en virtud de la divergencia de orígenes y características de las poblaciones nativas evaluadas. Según Eyhérbide (2010) el incremento del rendimiento o la mejora de cualquier otro carácter requiere niveles adecuados de variabilidad genética y considera necesario ampliar la base genética de manera permanente a fin de disponer de variabilidad que posibilite el progreso genético.

7.1 Rendimiento en grano y componentes

Los datos obtenidos para rendimiento mostraron resultados muy diversos, con cruzamientos de rinde promedio desde 4.722 kg. ha⁻¹ hasta 7.507 kg. ha⁻¹, entre los mejores se encuentran ARZM01087xLP612, ARZM01097xLP122-2, ARZM18041xLP122-2 y ARZM01091xLP122-2 que fueron altamente significativos ($p < 0,01$) y superiores al híbrido de referencia, que tuvo un rendimiento de 6.219 kg. ha⁻¹. De manera similar a la encontrada en este trabajo, Salhuana *et al.* (1998) hallaron que, al cruzar poblaciones nativas de maíz argentinas con dos probadores estadounidenses, los rendimientos eran mayores que al utilizar poblaciones del resto de América Latina. Además, observaron un patrón similar para las poblaciones locales argentinas *per se*, indicando un potencial de las mismas para mejorar el rendimiento. Martínez *et al.* (2011) también evaluaron 29

poblaciones nativas de maíz del Estado de Tamaulipas, México, encontrando poblaciones con buen rendimiento en grano y otros caracteres sobresalientes, lo que pone de manifiesto que las poblaciones nativas son fuentes de germoplasma que aportan diversidad genética y caracteres agronómicos que pueden ser aprovechados en los programas de mejoramiento.

Los ANOVAs realizados mostraron que el genotipo y las localidades tuvieron efectos altamente significativos en todas las variables analizadas, pero no se encontraron efectos de interacción genotipo - ambiente, a excepción de la variable rendimiento. La baja interacción genotipo - ambiente indica una respuesta consistente de las variables a través de los ambientes evaluados (Workie *et al.*, 2013). Para el rendimiento en grano, los análisis multiambientales realizados destacan también a ARZM01091xLP122-2, ARZM01087xLP612 y ARZM18041xLP612 como de mejor adaptación a los ambientes de SADA, Pergamino y Chacabuco respectivamente, sumándose así entre los cruzamientos destacados ARZM18041 con una performance similar al híbrido de referencia. Así mismo, los cruzamientos ARZM01097xLP122-2 y ARZM18041xLP122-2 que fueron mencionados anteriormente por su alto rendimiento se presentan como estables y adaptados a los ambientes evaluados. La población ARZM18041 cruzada por ambos probadores se ha destacado por su buena performance y estabilidad en los tres ambientes. La información obtenida en este trabajo permite hacer algunas aproximaciones preliminares respecto a los efectos de la IGA pero debería ser corroborada en años siguientes y en un mayor número de ambientes.

En cuanto al análisis de los componentes genéticos involucrados en la determinación del rendimiento en grano, los no aditivos fueron de mayor importancia. Sin embargo, las poblaciones ARZM01087, ARZM01097 y ARZM18041 fueron identificadas por poseer efectos aditivos para contribuir al rendimiento en grano y participan de los cruzamientos más promisorios encontrados en los ensayos realizados en el presente trabajo. El estudio de los componentes genéticos también contribuye a ubicar en los grupos heteróticos evaluados el germoplasma destacado, así las poblaciones ARZM01091 y ARZM01097 pertenecerían al grupo heterótico P465 y podrían ser incorporadas al mismo para mejorar el rendimiento en grano, mientras que la población ARZM01087 se encontró perteneciente al grupo heterótico Argentino-Caribe, pudiendo ser utilizada para mejorar el mismo. En el caso de la población ARZM18041 que presenta buen comportamiento con

ambos probadores los efectos de ACE la ubican en el primero de los grupos heteróticos antes mencionados, sin embargo, quizás podría conformar un grupo diferente a ambos. Otros autores han utilizado metodología similar a la aquí empleada con resultados similares. Popović *et al.* (2020) evaluaron, para el rendimiento en grano, 40 poblaciones nativas de los Balcanes occidentales con 3 probadores élite encontrando varios cruzamientos con significativa ACG, ACE e incluso ciertas poblaciones que expresaron heterosis con dos de los probadores, indicando la existencia de un nuevo patrón heterótico.

En cuanto a los componentes del rendimiento, se encontraron valores significativos y superiores al híbrido de referencia en varios cruzamientos. Para peso de mil granos se destacó ARZM01087, para número de granos ARZM18041, en el caso de volumen de espigas varios cruzamientos como el ARZM01103xLP612, ARZM01087xLP612, ARZM01089xLP122-2 y ARZM01097 en cruzamiento con ambos probadores. Para número de hileras el híbrido de referencia fue superior, pero ARZM01001, ARZM18041, ARZM01098, ARZM01087 lo igualaron. Esto coincide con lo informado por Dudley *et al.* (1996) y Kraja y Dudley (2000) y reafirma la aptitud de los materiales nativos como fuente de alelos favorables para variables relacionadas con el rendimiento. Lorea *et al.* (2005) evaluaron 16 poblaciones nativas del BAP para agregar variabilidad útil al programa de mejoramiento y poder potenciar los patrones heteróticos (flint x dent) encontrando que varias de las poblaciones analizadas tuvieron una composición alélica favorable para mejorar el rendimiento y varios de sus componentes en las líneas utilizadas en el trabajo.

7.2 Calidad de granos

Respecto a los caracteres de calidad de granos se destacaron varios cruzamientos con valores superiores al híbrido de referencia, lo que indicaría que las poblaciones aquí evaluadas serían útiles para aportar alelos no sólo para rendimiento, sino que también para mejorar la calidad de los granos de dicho híbrido. Además, el híbrido de referencia cumplimentó las variables de calidad de forma de tipificar según la Norma XXIX como maíz Flint, al igual que muchos de los cruzamientos evaluados. Sin embargo, el híbrido de referencia no alcanzó los parámetros requeridos por la industria de retención en zaranda de 8 mm, mientras que varios cruzamientos cumplimentaron esta demanda además de

los parámetros de la Norma XXIX. Por todo ello, los cruzamientos ARZM01089xLP122-2, ARZM02010xLP122-2, ARZM14019xLP122-2, ARZM14056xLP122-2, ARZM14057xLP122-2 y ARZM01097xLP612 podrían ser incorporados al patrón Flint en estudio con el objeto de mejorar el índice de flotación, mientras que los cruzamientos ARZM01091xLP122-2, ARZM01097 en cruzamiento con ambos probadores, ARZM02010xLP612, ARZM14056xLP612, ARZM14063xLP612, ARZM14110xLP612, ARZM18035xLP612 y ARZM18041xLP612 serían potencialmente útiles para incorporar una mejor retención en zaranda de 8 mm y alcanzar las demandas de la industria de molienda seca.

El análisis de componentes genéticos para las variables de calidad comercial, indicó que los efectos de ACG fueron más importantes de forma que estas características poseen una herencia mayormente aditiva en su determinación genética. En general, para el índice de flotación la línea LP122-2 aportó alelos aditivos en los cruzamientos que participó, y los mejores valores fueron encontrados en los cruzamientos con dicha línea, mientras que para la retención en zaranda de 8 mm la línea LP612 aportó efectos aditivos de forma que los mejores valores en su mayoría respondieron a cruzamientos donde esta línea estuvo involucrada. Cabe destacar que el cruzamiento ARZM01097xLP612 presentó valores aceptables para las 3 variables de calidad comercial aquí evaluadas.

Abdala *et al.* (2018) describieron cambios temporales en la composición y calidad de grano para molienda seca en la Argentina en 32 genotipos comerciales de maíz liberados desde 1965 hasta el año 2016. Encontraron que los genotipos actuales son menos adecuados para lograr rendimientos molineros de altos trozos de endosperma grandes en molienda seca. Esto se pudo observar principalmente por disminuciones en el peso hectolítrico del grano y aumentos en el índice de flotación. Por lo que las poblaciones podrían aportar alelos favorables para mejorar esta situación, según Mikić *et al.* (2017), incluso la más mínima participación de germoplasma nativo puede tener un gran impacto en el resultado final.

7.3 Relaciones entre variables

En la matriz de correlaciones de Pearson el rendimiento tuvo una relación significativa y positiva con todas las variables tanto de sus componentes como de calidad. Respecto a

los componentes del rendimiento, la relación que más se destacó fue el rendimiento en grano con el número de granos, con un alto coeficiente ($r = 0,78$). El número de granos por unidad de superficie es el componente que explica la mayor parte de la variación en rendimiento (Cirilo, 2016). Si bien en términos generales el peso del grano es considerado el componente del rendimiento más estable (Cárcova *et al.*, 2006), también se hallaron relaciones positivas y significativas entre éste y el rendimiento ($r = 0,36$). La correlación entre el volumen de espigas y el rendimiento fue elevada ($r = 0,49$), a su vez esta variable pareció estar más asociada al peso del grano ($r = 0,41$) que al número de granos ($r = 0,3$). El peso de mil granos se relacionó de manera negativa con el número de granos y el número de hileras por lo que al aumentar estas dos variables el peso parece disminuir. También se encontró una alta y positiva correlación entre el número de granos y el número de hileras ($r = 41$).

La correlación positiva entre el peso hectolítrico, la retención en zaranda de 8 mm y la asociación negativa con el índice de flotación en relación al rendimiento confirma la capacidad de las poblaciones de poder aportar alelos que permitan mejorar el rendimiento y los caracteres de calidad relacionados a la norma Flint y lograr granos que se caractericen por tener alta densidad, alto peso hectolítrico y bajo índice de flotación (Gerde *et al.*, 2016).

En cuanto al índice de flotación, la relación con el rendimiento fue altamente significativa pero negativa ($r = -0,32$), una condición deseable ya que a mayor rendimiento el índice de flotación es menor. El índice de flotación permite determinar la densidad del grano y ésta es una indicadora de la dureza del endosperma, característica importante en la molienda seca ya que resulta en mayores porcentajes de *grits* (Savin y Sorlino, 2015). Se han registrado varios casos en cultivos distintos del maíz en los que la selección de cultivares para obtener un alto rendimiento en grano implicó reducciones en la calidad del mismo. Anderson *et al.* (1997) descubrieron disminuciones en la calidad del grano de cultivares de alto rendimiento en el trigo. En soja numerosos estudios encontraron correlaciones negativas entre el rendimiento y la concentración de proteína (Wilcox y Guodong, 1997; Wilcox y Shibles, 2001; Rotundo *et al.*, 2009). Resulta evidente que la selección para rendimiento y mantener (o aumentar) la calidad del grano es factible, pero podría limitar las ganancias genéticas de rendimiento (Tamagno *et al.*, 2015).

7.4 Germoplasma destacado

Tal cómo se describe en los párrafos precedentes, este trabajo ha permitido identificar una amplia variabilidad presente en las poblaciones nativas evaluadas, y la presencia de alelos favorables para mejorar tanto el potencial productivo como la calidad comercial de granos del patrón heterótico colorado duro utilizado en el programa de mejoramiento de la EEA Pergamino de INTA.

Los análisis llevados adelante permiten seleccionar un grupo de poblaciones nativas que potencialmente podrían aportar la mejora antes mencionada y establecer una estrategia de utilización de las mismas. En la Tabla 6 se describen las poblaciones que potencialmente serían útiles de incorporar en el programa de mejoramiento, con sus características principales y a qué grupo heterótico deberían ser incluidas.

GRUPO HETERÓTICO	POBLACION	REND	PH	I_FLOT	Z_8mm
ARGENTINO-CARIBE	ARZM01087	7506.83	79	39	12
	ARZM18041	6750.55	78	42	11
	ARZM14057	6495.58	80	13	27
	ARZM14056	6561.02	81	13	14
	ARZM02010	6070.31	81	17	27
	ARZM01089	5710.75	80	17	16
P465	ARZM01097	7374.43	79	20	58
	ARZM18041	7223.51	80	31	40
	ARZM01091	7180.70	78	20	45
	ARZM14063	6280.08	79	42	46
	ARZM14110	6275.38	79	35	39
LP122-2xLP612	-	6219.21	79	21	8
ESTANDAR	-	-	>76	<25	>50

Tabla 6. Poblaciones seleccionadas para ser incorporadas en el programa de mejoramiento de la EEA INTA Pergamino. Rend.: rendimiento en grano en kg. ha⁻¹; PH: peso hectolítrico en kg. hl⁻¹; I_FLOT: índice de flotación expresado en porcentaje; Z_8mm: semillas retenidas en una zaranda de 8 mm expresado en porcentaje. Los cuadros en verde explicitan las características favorables de las poblaciones, los amarillos las desfavorables.

8. CONCLUSIÓN

Las poblaciones nativas evaluadas en cruzamientos con líneas endocriadas han demostrado presentar variabilidad y poseer alelos favorables que permitirían mejorar tanto el rendimiento en granos como la calidad comercial del patrón heterótico Flint utilizado en el programa de mejoramiento de la EEA INTA Pergamino.

Así, se logró identificar un grupo de poblaciones con características sobresalientes que permitirían mejorar el rendimiento en grano y que además presentaron estabilidad en los ambientes evaluados. De la misma manera, se pudieron reconocer un grupo de poblaciones capaces de mejorar la calidad comercial del germoplasma colorado duro de INTA. Si bien, en el presente trabajo se evaluaron las poblaciones en 3 ambientes durante una sola campaña, los efectos de interacción genotipo-ambiente sólo estuvieron presentes en el rendimiento en grano, indicando la necesidad de repetir el ensayo en un mayor número de ambientes durante varios años para definir mejor el comportamiento de las poblaciones. Por su parte, la falta de IGA en los caracteres de calidad comercial indicarían la posibilidad de tener mayor precisión en la selección de germoplasma útil para dichas características.

Los componentes genéticos que se encontraron del análisis dialélico realizado permite establecer la estrategia de utilización de las poblaciones nativas en los grupos heteróticos empleados, en función de los efectos de ACE mayoritarios encontrados para el rendimiento en grano. A su vez que los efectos mayoritarios de ACG hallados para las variables de calidad de granos también permite establecer la estrategia de selección *per se* en el desarrollo de futuras líneas en cada grupo heterótico. Así mismo, las correlaciones encontradas entre los caracteres evaluados indican la posibilidad de mejora conjunta para rendimiento en grano y calidad de granos.

9. BIBLIOGRAFIA

Abdala, LJ; Vitantonio-Mazzinia, LN; Gerdea, JA; Ribesb, FM; Murtaghc, G; Borrás, L. 2018. Dry milling grain quality changes in Argentinean maize genotypes released from 1965 to 2016. *Field Crops Research* 226: 74-82.

Anderson, WK; Shackley, BJ; Sawkins, D. 1997. Grain yield and quality: does there have to be a trade-off? In: *Wheat: Prospects for Global Improvement*. Springer, pp. 249-254.

Balzarini MG; Di Rienzo, JA. InfoGen versión 2016 FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.info-gen.com.ar>

Batista, J. 2016. Exportaciones de Maíz Flint a la Unión Europea, una visión desde SENASA. BCR (Bolsa de Comercio de Rosario, Argentina). Consultado 10 de may 2020. Disponible en <https://fcagr.unr.edu.ar/wpcontent/uploads/2016/08/5Batista%20Maiz%20flint%20Rosario%202016%20final.pdf>.

Borrás, L. 2020. Maíz Flint: Producción sustentable y calidad de grano. Rosario. Argentina. Tecnigráfica. 73 p.

Bracco, M; Lia, VV; Hernández, JC; Poggio, L; Gottlieb, AM. 2012. Genetic diversity of maize landraces from lowland and highland agro-ecosystems of Southern South America: implications for the conservation of native resources. *Annals of Applied Biology* 160:308-321.

Cárcova J, Borrás, L; Otegui, ME. 2006. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad del maíz. En: A.J. Pascale (ed.) *Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo*, 1ra. edición, 6ta. reimp., pp. 135-163, Ed. Facultad Agronomía, Univ. de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. ISBN 950-29-0713-2.

Cirilo, A; Cerrudo, A. 2014. Manejo eficiente del nitrógeno en Maíces Flint. Rosario. Argentina. Tecnográfica. 90 p.

Cirilo, A. 2016. Maíz Flint: Nutrición nitrogenada y calidad del grano. Pergamino, Argentina. RTA. Vol. 10. Nº 31.

Cruz, CD. 2013. Programa Genes - Diversidade Genética. Viçosa, MG: UFV

Cruz, CD y Regazzi, AJ. 1994. Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético. Universidade Federal de Viçosa.

Defacio, RA. 2009. Caracterización y evaluación de la variabilidad genética en poblaciones nativas de maíz (*Zea mays* L.) de la provincia de Buenos Aires en base a descriptores morfológicos y agronómicos. Tesis para acceder al título de magister en genética vegetal. Universidad Nacional de Rosario. 103 p.

Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarín, MG; González, L; Tablada, M; Robledo, CW. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

Dudley, JW; Lamkey, KR; Geadelmann, JL. 1996. Evaluation of populations for their potential to improve three maize hybrids. Crop Sci. 36:1553-1559. doi: 10.2135/cropsci1996.0011183X003600060025x.

Estrada, N. 2020. Diversificación: maíz Flint. Consultado el 30 mayo 2021. Disponible en <https://news.agrofy.com.ar/especiales/maiz20-21/transformacion-maiz>.

Eyhérbide, GH; Lorea, RD; Delucchi, C; López, CG; Ferrer, ME; Presello, DA; Defacio, RA. 2005. Evaluación del potencial de variedades nativas de maíz como recurso para el mejoramiento de un cruzamiento entre líneas duras coloradas. En: VIII Congreso Nacional de Maíz. 16-18 de noviembre. Rosario, Santa Fe (AR). P 354-357.

Eyhérabide, GH. 2006. Mejoramiento genético de maíz y su trayectoria en la Argentina. *Maíz y Nutrición. Revista MAIZAR*. 2: 14-21.

Eyhérabide, GH. 2010. Utilización de Variedades Nativas en el Mejoramiento de Maíz.

Consultado el 14 mayo 2020. Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/27617>. 13 p.

FAO, 2010. El estado de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura en el mundo. Consultado 14 mayo 2020. Disponible en www.fao.org/3/i1500s/i1500s.pdf.

FAO, 2020. Glosario. Consultado 14 mayo 2020. Disponible en <http://www.fao.org/wiews/glossary/es/>.

Ferrer, ME; Hourquescos, MJ; Borrás, FS; Solari, LR. 1994. Caracterización de germoplasma de maíz a través de RP-HPLC. VI Congreso Latinoamericano de Botánica. Mar del Plata.

Ferrer, M. 2012. Bases para el manejo del cultivo de Maíz. Ediciones INTA GESyC. Buenos Aires. Argentina. 297 p.

Gear, JRE. 2006. El cultivo de maíz en la Argentina. *Maíz y Nutrición. Revista MAIZAR*. 2: 4-8.

Gerde, JA; Tamagno, S; Di Paola, JC; Borrás, L. 2016. Genotype and nitrogen effects over maize kernel hardness and endosperm zein profiles. *Crop Sci*. 56:1225-1233. doi: 10.2135/cropsci2015.08.0526.

González, H; Sahagún, AJ; Vázquez, LM; Rodríguez, JE; Pérez, DJ; Domínguez, A; Franco, O; Balbuena, A. 2009. Identificación de variedades de maíz sobresalientes

considerando el modelo AMMI y los índices de Eskridge. *Agric. Téc. Méx.* 35(2): 189-200.

Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. *Australian Journal of Biological Science* 9: 463-93.

Hoecker, N; Keller, B; Piepho, HP; Hochholdinger, F. 2006. Manifestation of heterosis during early maize (*Zea mays* L.) root development. *Theoretical and Applied Genetics*. 112: 421-429.

Iglesias, J. 2008. Potencial de germoplasma nativo de maíz como donante de genes de resistencia a *Fusarium* asociado a bajo contenido de micotoxinas. Tesis de maestría en genética Vegetal. INTA-UNR. 65 p.

Incógnito, JP; Eyherabide, GH; Bertoia, LM; López, CG. 2013. Breeding Potential of Elite Maize Landraces to Improve Forage Yield and Quality of Two Heterotic Patterns. *Crop Sci.* 53:1 -11.

Kraja, A; Dudley, JW. 2000. Identification of tropical and temperate maize populations having favorable alleles for yield and other phenotypic traits. *Crop Sci.* 40:941–947. doi:10.2135/cropsci2000.404941x

Kuiper, E. 2014. Manejo eficiente del nitrógeno en Maíces Flint. Rosario. Argentina. *Tecnigrafica*. 90 p.

Ledesma-Ramírez, L; Solís-Moya, E; Suaste-Franco, MP; Rodríguez-Caracheo, JF; de la Cruz-González, ML. 2012. Análisis GGE biplot del rendimiento de trigo (*triticum* spp.) con riego normal y restringido en el bajío, México. *Agrociencia*. 46: 119-131.

López, C; Safont, J; Ferrer, ME; Eyherabide, GH; Solari, L. 1993. Heterosis entre poblaciones élite de maíz colorado cristalino y su incidencia en los procedimientos

de mejora. Jornadas sobre avances e investigaciones en maíz, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias (Lomas de Zamora). 21-25 p.

López, CG; Eyhéabide, GH; Delucchi, C; Percibaldi, NM; Castellarín, J; Pedrol, H; Borrás, F. 2005. Selección de poblaciones locales de maíz como fuente de alelos favorables para el mejoramiento del peso hectolítrico y la relación de molienda en un híbrido Flint x dentado. En: VIII Congreso Nacional de Maíz. 16 - 18 de noviembre. Rosario, Santa Fe (AR). 358-363 p.

Lorea, RD; Delucchi, C; Eyhéabide, GH; López, CG; Presello, DA. 2005. Evaluación del potencial de poblaciones nativas de Maíz como recurso para el mejoramiento de 2 híbridos entre líneas duro coloradas y dentadas. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Grupo de trabajo Maíz. Buenos Aires. Argentina. 8 p.

Luna, J; Kugler, W; Godoy, E; Mazzoni, L. 1964. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería, dirigida por L. Parodi. Maíz. p. 553-589.

MAGyP. 2015. Ministerio de agricultura, ganadería y pesca de la República Argentina. Norma XXIX Resolución Numero 757. Boletín oficial, octubre 17 1997, p. 17. Consultado 14 nov 17. Disponible en <http://www.infoleg.gov.ar>.

MAIZAR. 2017. La cadena del maíz Flint y la molienda seca. Consultado 4 mayo 2020. Disponible en <http://www.maizar.org.ar/vertext.php?id=527>.

Martínez, JAP; Castillo Mendoza, MC; López Santillán, JA; Castillo, F; González, MMR; Ortiz Cereceres, J. 2011. Rendimiento de grano y sus componentes en maíces nativos de Tamaulipas evaluados en ambientes contrastantes. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 34 (2): 85-92.

Maxted, N; Ford-Lloyd, B; Hawkes, JG. 1997. Complementary conservation strategies. In: Maxted N., Ford-Lloyd B. and Hawkes J.G. (eds), Plant Genetic Conservation: The in situ Approach. Chapman & Hall, London, p. 15 - 40.

Mikić, S; Kondić-Špika, A; Brbaklić, Lj; Stanisavljević, D; Čeran, M; Trkulja, D; Mitrović, B. 2017. Molecular and phenotypic characterisation of diverse temperate maize inbred lines in Southeast Europe. *Zemdirbyste-Agriculture*, 104 (1): 31-40. <http://fiver.ifvcns.rs/bitstream/handle/123456789/1689/1686.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pfarr, DG; Lamkey, KR. 1992. Comparison of methods for identifying populations for genetic improvement of maize hybrids. *Crop Sci.* 32:670-677.

Popović, A; Kravić, N; Babić, M; Prodanović, S; Sečanski, M; Babić, V. 2020. Breeding potential of maize landraces evaluated by their testcross performance. *Zemdirbyste-Agriculture*, vol. 107, No. 2 (2020), p. 153-160.

Presello, DA; Ferrer, M; Solari, L; Céliz, A. 1996. Resistencia al virus del Mal de Río Cuarto en variedades locales argentinas de maíz. *RIA* 27:19-26.

Presello, DA; Iglesias, J; Botta, G; Reid, LM; Lori, GA; Eyhérbide, GH. 2006. Stability of Maize Resistance to the Ear Rots Caused by *Fusarium graminearum* and *F. verticillioides* in Argentinian and Canadian Environment. *Euphytica* 147:403-407.

PROCIM. 1999. Caracterización y Desarrollo de Tipos Especiales de Germoplasma de Maíz para uso Industrial. Informe Final Proyecto INTA 80:017. EEA Pergamino

Ribes, MP. 2018. Manejo del Maíz Flint. Rosario, Argentina. Tecnigráfica. 102 p.

Robutti, JL; Borrás, FS; Ferrer, ME. 1997. Agrupamiento racial del maíz por quimiometría de RP-HPLC de zeínas. VI Congreso Argentino de Maíz. 12-14 de noviembre.

Robutti, JL; Borrás, FS; Ferrer, ME; Bietz, G. 2000. Grouping and Identification of Argentine Maize Races by Chemometric Analysis of Zein RP-HPLC Data. *Cereal Chemistry*. 77 (2):91-95.

Rossi, D. 2007. Evolución de los cultivares de maíz utilizados en la Argentina. *Agromensajes*. Facultad de Ciencias Agrarias UNR. 22:3-11.

Rotundo, JL; Borrás, L; Westgate, ME; Orf, JH. 2009. Relationship between assimilate supply per seed during seed filling and soybean seed composition. *Field Crops Res*. 112, 90-96.

Safont Lis, J. 1971. Comparación de nudos cromosómicos entre las razas de maíz pampeanas y del Caribe. Informe Técnico nº 105. Problemas de Genética vinculados al Mejoramiento Animal y Vegetal. INTA EEA-Pergamino.

SAGyP (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, Argentina). 1994. Resolución SAGyP N° 1075/94. Consultado el 14 may 2020. Disponible en <http://www.senasa.gob.ar/normativas/resolucion-1075-1994-sagpya-secretaria-de-agricultura-ganaderia-pesca-y-alimentos#anexoXXVI>

Salhuana, W; Pollak, LM; Ferrer, ME; Paratori, O; Vivo, G. 1998. Breeding Potential of Maize Accessions from Argentina, Chile, USA, and Uruguay. *Crop Sci*. 38:866-872.

Savin, R; Sorlino, DM. 2015. Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. Buenos Aires, Argentina. En: A.J. Pascale (ed.) Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo, 1ra. edición, 6ta. reimp., pp. 135-163, Ed. Facultad Agronomía, Univ. de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. ISBN 950-29-0713-2.

Seetharaman, K; Tziotis, A; Borrás, F; White P; Ferrer M; Robutti, J. 2001. Thermal and Functional Characterization of Starch from Argentinean Corn. *Cereal Chemistry* 78(4):379-386 (2001).

Shukla, GK. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype–environmental components of variability. *Heredity* 29, 237-245.

Sprague, GF; Tatum, A. 1942. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. *J. Am. Soc. Agron.* 34:923-32.

Tamagno, S; Greco, IA; Almeida, H; Borrás, L. 2015. Physiological differences in yield related traits between flint and dent Argentinean commercial maize genotypes. *Eur. J. Agron.* 68:50-56. doi: 10.1016/j.eja.2015.04.001

Vencovsky, R; Barriga, P. 1992. *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética. 486p.

Wilcox, JR; Guodong, Z. 1997. Relationships between seed yield and seed protein in determinate and indeterminate soybean populations. *Crop Sci.* 37, 361-364.

Wilcox, JR; Shibles, RM. 2001. Interrelationships among seed quality attributes in soybean. *Crop Sci.* 41, 11-14.

Workie, A; Habtamu, Z; Yigzaw, D. 2013. Genotype X environment interaction of maize (*Zea mays* L.) across North Western Ethiopia. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, Vol. 5(9): 171-181.

Yan, W; Hunt, LA; Qinglai, S; Szalvincs, Z. 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Sc.* 40: 597-605.

Yan, W. 2001. GGE-biplot- a Windows application for graphical analysis of multi-environment trial data and other types of two-way data. *Agron. J.* 93(5): 1111-1118.

Yan, W; Holland, JB. 2010. A heritability-adjusted GGE biplot for test environment evaluation. *Euphytica* 171: 355-369.

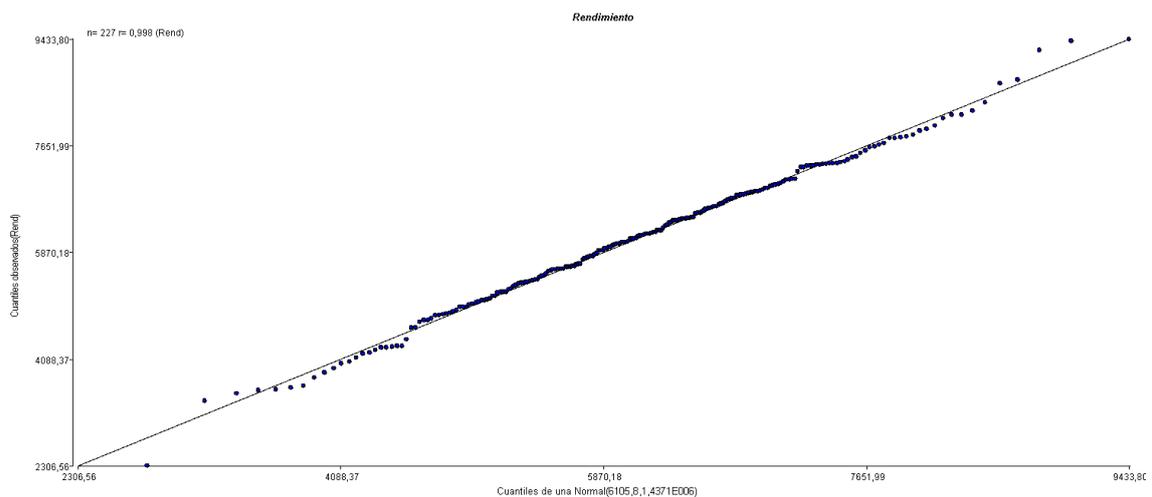
10. ANEXOS

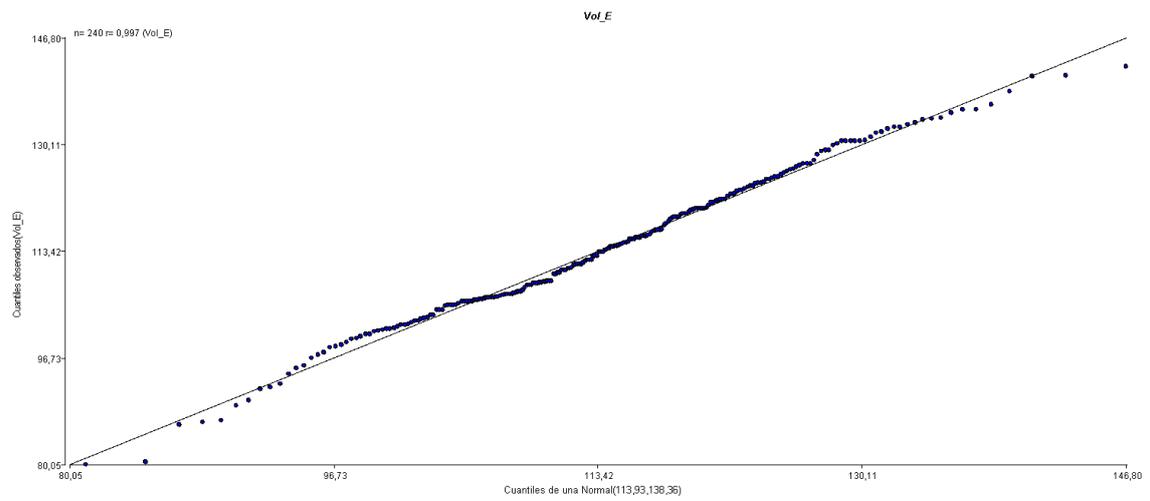
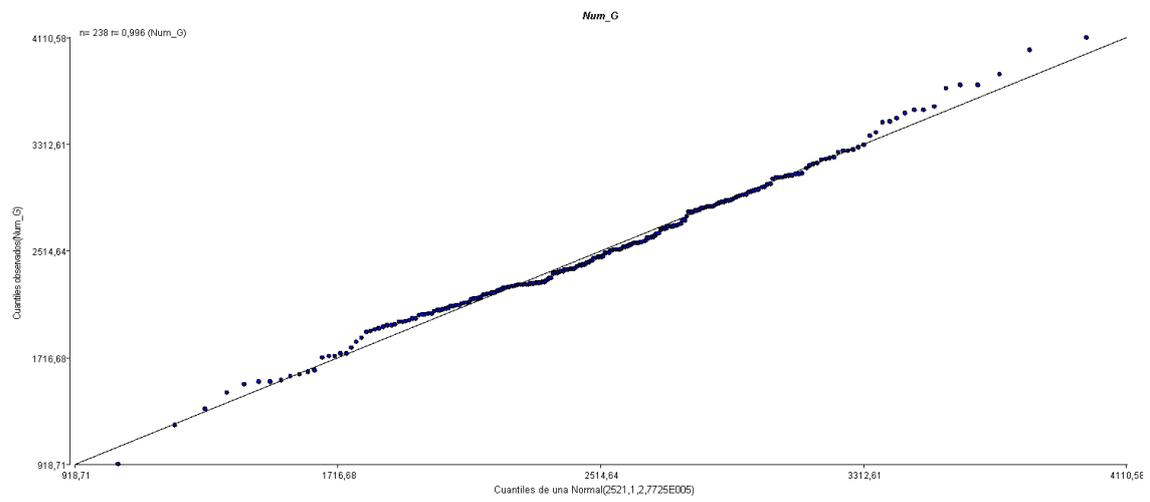
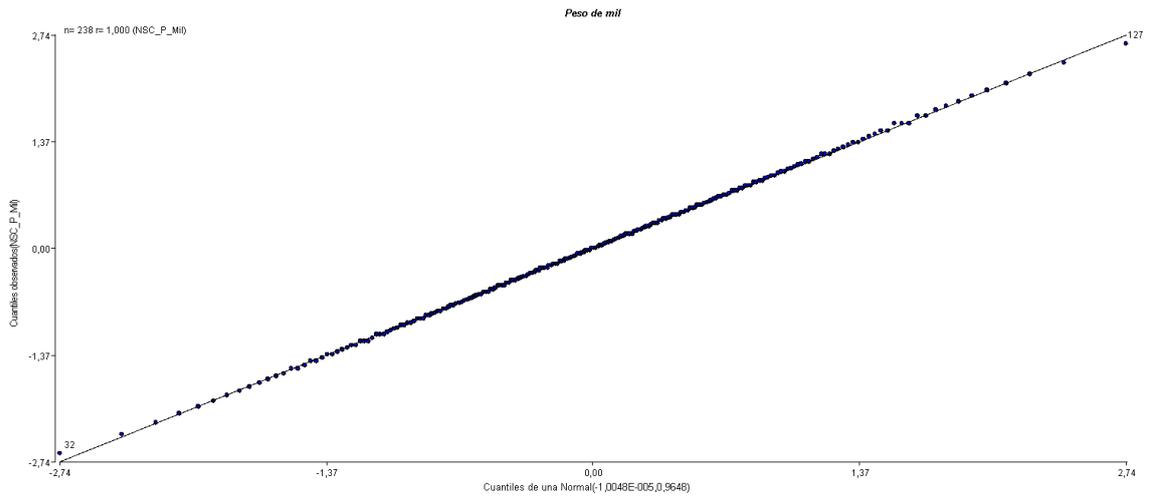
ANEXO 1

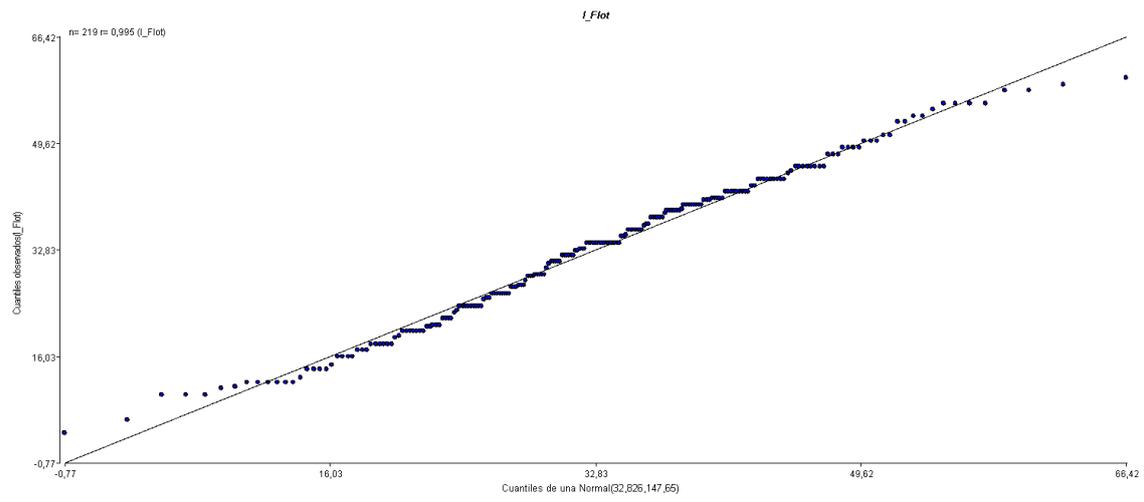
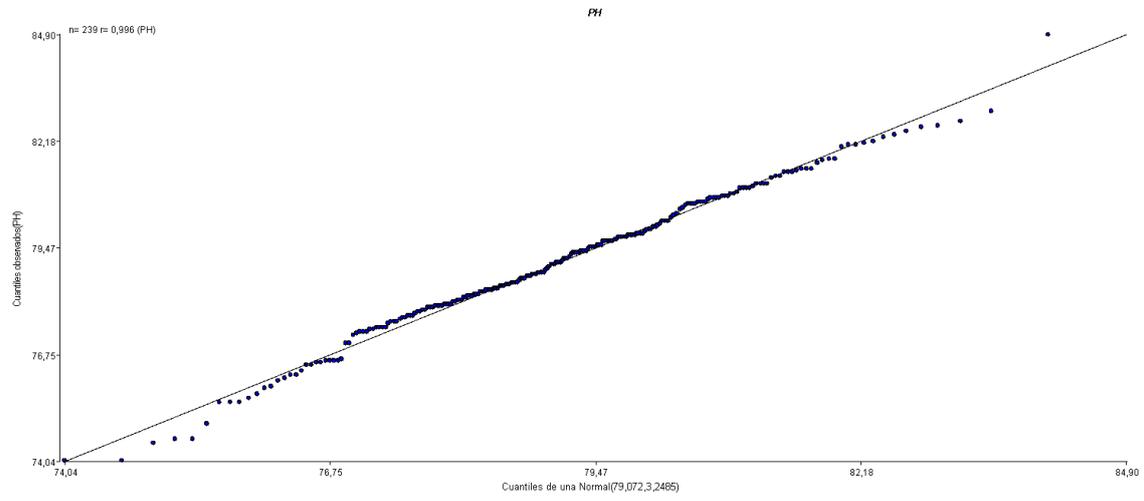
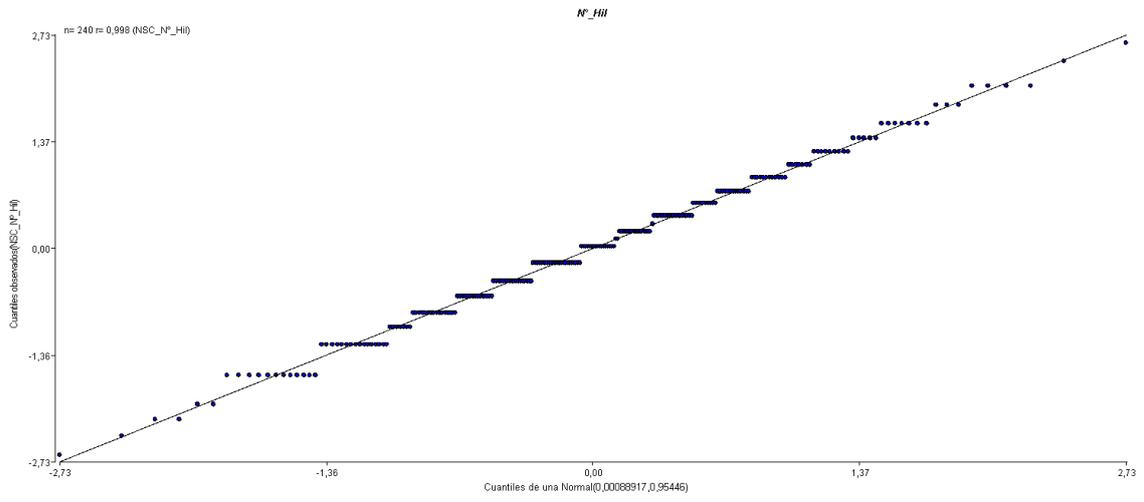
- Prueba de normalidad (Shapiro - Wilks)

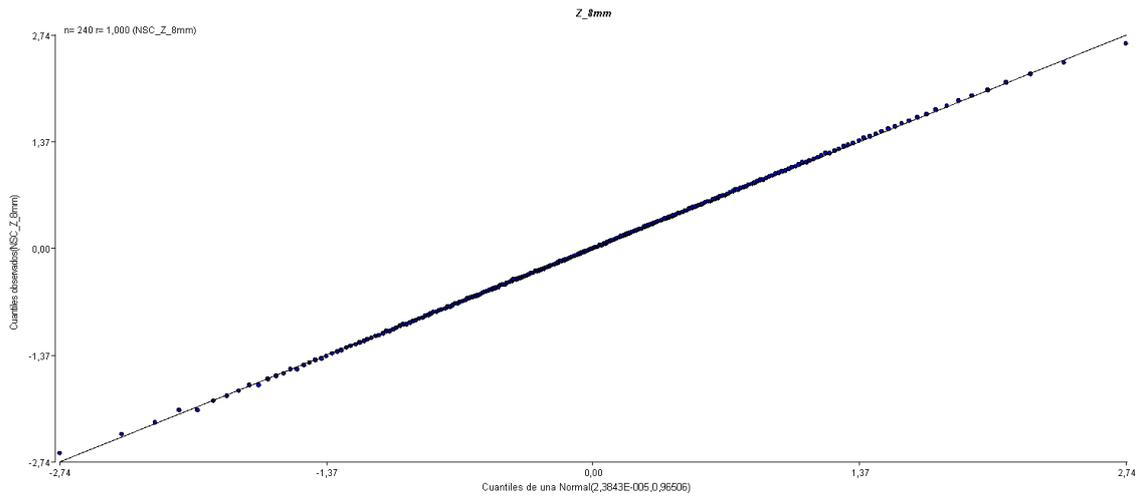
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Rend	227	6105,80	1198,77	0,99	0,8927
NSC_P_Mil	238	-1,0E-05	0,98	0,99	0,8195
Num_G	238	2521,05	526,55	0,99	0,5950
Vol_E	240	113,93	11,76	0,98	0,2172
NSC_Nº_Hil	240	8,9E-04	0,98	0,99	0,4012
PH	239	79,08	1,80	0,99	0,6344
I_Flot	219	32,83	12,15	0,98	0,0116
NSC_Z_8mm	240	2,4E-05	0,98	0,99	0,8211

- Gráficos de QQ Plot

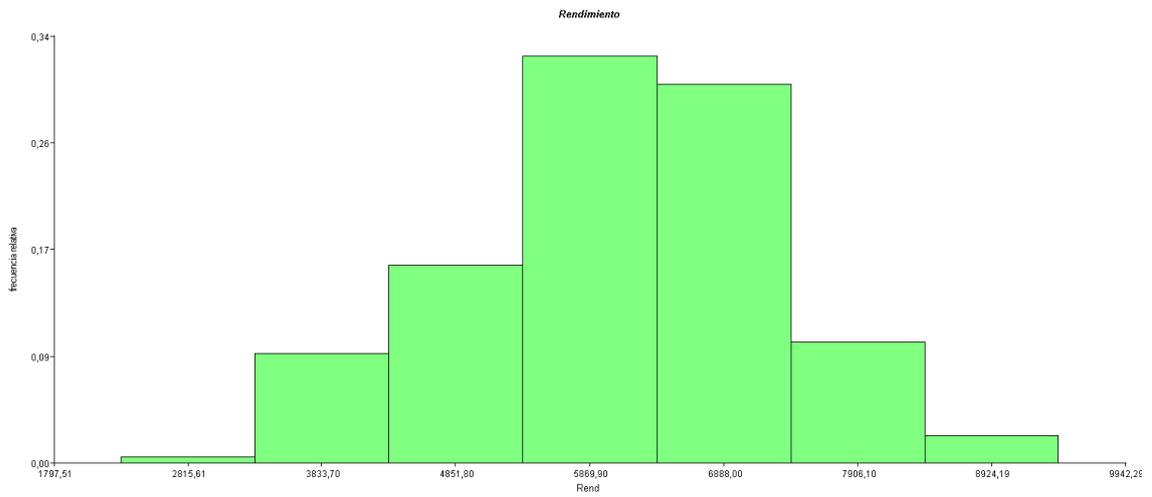


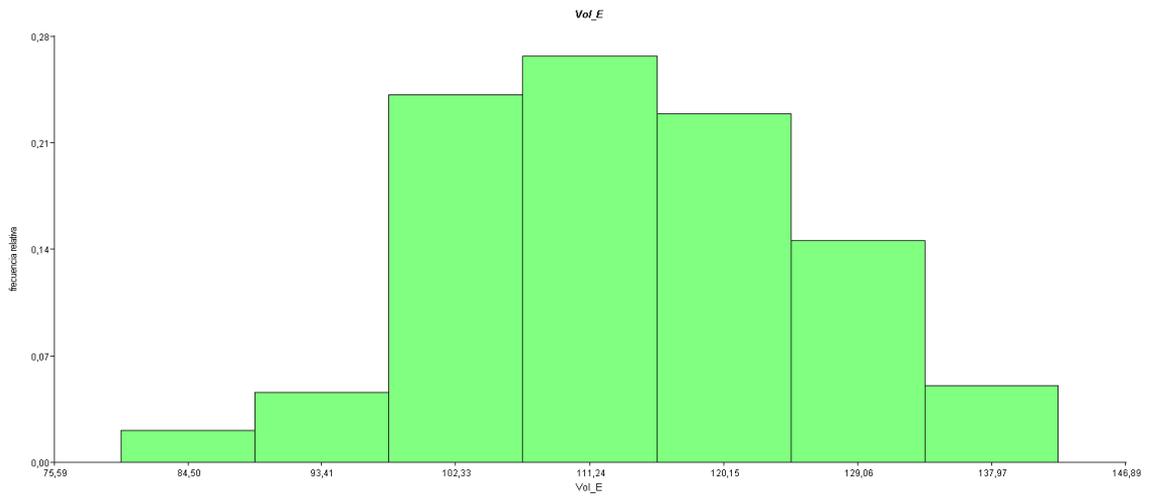
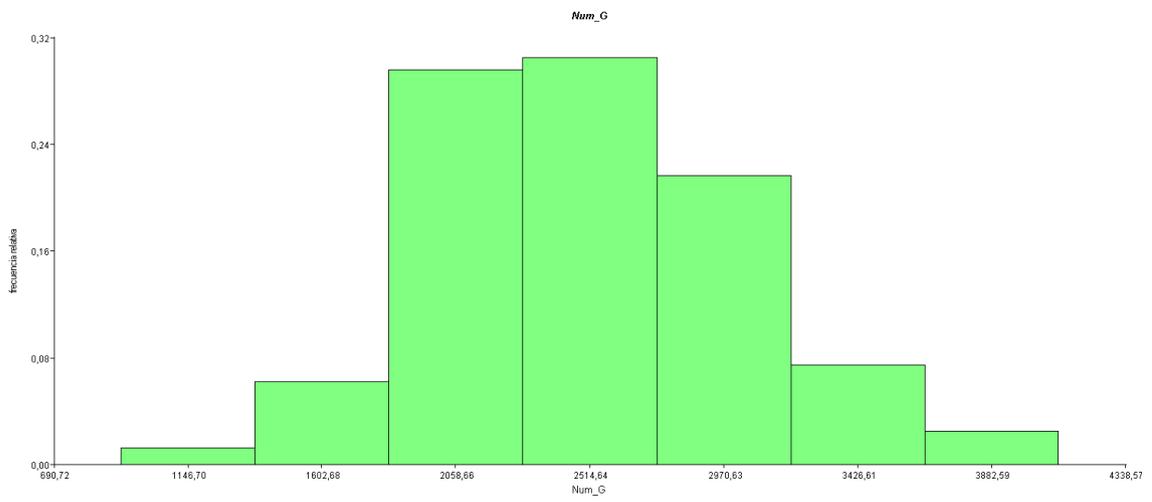
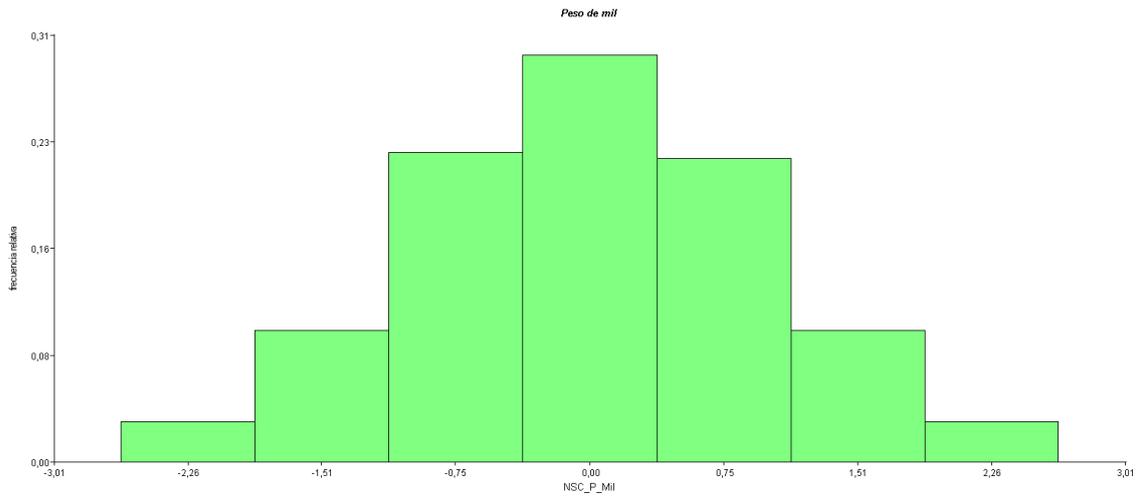


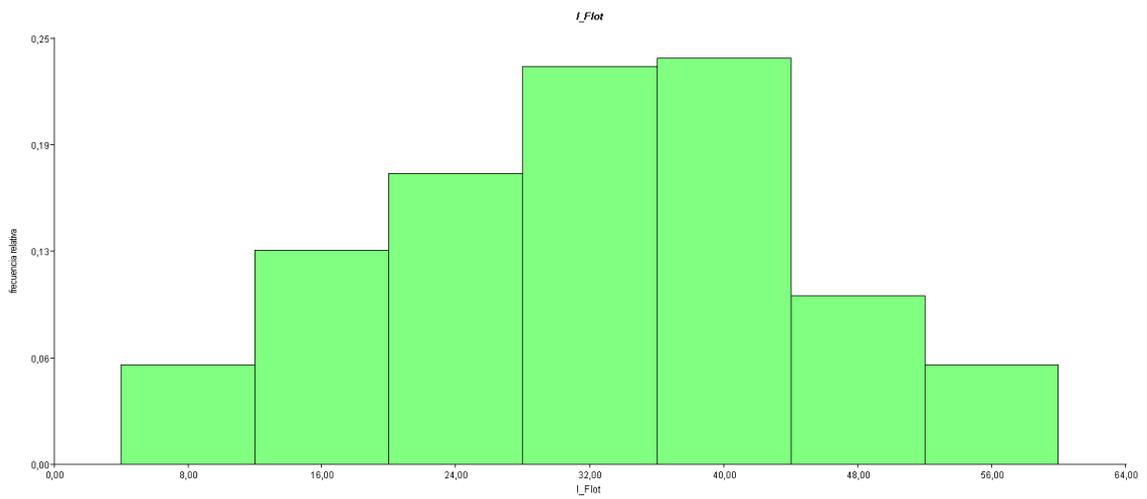
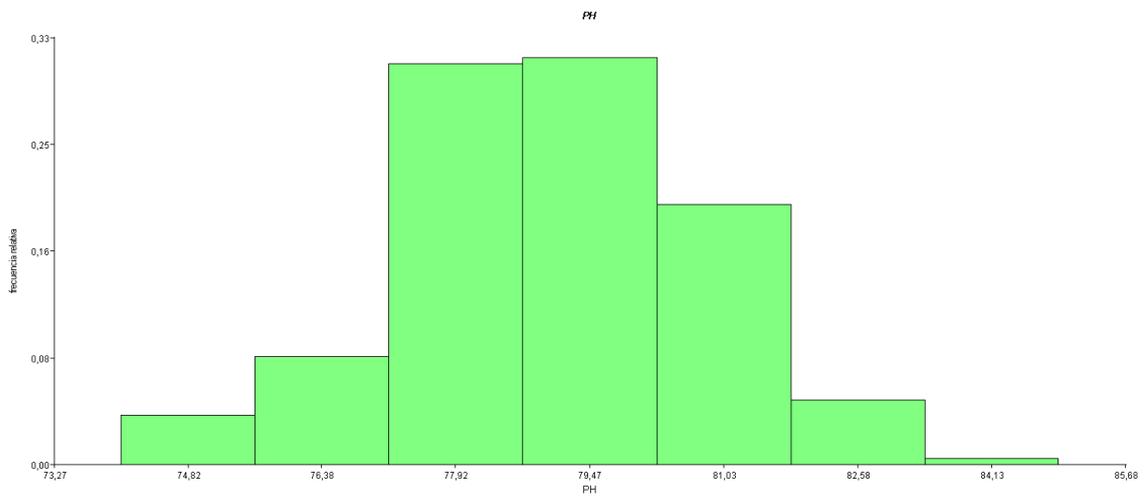
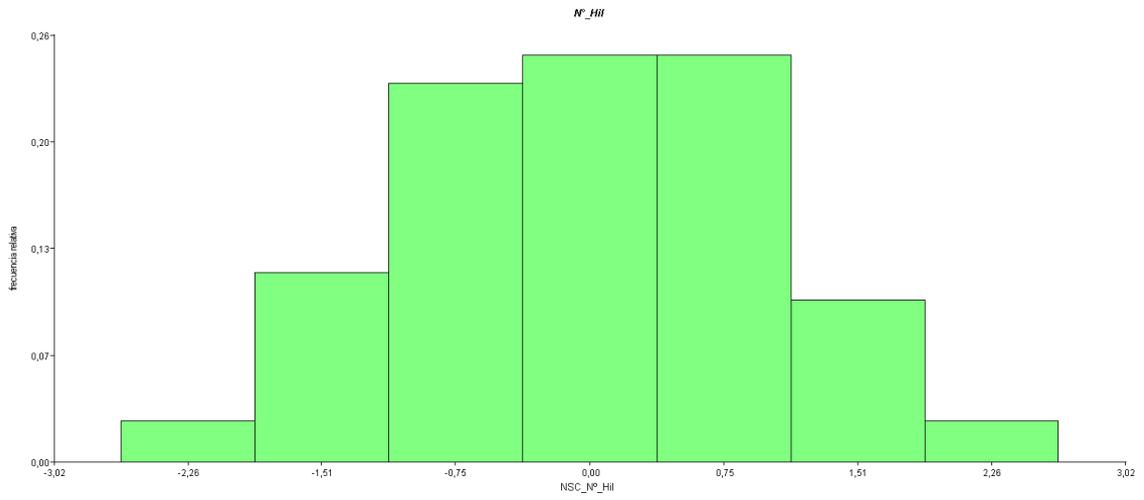


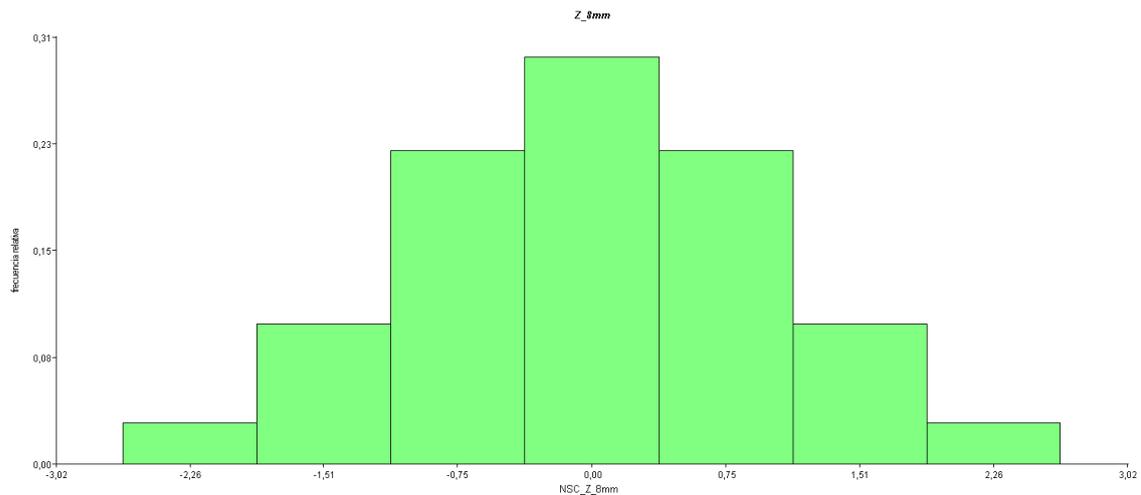


- Histogramas









ANEXO 2

- Análisis de varianza para las variables en estudio

Rendimiento

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
MODELO	248181365	124	2001462,62	2,67	<0,0001
PEDIGREE	80987544,4	40	2024688,61	2,7	<0,0001
LOCALIDAD	74952999,7	2	37476499,83	49,91	<0,0001
BLOQUE	2277545,37	2	1138772,68	1,52	0,2244
GXA	89963275,7	80	1124540,95	1,5	0,0271
ERROR	76590461,6	102	750886,88		
TOTAL	324771827	226			

P_Mil

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
MODELO	166,36	124	1,34	2,43	<0,0001
PEDIGREE	107,17	40	2,68	4,86	<0,0001
LOCALIDAD	7,79	2	3,89	7,06	0,0013
BLOQUE	3,16	2	1,58	2,86	0,0613
GXA	48,25	80	0,6	1,09	0,3274
ERROR	62,3	113	0,55		
TOTAL	228,66	237			

Num_G

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
MODELO	49025085,8	124	395363,6	2,68	<0,0001
PEDIGREE	25573241,5	40	639331,04	4,33	<0,0001
LOCALIDAD	8841236,09	2	4420618,05	29,94	<0,0001
BLOQUE	475123,79	2	237561,9	1,61	0,2047
GXA	14135484,5	80	176693,56	1,2	0,1889
ERROR	16685462,5	113	147658,96		
TOTAL	65710548,3	237			

Vol_E

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
MODELO	21325,52	124	171,98	1,68	0,0024
PEDIGREE	8929,28	40	223,23	2,19	0,0007
LOCALIDAD	5206,75	2	2603,37	25,5	<0,0001
BLOQUE	179,92	2	89,96	0,88	0,4171
GXA	7009,57	80	87,62	0,86	0,7657
ERROR	11741,42	115	102,1		
TOTAL	33066,93	239			

N°_Hil

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
MODELO	185,89	124	1,5	4,08	<0,0001
PEDIGREE	156,21	40	3,91	10,64	<0,0001
LOCALIDAD	6,51	2	3,26	8,87	0,0003
BLOQUE	0,81	2	0,41	1,1	0,3348
GXA	22,36	80	0,28	0,76	0,9027
ERROR	42,23	115	0,37		
TOTAL	228,12	239			

PH

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
MODELO	534,04	124	4,31	2,08	<0,0001
PEDIGREE	303,07	40	7,58	3,65	<0,0001
LOCALIDAD	67,59	2	33,8	16,29	<0,0001
BLOQUE	14,06	2	7,03	3,39	0,0372
GXA	149,32	80	1,87	0,9	0,6905
ERROR	236,5	114	2,07		
TOTAL	770,54	238			

I_Flot

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
MODELO	26725,88	124	215,53	3,71	<0,0001
PEDIGREE	17392,95	40	434,82	7,48	<0,0001
LOCALIDAD	1762,07	2	881,04	15,16	<0,0001
BLOQUE	1655,54	2	827,77	14,25	<0,0001
GXA	5915,31	80	73,94	1,27	0,1303
ERROR	5462	94	58,11		
TOTAL	32187,88	218			

Z_8mm

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
MODELO	197,5	124	1,59	5,53	<0,0001
PEDIGREE	161,34	40	4,03	13,99	<0,0001
LOCALIDAD	9,99	2	4,99	17,32	<0,0001
BLOQUE	0,6	2	0,3	1,05	0,3543
GXA	25,57	80	0,32	1,11	0,3036
ERROR	33,15	115	0,29		
TOTAL	230,65	239			

ANEXO 3

- Comparación de medias a través de DGC

RENDIMIENTO			
ENTRY	Medias		
[ARZM01087]x[LP612]	7506,83	A	
[ARZM01097]x[LP122-2]	7374,43	A	
[ARZM18041]x[LP122-2]	7223,51	A	
[ARZM01091]x[LP122-2]	7180,7	A	
[ARZM01103]x[LP612]	6782,35		B
[ARZM18041]x[LP612]	6750,55		B
[ARZM18035]x[LP122-2]	6593,66		B
[ARZM18035]x[LP612]	6563,19		B
[ARZM14056]x[LP612]	6561,02		B
[ARZM14057]x[LP612]	6495,58		B
[ARZM18001]x[LP122-2]	6492,88		B
[ARZM18011]x[LP122-2]	6473,8		B
[ARZM14019]x[LP122-2]	6461,92		B
[ARZM18047]x[LP122-2]	6402,51		B
[ARZM14063]x[LP122-2]	6280,08		B
[ARZM14110]x[LP122-2]	6275,38		B
[ARZM01098]x[LP122-2]	6267,73		B
LP122-2xLP612	6219,21		B
[ARZM01098]x[LP612]	6219,07		B
[ARZM01144]x[LP612]	6122,92		B
[ARZM02010]x[LP612]	6070,31		B
[ARZM01097]x[LP612]	6065,72		B
[ARZM18009]x[LP122-2]	6044,88		B
[ARZM01091]x[LP612]	5980,02		B
[ARZM01001]x[LP122-2]	5942,48		B
[ARZM01089]x[LP122-2]	5931,57		B
[ARZM14110]x[LP612]	5928,22		B
[ARZM14056]x[LP122-2]	5913,33		B
[ARZM14057]x[LP122-2]	5767,86		B
[ARZM14063]x[LP612]	5752,33		B
[ARZM01087]x[LP122-2]	5726,55		B
[ARZM18047]x[LP612]	5714,82		B
[ARZM01089]x[LP612]	5710,75		B
[ARZM02010]x[LP122-2]	5699,15		B
[ARZM01001]x[LP612]	5606,89		B
[ARZM01144]x[LP122-2]	5340,55		B
[ARZM14019]x[LP612]	5257,08		B
[ARZM18011]x[LP612]	5232,16		B
[ARZM01103]x[LP122-2]	5182,68		B
[ARZM18009]x[LP612]	5023,68		B
[ARZM18001]x[LP612]	4722,28		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

P_Mil				
ENTRY	Medias			
[ARZM01087]x[LP612]	300	A		
[ARZM01097]x[LP612]	285		B	
[ARZM14056]x[LP612]	278		B	
[ARZM18041]x[LP612]	267		B	
[ARZM01091]x[LP612]	266		B	
[ARZM14063]x[LP612]	266		B	
[ARZM18035]x[LP612]	265		B	
[ARZM14110]x[LP612]	264		B	
[ARZM01103]x[LP612]	263		B	
[ARZM01098]x[LP612]	257		B	
[ARZM02010]x[LP612]	254		B	
[ARZM01089]x[LP612]	252		B	
[ARZM01001]x[LP612]	252		B	
[ARZM18011]x[LP612]	252		B	
[ARZM18047]x[LP612]	252		B	
[ARZM14057]x[LP612]	244		B	
[ARZM14019]x[LP122-2]	242		B	
[ARZM14063]x[LP122-2]	242		B	
[ARZM01097]x[LP122-2]	242		B	
[ARZM18001]x[LP122-2]	241		B	
[ARZM14110]x[LP122-2]	241		B	
[ARZM01144]x[LP612]	238		B	
[ARZM18009]x[LP612]	232			C
[ARZM18011]x[LP122-2]	231			C
[ARZM18001]x[LP612]	230			C
[ARZM18035]x[LP122-2]	229			C
[ARZM14057]x[LP122-2]	228			C
[ARZM14056]x[LP122-2]	226			C
LP122-2xLP612	226			C
[ARZM14019]x[LP612]	224			C
[ARZM02010]x[LP122-2]	222			C
[ARZM01091]x[LP122-2]	222			C
[ARZM18047]x[LP122-2]	221			C
[ARZM01087]x[LP122-2]	219			C
[ARZM01144]x[LP122-2]	219			C
[ARZM18041]x[LP122-2]	219			C
[ARZM01103]x[LP122-2]	218			C
[ARZM01089]x[LP122-2]	211			C
[ARZM18009]x[LP122-2]	210			C
[ARZM01098]x[LP122-2]	207			C
[ARZM01001]x[LP122-2]	198			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Num_G				
ENTRY	Medias			
[ARZM18041]x[LP122-2]	3357,67	A		
[ARZM01098]x[LP122-2]	3052,87		B	
[ARZM01091]x[LP122-2]	3011,64		B	
[ARZM01001]x[LP122-2]	2998,37		B	
[ARZM18047]x[LP122-2]	2995,45		B	
[ARZM01097]x[LP122-2]	2955,76		B	
[ARZM18009]x[LP122-2]	2882,71		B	
[ARZM01089]x[LP122-2]	2811,63		B	
LP122-2xLP612	2791,06		B	
[ARZM18001]x[LP122-2]	2746,4		B	
[ARZM14019]x[LP122-2]	2738,41		B	
[ARZM18035]x[LP122-2]	2718,26		B	
[ARZM18011]x[LP122-2]	2701,17		B	
[ARZM14057]x[LP612]	2668,33		B	
[ARZM14056]x[LP122-2]	2651,71		B	
[ARZM02010]x[LP122-2]	2603,99			C
[ARZM01103]x[LP612]	2576,55			C
[ARZM01087]x[LP122-2]	2576,42			C
[ARZM01144]x[LP612]	2553,4			C
[ARZM01087]x[LP612]	2543,49			C
[ARZM18041]x[LP612]	2525,47			C
[ARZM18035]x[LP612]	2490,34			C
[ARZM14110]x[LP122-2]	2456,53			C
[ARZM01144]x[LP122-2]	2423,29			C
[ARZM02010]x[LP612]	2420,24			C
[ARZM14063]x[LP122-2]	2402,58			C
[ARZM14057]x[LP122-2]	2378,22			C
[ARZM01103]x[LP122-2]	2375,23			C
[ARZM14056]x[LP612]	2372,2			C
[ARZM18047]x[LP612]	2245,91			C
[ARZM01098]x[LP612]	2237,58			C
[ARZM01091]x[LP612]	2236,55			C
[ARZM01001]x[LP612]	2223,5			C
[ARZM01097]x[LP612]	2154,26			C
[ARZM14019]x[LP612]	2146,1			C
[ARZM14063]x[LP612]	2142,19			C
[ARZM14110]x[LP612]	2136,34			C
[ARZM01089]x[LP612]	2060,88			C
[ARZM18011]x[LP612]	2055,85			C
[ARZM18001]x[LP612]	2013,54			C
[ARZM18009]x[LP612]	1951,72			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Vol_E				
ENTRY	Medias			
[ARZM01103]x[LP612]	128	A		

[ARZM01087]x[LP612]	126	A	
[ARZM01097]x[LP612]	124	A	
[ARZM01091]x[LP612]	123	A	
[ARZM18035]x[LP612]	123	A	
[ARZM01089]x[LP122-2]	122	A	
[ARZM14110]x[LP612]	121	A	
[ARZM01097]x[LP122-2]	121	A	
[ARZM01001]x[LP122-2]	121	A	
[ARZM01001]x[LP612]	119	A	
[ARZM01144]x[LP612]	119	A	
[ARZM14063]x[LP122-2]	118	A	
[ARZM18041]x[LP122-2]	115		B
[ARZM02010]x[LP612]	115		B
[ARZM01091]x[LP122-2]	115		B
[ARZM14056]x[LP612]	115		B
[ARZM02010]x[LP122-2]	115		B
[ARZM01087]x[LP122-2]	115		B
[ARZM18001]x[LP122-2]	114		B
[ARZM01098]x[LP612]	114		B
[ARZM14019]x[LP122-2]	114		B
[ARZM14056]x[LP122-2]	113		B
[ARZM18035]x[LP122-2]	113		B
[ARZM14057]x[LP122-2]	113		B
[ARZM14110]x[LP122-2]	112		B
[ARZM14057]x[LP612]	112		B
[ARZM18041]x[LP612]	112		B
[ARZM18047]x[LP612]	111		B
[ARZM01144]x[LP122-2]	110		B
[ARZM01103]x[LP122-2]	110		B
[ARZM01098]x[LP122-2]	110		B
[ARZM18009]x[LP122-2]	109		B
LP122-2xLP612	109		B
[ARZM18011]x[LP122-2]	109		B
[ARZM18001]x[LP612]	109		B
[ARZM01089]x[LP612]	108		B
[ARZM14063]x[LP612]	106		B
[ARZM18011]x[LP612]	106		B
[ARZM18047]x[LP122-2]	104		B
[ARZM18009]x[LP612]	104		B
[ARZM14019]x[LP612]	102		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

N° Hil				
ENTRY	Medias			
LP122-2xLP612	16,4	A		
[ARZM01001]x[LP122-2]	16,4	A		
[ARZM18041]x[LP122-2]	16	A		

[ARZM01098]x[LP122-2]	15,93	A		
[ARZM01087]x[LP122-2]	15,87	A		
[ARZM01001]x[LP612]	15,73	A		
[ARZM01144]x[LP122-2]	15,7	A		
[ARZM01087]x[LP612]	15,67	A		
[ARZM01089]x[LP122-2]	15,63	A		
[ARZM01103]x[LP122-2]	15,5	A		
[ARZM01091]x[LP122-2]	15,43	A		
[ARZM14057]x[LP122-2]	15,23		B	
[ARZM01144]x[LP612]	15,2		B	
[ARZM18009]x[LP122-2]	14,97		B	
[ARZM14056]x[LP122-2]	14,93		B	
[ARZM18035]x[LP122-2]	14,7		B	
[ARZM18001]x[LP122-2]	14,67		B	
[ARZM01098]x[LP612]	14,67		B	
[ARZM18011]x[LP122-2]	14,63		B	
[ARZM14063]x[LP122-2]	14,6		B	
[ARZM01103]x[LP612]	14,57		B	
[ARZM18035]x[LP612]	14,57		B	
[ARZM18047]x[LP122-2]	14,55		B	
[ARZM02010]x[LP122-2]	14,5		B	
[ARZM18001]x[LP612]	14,4		B	
[ARZM01089]x[LP612]	14,4		B	
[ARZM14110]x[LP122-2]	14,35		B	
[ARZM01097]x[LP612]	14,17			C
[ARZM18047]x[LP612]	14,13			C
[ARZM14056]x[LP612]	14,07			C
[ARZM14057]x[LP612]	14,03			C
[ARZM18011]x[LP612]	14			C
[ARZM01097]x[LP122-2]	14			C
[ARZM14110]x[LP612]	13,9			C
[ARZM18009]x[LP612]	13,87			C
[ARZM14019]x[LP122-2]	13,87			C
[ARZM18041]x[LP612]	13,85			C
[ARZM01091]x[LP612]	13,63			C
[ARZM02010]x[LP612]	13,33			C
[ARZM14019]x[LP612]	13,23			C
[ARZM14063]x[LP612]	13,23			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

PH			
ENTRY	Medias		
[ARZM14056]x[LP122-2]	81	A	
[ARZM02010]x[LP122-2]	81	A	
[ARZM14056]x[LP612]	81	A	
[ARZM18041]x[LP612]	80	A	
[ARZM14019]x[LP122-2]	80	A	
[ARZM01097]x[LP122-2]	80	A	
[ARZM01087]x[LP612]	80	A	
[ARZM18035]x[LP122-2]	80	A	

[ARZM01089]x[LP122-2]	80	A	
[ARZM18001]x[LP122-2]	80	A	
[ARZM18047]x[LP612]	80	A	
[ARZM14057]x[LP612]	80	A	
[ARZM14057]x[LP122-2]	80	A	
[ARZM01091]x[LP122-2]	80	A	
[ARZM18047]x[LP122-2]	80	A	
[ARZM18011]x[LP122-2]	80	A	
[ARZM02010]x[LP612]	79	A	
[ARZM01098]x[LP612]	79	A	
LP122-2xLP612	79	A	
[ARZM14063]x[LP122-2]	79	A	
[ARZM01097]x[LP612]	79	A	
[ARZM14110]x[LP612]	79	A	
[ARZM01098]x[LP122-2]	79	A	
[ARZM18035]x[LP612]	79	A	
[ARZM01087]x[LP122-2]	79	A	
[ARZM14063]x[LP612]	79	A	
[ARZM18009]x[LP612]	79	A	
[ARZM01089]x[LP612]	79	A	
[ARZM01103]x[LP122-2]	79	A	
[ARZM18009]x[LP122-2]	78	A	
[ARZM01103]x[LP612]	78	A	
[ARZM18041]x[LP122-2]	78	A	
[ARZM01144]x[LP122-2]	78	A	
[ARZM14019]x[LP612]	78	A	
[ARZM01091]x[LP612]	78		B
[ARZM18001]x[LP612]	78		B
[ARZM14110]x[LP122-2]	78		B
[ARZM18011]x[LP612]	77		B
[ARZM01001]x[LP122-2]	77		B
[ARZM01001]x[LP612]	77		B
[ARZM01144]x[LP612]	76		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Z_8mm				
ENTRY	Medias			
[ARZM01097]x[LP612]	58	A		
[ARZM14056]x[LP612]	48		B	
[ARZM14063]x[LP612]	46		B	
[ARZM01091]x[LP612]	45		B	
[ARZM18035]x[LP612]	43		B	
[ARZM18041]x[LP612]	40		B	
[ARZM02010]x[LP612]	40		B	
[ARZM14110]x[LP612]	39		B	
[ARZM01097]x[LP122-2]	38		B	
[ARZM01103]x[LP612]	38		B	
[ARZM01087]x[LP612]	37		B	
[ARZM01144]x[LP612]	34			C
[ARZM14063]x[LP122-2]	33			C

[ARZM14110]x[LP122-2]	32			C	
[ARZM14057]x[LP612]	32			C	
[ARZM18047]x[LP612]	31			C	
[ARZM01089]x[LP612]	31			C	
[ARZM01098]x[LP612]	29			C	
[ARZM18011]x[LP612]	29			C	
[ARZM01001]x[LP612]	29			C	
[ARZM14019]x[LP122-2]	29			C	
[ARZM02010]x[LP122-2]	27			C	
[ARZM14057]x[LP122-2]	27			C	
[ARZM18011]x[LP122-2]	24				D
[ARZM18001]x[LP612]	24				D
[ARZM14019]x[LP612]	22				D
[ARZM18009]x[LP612]	20				D
[ARZM18001]x[LP122-2]	20				D
[ARZM18009]x[LP122-2]	19				D
[ARZM18035]x[LP122-2]	18				D
[ARZM01089]x[LP122-2]	16				D
[ARZM01103]x[LP122-2]	15				D
[ARZM01144]x[LP122-2]	15				D
[ARZM01091]x[LP122-2]	15				D
[ARZM14056]x[LP122-2]	14				D
[ARZM18047]x[LP122-2]	13				D
[ARZM01087]x[LP122-2]	12				D
[ARZM18041]x[LP122-2]	11				D
[ARZM01001]x[LP122-2]	11				D
[ARZM01098]x[LP122-2]	11				D
LP122-2xLP612	8				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

I_Flot					
ENTRY	Medias				
[ARZM14057]x[LP122-2]	13	A			
[ARZM14056]x[LP122-2]	13	A			
[ARZM02010]x[LP122-2]	17	A			
[ARZM01089]x[LP122-2]	17	A			
[ARZM01097]x[LP612]	20	A			
LP122-2xLP612	21	A			
[ARZM14019]x[LP122-2]	22	A			
[ARZM18047]x[LP122-2]	25			B	
[ARZM18035]x[LP122-2]	26			B	
[ARZM18001]x[LP122-2]	26			B	
[ARZM14057]x[LP612]	27			B	
[ARZM14063]x[LP122-2]	28			B	

[ARZM01144]x[LP122-2]	28		B	
[ARZM01098]x[LP122-2]	29		B	
[ARZM01103]x[LP122-2]	30		B	
[ARZM18041]x[LP612]	31		B	
[ARZM14056]x[LP612]	31		B	
[ARZM01091]x[LP122-2]	31		B	
[ARZM01089]x[LP612]	31		B	
[ARZM01097]x[LP122-2]	32		B	
[ARZM18011]x[LP122-2]	32		B	
[ARZM18009]x[LP122-2]	33		B	
[ARZM14110]x[LP612]	35		B	
[ARZM01103]x[LP612]	35		B	
[ARZM18035]x[LP612]	38			C
[ARZM01001]x[LP122-2]	38			C
[ARZM02010]x[LP612]	38			C
[ARZM01087]x[LP122-2]	39			C
[ARZM18047]x[LP612]	39			C
[ARZM01087]x[LP612]	39			C
[ARZM01098]x[LP612]	40			C
[ARZM14110]x[LP122-2]	41			C
[ARZM01001]x[LP612]	41			C
[ARZM18041]x[LP122-2]	42			C
[ARZM14 063]x[LP612]	42			C
[ARZM01091]x[LP612]	42			C
[ARZM18011]x[LP612]	44			C
[ARZM18009]x[LP612]	45			C
[ARZM14019]x[LP612]	47			C
[ARZM01144]x[LP612]	47			C
[ARZM18001]x[LP612]	47			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO 4

Programa GENES
Modelo: sólo F1's
Método: capacidad general envolviendo sólo F1

Análisis de variable: x1

- Aptitud
combinatoria general y

específica, salida del software estadístico GENES

Rendimiento

FV	GL	SQ	QM	F	Probabilidad
Cruzamientos	39	93068761,5	2386378,5	3,178084	,
C.G.C. G-I	1	3050189,73	3050189,73	4,062121	0,046483
C.G.C. GII	19	36027547,4	1896186,71	2,525266	0,00154
C.E.C. IxII	19	53991024,3	2841632,86	3,784373	,
Residuo	102	76590372	750886		

Media (u)	6116,05925
DP(u)	55,934709

Índice de flotación

FV	GL	SQ	QM	F	Probabilidad
Cruzamientos	39	20017,428	513,267385	8,832686	,
C.G.C. G-I	1	5865,75938	5865,75938	100,94234	,
C.G.C. GII	19	8327,75177	438,302724	7,542639	,
C.E.C. IxII	19	5823,9168	306,521937	5,274857	,
Residuo	94	5462,34	58,11		

Media (u)	33,02825
DP(u)	0,492062

Peso hectolítrico

FV	GL	SQ	QM	F	Probabilidad
Cruzamientos	39	321,2802	8,237954	3,979688	,
C.G.C. G-I	1	22,878375	22,878375	11,052355	0,001189
C.G.C. GII	19	193,77977	10,198935	4,927022	,
C.E.C. IxII	19	104,622	5,506421	2,660107	0,000724
Residuo	114	235,98	2,07		

Media (u)	27,89425
DP(u)	0,477232

Retención en zaranda 8 mm

FV	GL	SQ	QM	F	Probabilidad
Cruzamientos	39	32949,986	844,87145	15,45685	,
C.G.C. G-I	1	14765,859	14765,859	270,14013	,
C.G.C. GII	19	11597,345	610,38658	11,16697	,
C.E.C. IxII	19	6586,782	346,67274	6,342348	,
Residuo	115	6285,9	54,66		

Media (u)	79,07325
DP(u)	0,092871

Resumen de los efectos de ACG de las poblaciones para las variables Rend, I_Flot, PH y Z_8mm.

Grupo II	Rend	I_Flot	PH	Z_8mm
1	-341,139	6,73675	-2,02325	-7,85425
2	500,64575	5,96675	0,49175	-3,17425
3	-294,92425	-8,81825	0,28175	-4,25425
4	464,24575	3,72175	-0,27325	1,89075
5	604,05575	-6,99325	0,66675	20,05075
6	127,36075	1,42175	0,02175	-7,67425
7	-133,55925	-0,63325	-0,59825	-1,16425
8	-384,30925	4,49675	-1,86325	-3,57425
9	-231,309	-5,54825	1,09675	5,66575
10	-256,549	1,34675	0,26175	-2,72925
11	121,2758	-10,9983	1,73675	3,18075
12	15,59075	-13,4183	0,86675	1,46075
13	-99,8043	2,15175	-0,10825	11,82075
14	-14,2593	4,59175	-0,78825	7,57075
15	-508,479	3,49675	-0,10325	-6,16925
16	-581,744	5,98175	-0,55325	-8,15925
17	-263,074	5,32175	-0,69325	-1,18925
18	462,4258	-0,97825	0,47175	2,26575
19	870,8558	3,41175	0,35675	-2,21925
20	-57,3043	-1,25825	0,75175	-5,74425
D.E.	243,813744	2,144848	0,404815	2,080204

D.E.: desvío estándar.

Resumen de los efectos de ACE para rendimiento

Grupo I	Grupo II	Rend	Grupo I	Grupo II	Rend
1	1	55,1753	2	1	-55,1752
1	2	-1003,0397	2	2	1003,04
1	3	-2,1997	2	3	2,1998
1	4	487,5603	2	4	-487,56
1	5	541,5503	2	5	-541,55
1	6	-88,3247	2	6	88,3248
1	7	-912,7347	2	7	912,7348

	1	8	-503,8147	2	8	503,8148
R	1	9	-298,315	2	9	298,3148
e	1	10	489,7653	2	10	-489,765
s	1	11	-436,57	2	11	436,5698
u	1	12	-476,585	2	12	476,5848
m	1	13	151,0203	2	13	-151,02
e	1	14	60,8653	2	14	-60,8652
	1	15	772,5153	2	15	-772,5152
	1	16	397,7803	2	16	-397,78
d	1	17	508,0803	2	17	-508,08
e	1	18	-97,4197	2	18	97,4198
	1	19	123,6803	2	19	-123,68
l	1	20	231,0103	2	20	-231,01

Efectos de ACE destacados para componentes de calidad

Grupo I	Grupo II	I_Flot
2	5	-10,5288
2	19	-10,3338

Grupo I	Grupo II	PH
2	19	1,3388

Grupo I	Grupo II	Z_8mm
1	10	11,2387
1	16	7,4387
2	4	7,3812
2	11	8,7812
2	19	6,7112