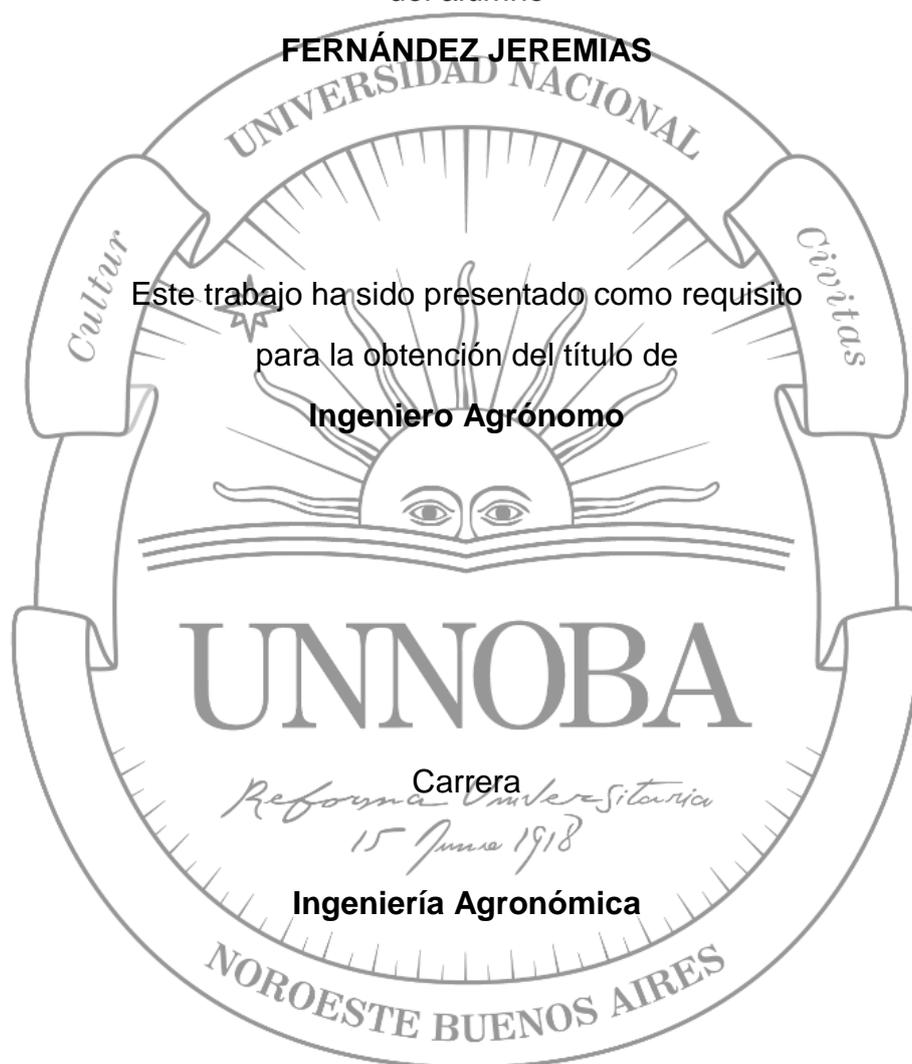


**EVALUACIÓN DEL POTENCIAL GENÉTICO DE POBLACIONES NATIVAS DE MAÍZ
PISINGALLO PARA INCLUIR EN UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO**

Trabajo Final de Grado

del alumno

FERNÁNDEZ JEREMIAS



Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.

Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.

Pergamino, 8 de marzo de 2021

**EVALUACIÓN DEL POTENCIAL GENÉTICO DE POBLACIONES NATIVAS DE
MAÍZ PISINGALLO PARA INCLUIR EN UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO**

Trabajo Final de Grado
del alumno

FERNÁNDEZ JEREMIAS

Aprobada por el Tribunal Evaluador

(Nombre y
Apellido)

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

Pergamino, 8 de marzo de 2021

AGRADECIMIENTOS:

A Gustavo y Analía, mis padres, quienes siempre me dieron su apoyo y comprensión a lo largo de este recorrido.

A mi director Roberto Lorea y co-directora Raquel Defacio a quienes tuve el placer de conocer académica y profesionalmente.

A la UNNOBA, por darme la posibilidad de llevar a cabo mis estudios en la región núcleo de la agricultura.

Al equipo de maíz del INTA Pergamino, quienes me abrieron sus puertas para realizar el trabajo de investigación y pasantías en mejoramiento de maíz.

INDICE

<u>RESUMEN</u>	4
<u>INTRODUCCION</u>	5
<u>HIPOTESIS</u>	14
<u>OBJETIVO GENERAL</u>	14
<u>OBJETIVOS ESPECIFICOS</u>	14
<u>MATERIALES Y METODOS</u>	15
<u>RESULTADOS</u>	23
<u>DISCUSION</u>	31
<u>CONCLUSION</u>	39
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	40
<u>ANEXOS</u>	48

RESUMEN

El grano de maíz pisingallo es consumido cuando forma rosetas luego de someterse a una fuente de calor. A fines de la década del 1980 se produjo la expansión de este cultivo en la Argentina, para llegar en la siguiente década a ser principal exportador mundial de esta especialidad, hasta que su participación en el mercado internacional fue decreciendo y el país fue perdiendo competitividad.

La mejora de esta especie podría ser un aporte para contrarrestar esta situación mediante híbridos de mejor calidad y rendimiento. Como estrategia de mejoramiento se utilizó una fuente exótica de alelos, constituida por 20 poblaciones nativas provenientes de distintas regiones de la República Argentina, las cuales se caracterizaron en cruzamientos con dos líneas elite y se las comparó con el híbrido simple producido por ambas líneas. Los ensayos se realizaron en dos ambientes de la región núcleo de la producción de maíz nacional, durante la campaña 2018/2019.

Se hicieron los análisis estadísticos y se obtuvo una gran variabilidad en los materiales evaluados, encontrando germoplasma promisorio para la mejora del rendimiento en grano, variable que luego fue analizada mediante métodos biométricos para determinar cuáles poblaciones serán aptas para ingresar en el programa de mejoramiento. Se encontraron 4 poblaciones, 2 de ellas pertenecientes a cada grupo heterótico, con potencial de mejorar la productividad. En cuanto a la calidad no se encontró germoplasma promisorio entre los materiales experimentales evaluados.

INTRODUCCIÓN

El maíz pisingallo también conocido como “maíz reventador” o “popcorn” (*Zea mays L. var. everta*), es probablemente uno de los primeros maíces en ser cultivados por la humanidad. Es un tipo de maíz que se diferencia del resto por su particularidad de generar copos o rosetas cuando es expuesto a una fuente de calor (Ziegler, 2001). Existen hallazgos arqueológicos en el valle de Nuevo México que datan de 4.000 años y que además confirman que, al igual que en la actualidad, esos antiguos agricultores también lo utilizaban para producir rosetas de maíz (De Bernardi, 2017). A pesar del tiempo de su descubrimiento, el primer híbrido de palomitas de maíz para la producción comercial fue lanzado en 1934 por la Estación Experimental Agrícola de Minnesota y fue llamado Minhybrid 250. Fue desarrollado por H.K. Hayes e I.J. Johnson. El mismo estuvo adaptado únicamente al extremo norte de la zona maicera de Estados Unidos y no fue ampliamente utilizado por los productores. Luego, híbridos liberados en la década de 1940 por las Estaciones Experimentales de Indiana y Kansas tuvieron adaptación a la zona central de Estados Unidos conocida como el cinturón maicero (Hallauer, 2001).

La producción de este tipo de maíz en forma extensiva en la Argentina comenzó a fines de los ochenta. Su rápida adopción, inversiones realizadas y la competitividad alcanzada permitieron hacia finales de los noventa, que el país se convirtiera en el primer exportador mundial de maíz pisingallo, alcanzando una participación del 65% en el mercado internacional (Uranga, 2018). Este hecho se dio, entre otros motivos, por el alto saldo exportable debido a que el consumo interno en Argentina es solo el 3% del total producido, el restante 97% es exportado (De Bernardi, 2017). Sin embargo, aquella competitividad alcanzada en los noventa actualmente es menor debido a los mayores costos internos, que

llevaron a que la participación argentina en el mercado mundial disminuyera en un 25% llegando las exportaciones en el año 2018 a ser de 208.500 toneladas (Uranga, 2018).

El maíz pisingallo surge como una alternativa al cultivo de maíces dentados y semi dentados, dada la similitud en cuanto a los requerimientos entre ambos, a pesar de que la planta de maíz pisingallo es frecuentemente más pequeña comparada con las plantas de maíces dentados (Fig.1), lo que requiere una siembra de mayor densidad (aproximadamente un 25% mayor a la recomendada para maíces convencionales). Otra de las diferencias entre maíces dentado o semi dentados con pisingallo es la forma y tamaño del grano, siendo este último más pequeño y de forma redondeada (Fig.2).



Figura 1: Comparación de la forma y tamaño de plantas de maíz dentado y pisingallo. La figura fue extraída de Ziegler (2001).



Figura 2: Comparación entre el grano de un maíz dentado (Izquierda) y un maíz pisingallo (Derecha).

Al tratarse de un alimento destinado principalmente al consumo humano, implica un control riguroso de la contaminación con residuos fitosanitarios, micotoxinas o transgénicos.

El mejoramiento local de esta especie sería una alternativa para otorgarle mayor posibilidad de competir con los maíces convencionales, cuyo cultivo puede utilizar eventos transgénicos y una mayor variedad de agroquímicos. Según Severini (2011), debido a su alta productividad de biomasa, metabolismo fotosintético C4 y al menor procesamiento industrial requerido por sus granos para dar origen a los pochoclos, el cultivo de maíz pisingallo constituye una de las formas más eficientes de producir energía digestible por humanos por unidad de superficie cultivada.

Las mejoras genéticas en el maíz pisingallo han sido más lentas que en maíz dentado. Esto se debe a que además de las características agronómicas, tales como el rendimiento, la resistencia del tallo al vuelco, resistencia a enfermedades e insectos, los mejoradores deben tener en cuenta las características de calidad como la capacidad de expansión, la ruptura del pericarpio, sabores desagradables, la textura y la ternura de los copos (Erazo-Barradas, 2009; Hallauer, 2001).

Con respecto a las características agronómicas, la mejora en el rendimiento lograría aumentar la rentabilidad de este maíz, ayudando a la permanencia del mismo en las rotaciones agrícolas, contribuyendo a la sustentabilidad del agroecosistema.

La calidad es otro rasgo importante a mejorar que permitirá insertar los productos en nuevos mercados que así lo requieran y de esta manera recuperar la competitividad argentina en el contexto internacional. La calidad industrial es medida a través del volumen de expansión, porcentaje de explosión y tamaño de los granos (K/10). El volumen de expansión es una cualidad muy importante porque los vendedores de palomitas compran en peso el grano y venden el maíz reventado por volumen (Ceylan y Karababa, 2002). Süleyman y Alper (2007), sostienen que el alto volumen producido por una elevada proporción de expansión se asocia con un aumento de sabor y terneza en la semilla. Por lo tanto, la mejora de las palomitas beneficiaría tanto a productores debido a la alta productividad y a los consumidores, ya que la alta expansión implica una mejor textura y suavidad, que están vinculadas a la calidad de las palomitas (Ferreira de Oliveira *et al.*, 2018).

En el cuadro 1, se encuentra la clasificación que hace la industria para las características de expansión, junto con el parámetro de K/10 y humedad de grano.

Cuadro 1. Especificaciones de calidad para maíz pisingallo.

Tipo	Expansión (cm ³ / g)	K/10 (granos/ 10 g)	Humedad
Standard	38-40	60/70	13-14%
Regular	40-42	60/70	13-14%
Super	42-44	60/70	13-14%
Extra	44-46	60/73	13-14%
Premium	46+	60/73	13-14%

Fuente: Pop Argentina S.A.

La expansión del endosperma está fuertemente ligada a la textura de su matriz (Hoseney *et al.*, 1983; Rooney y Serna-Saldívar, 1987), la cual está asociada con la cantidad y el tipo de proteínas zeínas (Dombrink Kurtzmann y Bietz, 1993). Existen además otro tipo de proteínas, las gluteínas que influyen en la textura del endosperma del grano (Wilson, 1987). La composición del almidón es otro de los factores determinantes en el volumen de expansión del grano. Hamaker *et al.* (2005) determinaron que también la estructura de los cristales de celulosa que conforman el pericarpio cumple un rol primordial durante el proceso de expansión. Estas características del grano son de alta heredabilidad según la experiencia de Robbins y Ashman (1984), lo que alienta al estudio de líneas con alta Aptitud Combinatoria General (ACG) para ser utilizadas en combinaciones para la obtención de híbridos comerciales.

En cuanto a la humedad del grano, su relación con el volumen de expansión es óptimo con humedades entre 13,5 y 14% (Ziegler, 2001), (Fig.3). Con concentraciones de humedad menores posiblemente sea la presión de vapor interna la que no alcanza el nivel necesario para formar grandes copos (Severini, 2011). Con concentraciones de humedad mayores, Shimoni *et al.* (2002) proponen que el pericarpio adopta una consistencia plástica disminuyendo la presión crítica a la cual el mismo se rompe, bajando con ello el volumen de expansión.

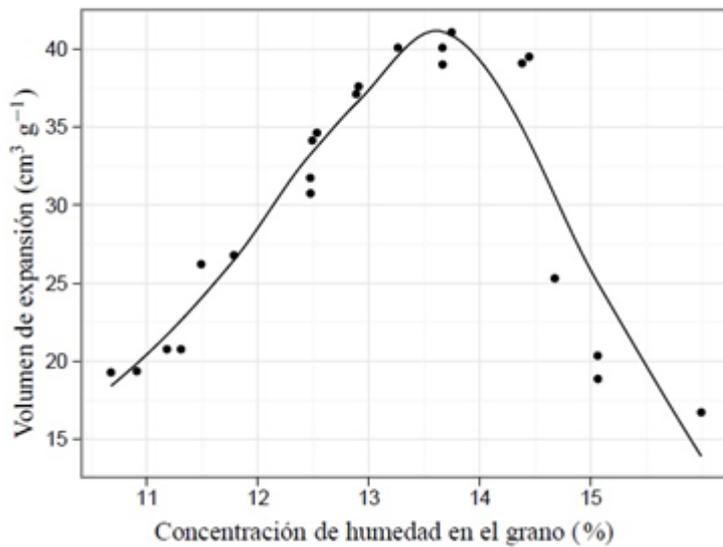


Figura 3: Relación entre el volumen de expansión y la humedad del grano en un híbrido de maíz pisingallo. Adaptación con datos tomados de Ziegler (2001).

La capacidad del maíz pisingallo para estallar radica en el hecho de que los granos contienen una pequeña cantidad de agua almacenada en un círculo de almidón blando, dentro de la dura cubierta externa, el pericarpio. Cuando se calienta, el agua se expande creando una presión dentro, hasta que finalmente la cubierta cede, y los granos estallan, lo que permite que el agua se escape en forma de vapor, dando vuelta los núcleos de adentro hacia afuera. La capacidad de expansión depende de muchos factores tales como el tamaño, el peso de 100 granos, peso específico, contenido de humedad y el genotipo (Süleyman y Alper, 2007), como también las condiciones en la que se encuentra el pericarpio (Hallauer, 2001). La industria establece un parámetro mínimo de 97% de granos explotados con respecto al total para ser comercializados (De Bernardi, 2017); en lo que respecta al calibre de los granos (K10) los valores promedian los 65 a 75 granos por cada 10 gramos de producto siendo de mayor calidad los valores menores debido a presencia de granos más grandes.

La estrecha variabilidad entre genotipos locales de maíz pisingallo fortalece la dependencia en el uso de materiales extranjeros e incrementa los desafíos de los programas de mejoramiento (Amaral Júnior *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2015). Una estrategia de mejoramiento interesante para estas características de calidad y productividad sería recurrir a una fuente de alelos exótica donde podrían encontrarse genes diferentes a los utilizados en líneas elite. A pesar de que existe una gran variabilidad en el maíz, se estima que sólo el 4% de las razas están siendo aprovechadas por los fitomejoradores (Lorea, *et al.* 2005).

Una fuente de estos alelos serían los materiales conservados en el Banco Activo de Germoplasma (BAP) de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Pergamino del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) donde se conservan poblaciones nativas de maíz procedentes de diferentes orígenes geográficos de la República Argentina, estos materiales disponen de una amplia base genética producto de la polinización abierta que sufrieron durante muchos años de cultivadas por parte de los agricultores. Por lo tanto, representan un reservorio de gran variabilidad genética, así como poseen una buena adaptación al entorno natural donde fueron colectadas y antropológico donde han evolucionado (Maxted, *et al.* 1997) con cierto grado de estabilidad en la producción (Lucchin, *et al.* 2003). De esta manera, constituyen una fuente de alelos potencialmente útiles para mejorar el rendimiento de grano y otros caracteres de importancia agronómica e industrial.

Sin embargo, el escaso conocimiento de su mérito genético, así como el pobre comportamiento agronómico que muestran en comparación con el germoplasma elite, explican el escaso nivel de utilización de éstas para el desarrollo de nuevos cultivares en la industria semillera (Lorea, *et al.* 2008).

Para poder utilizar dichas poblaciones, es fundamental la correcta evaluación de las mismas por los caracteres deseados ya que, el éxito alcanzable por un programa de mejoramiento depende de la elección del germoplasma y el proceso de mejora empleado; la elección de nuevo germoplasma para un programa de mejoramiento debe ser realizada teniendo en cuenta los objetivos planteados y la organización del material genético disponible, y focalizar la detección de fuentes de alelos favorables que no están presentes en el pool de genes actualmente en uso (Lorea, *et al.* 2005). Una mala elección del germoplasma puede limitar el éxito de un programa de mejoramiento independientemente del método utilizado (Hallauer y Miranda, 1988). En este aspecto toma alta importancia el trabajo de caracterización del germoplasma novel, ya que es necesario determinar si las poblaciones locales tienen variabilidad útil disponible y cuáles de ellas son las adecuadas para introducir en el programa de mejora.

Una metodología comúnmente utilizada para elección de germoplasma es el análisis de los cruzamientos entre las poblaciones nativas y líneas élites de un programa de mejoramiento, esto permitiría diseñar estrategias de inclusión de los materiales al programa (Lorea, *et al.* 2005). No se analizan las poblaciones *per se*, sino sus cruzamientos con líneas elite ya que de esta manera no solo se logra mejorar el desempeño agronómico y morfológico de las poblaciones, sino que también se obtiene información útil sobre la aptitud combinatoria que poseen, que se relaciona a la capacidad que tiene un genotipo en transmitir sus caracteres a sus progenies.

La Aptitud Combinatoria General (ACG) puede ser definida como el comportamiento medio de una línea en combinaciones híbridas y la Aptitud Combinatoria Específica (ACE) como el comportamiento de ciertas combinaciones, distinto a lo esperado, sobre la base del comportamiento promedio de las líneas involucradas (Sprague y Tatum, 1942). La

varianza debido a la ACG proporciona información acerca de los efectos aditivos de los genes y la varianza debido a la ACE brinda información acerca de los efectos no aditivos (dominancia y epistasis). La importancia relativa de la aditividad y de la dominancia en la determinación de un carácter de interés podría utilizarse para elegir los procedimientos más eficientes de mejoramiento.

La aplicación de diferentes herramientas biométricas en el estudio de las combinaciones de poblaciones nativas y líneas élites de un programa de mejoramiento orientado a la mejora por productividad y calidad comercial es necesaria para lograr identificar las nuevas fuentes de germoplasma útiles para introgresar en dicho programa y establecer la forma en la cual dicha variabilidad será eficientemente aprovechada.

HIPÓTESIS

Las poblaciones nativas de maíz pisingallo de diversos orígenes conservadas en el BAP, constituyen fuentes de alelos útiles para ser utilizados en el programa de mejoramiento de la EEA INTA Pergamino.

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar el comportamiento de poblaciones nativas de maíz pisingallo en cruzamientos con líneas élite y clasificarlas en función de caracteres agronómicos y de calidad comercial para ser introgresadas en un programa de mejoramiento.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Caracterizar agronómicamente el cruzamiento de poblaciones nativas de maíz pisingallo por líneas endocriadas en diferentes ambientes de la región pampeana núcleo;
- Evaluar rendimiento y componentes de rendimiento de los cruzamientos;
- Estudiar el comportamiento de parámetros de calidad comercial de los granos;
- Determinar mediante métodos biométricos el potencial de las poblaciones para ser introgresadas al programa de mejoramiento de maíz pisingallo de la EEA Pergamino de INTA.

MATERIALES Y METODOS

En el presente trabajo se evaluó el comportamiento de los cruzamientos entre 20 poblaciones nativas de maíz pisingallo conservadas en el BAP, de diversos orígenes geográficos de la República Argentina, y dos líneas endocriadas de grupos heteróticos diferentes pertenecientes al programa de mejoramiento de maíz pisingallo de la EEA INTA Pergamino. En el cuadro 2 se puede ver la procedencia de los diferentes materiales.

Cuadro 2: Orígenes geográficos de las poblaciones de maíz pisingallo.

Nº	GENOTIPO	DESCRIPCIÓN
1	ARZM04001	Población local de la raza Perlita colectada en la localidad de Santo Tomé, Corrientes. Posee grano redondeados y amarillos.
2	ARZM04005	Población local de la raza Pisingallo colectada en la localidad de Santo Tomé, Corrientes. Posee granos rostrados y amarillos.
3	ARZM04013	Población local de la raza Pisingallo colectada en la localidad de Ista Cora, Corrientes. Posee granos rostrados y blancos.
4	ARZM04014	Población local de la raza Perlita colectada en la localidad de Ista Cora, Corrientes. Posee granos redondeados y con color de pericarpio rojo.
5	ARZM04031	Población local de la raza Perlita colectada en la localidad de Ifran, Corrientes. Posee granos redondeados y colorados.
6	ARZM04061	Población local de la raza Avatí Pichingá colectada en la localidad de Corrientes. Posee granos rostrados y blancos.
7	ARZM04066	Población local de la raza Pisingallo colectada en la localidad de Derqui, Corrientes. Posee grano redondeados y colorados.
8	ARZM05019	Población local de la raza Perlita colectada en la localidad de Picada Sueca, Misiones. Posee granos redondeados y amarillos.
9	ARZM05023	Población local de la raza Perlita colectada en la localidad de Villa Industrial, Misiones. Posee granos redondeados con color de pericarpio rojo.
10	ARZM05040	Población local de la raza Perlita colectada en la localidad de Campo Viera, Misiones. Posee grano redondeados y blancos.
11	ARZM05049	Población local de la raza Perlita colectada en la localidad de Picada República Paraguay, Misiones. Posee grano redondeados y amarillos.
12	ARZM05051	Población local de la raza Pisingallo colectada en la localidad de San Vicente, Misiones. Posee grano rostrados y colorados.

13	ARZM05054	Población local de la raza Pisingallo colectada en la localidad de Guaraní, Misiones. Posee granos rostrados con color de pericarpio rojo.
14	ARZM05059	Población local de la raza Perlita colectada en la localidad de San Vicente, Misiones. Posee grano redondeados y colorados.
15	ARZM05065	Población local de la raza Perlita colectada en la localidad de Colonia 271, Misiones. Posee grano redondeados y colorados.
16	ARZM05076	Población local de la raza Pisingallo colectada en la localidad de Bernardo de Irigoyen, Misiones. Posee grano rostrados y amarillos.
17	ARZM05120	Población local de la raza Perlita colectada en la localidad de Hipólito Yrigoyen, Misiones. Posee grano redondeados y amarillos.
18	ARZM05124	Población local de la raza Perlita colectada en la localidad de Azara, Misiones. Posee grano redondeados y blancos.
19	ARZM14009	Población local de la raza Pisingallo colectada en la localidad de Altos del Durazno, Córdoba. Posee grano rostrados y blancos.
20	ARZM14043	Población local de la raza Pisingallo colectada en la localidad de La Capilla, Córdoba. Posee grano rostrados y amarillos.
21	L3140xL3186	L3140 es derivada del híbrido comercial VYP211 y posee granos amarillos rostrados presentando muy buena ACG, L3186 proviene de una sintética de INTA proveniente de germoplasma reventador de diversos orígenes con alta capacidad de expansión, de granos amarillos redondos y con muy buena sanidad de espiga.

Los ensayos se realizaron en dos localidades pertenecientes a la región Pampeana representativas de las características agroecológicas de la zona núcleo para la producción de maíz: Chacabuco, que se caracteriza por suelos franco limosos; y San Antonio de Areco, que cuenta con suelos franco arcillo limosos (Carta de suelos de la República Argentina, 1972). Ambos se clasifican como Argiudoles típicos, cuentan con un horizonte profundo, oscuro y bien provisto de materia orgánica. El clima es cálido y templado para ambos ambientes, en San Antonio de Areco las precipitaciones promedio alcanzan los 1033 mm, mientras que en Chacabuco son algo inferiores llegando el promedio a 978 mm (Climate Data, 2012).

Se evaluaron en el ensayo 40 cruzamientos entre las poblaciones nativas y líneas antes mencionados y el híbrido simple entre ambas líneas (L3140 x L3186) desarrollado

por el grupo de mejoramiento de maíz de la EEA de INTA, Pergamino y utilizado como híbrido de referencia a mejorar.

El diseño de los ensayos fue en Bloques Completos Aleatorizados con dos repeticiones. La unidad experimental consistió en parcelas de 2 surcos de 5 metros de largo y 0,70 metros entre surcos (7 metros cuadrados), las plantas dentro del surco se encontraban separadas a 0,2 metros entre sí, quedando dispuestas a una densidad de siembra de aproximadamente 72.000 plantas/hectárea.

En cuanto al manejo agronómico, éste se realizó bajo el sistema de siembra directa, en seco, aplicándose 4 litros de atrazina y 1,7 litros de acetoclor en pre-emergencia, y fertilizándose con 250 kg de UREA por hectárea y 180 kg de mezcla física 6N 36P 3S aplicado a la siembra. Al momento de cosecha, cada parcela fue colectada en forma manual.

Las variables evaluadas se diferenciaron para su mejor interpretación en: productivas, de calidad comercial y descriptivas.

VARIABLES PRODUCTIVAS:

Volumen de espiga (V_{Esp} , expresado en cm^3): antes del desgrane de cada parcela, se midió el ancho y largo de 10 espigas representativas de cada tratamiento, y mediante el cálculo de: $\pi * largo * (ancho/2)^2$, se pudo estimar el volumen promedio de las espigas de cada muestra.

Rendimiento en grano (Rend, expresado en $kg \cdot ha^{-1}$): luego de la cosecha manual de cada parcela, se procedió a trillar las espigas mecánicamente con una trilladora estática Wintersteiger. Posteriormente se determinó el peso y humedad en grano de cada parcela

para expresar el rendimiento corregido en base a 14,5 % de humedad a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento corregido} = 1 - ((0,01 * \% \text{Humedad}) * \text{Rendimiento Húmedo}) * 1,145$$

Peso de mil granos (P1000, expresado en gr): de cada parcela se realizaron 2 submuestras de 250 granos cada una calculando el peso promedio y llevando a la relación de 1.000 granos.

Número de granos por metro cuadrado (N_Gran): calculado a partir del rendimiento de parcela corregido por la humedad, y el peso de 1000 granos, aplicados en la fórmula siguiente:

$$\text{N}^\circ \text{ granos/m}^2 = ((\text{Rendimiento corregido} / 10) / (\text{Peso de mil granos})) * 1000$$

VARIABLES DE CALIDAD:

Para evaluar las variables de calidad comercial, se tomaron muestras representativas de 1 kg de semillas de cada parcela, los granos se colocaron en bolsas en red y se depositaron en la cámara de frío de la EEA del INTA Pergamino donde estuvieron a temperaturas de 8 ± 2 °C y 60 a 70 % de humedad relativa durante 90 días para uniformizar la humedad de los granos a un rango entre 13% y 14,5%. Luego, las muestras se pasaron por una zaranda de 4,5 mm para eliminar granos pequeños y cuerpos extraños con el objetivo de uniformar las muestras a las cuales se les realizaron las mediciones de calidad pertinentes.

Capacidad o volumen de expansión (V_E, expresado en cm³*gr⁻¹): la expansión se midió sobre 250 gramos de muestra de cada parcela, utilizando un equipo Cretors

modelo VOLUME TESTER 9575E, agregando 100 cm³ de aceite de girasol por muestra, según procedimientos de rutina a nivel industrial.

Después de la última explosión de cada muestra se permitió durante cinco segundos la posibilidad de explotar a los granos que quedaron sin hacerlo. Estos procedimientos son los mismos que se cumplen a nivel industrial, cuando se cuantifica la calidad de los granos que se comercializan.

El material, luego de sometido a la expansión, se dispuso en un tubo del mismo equipo donde se cuantificó el volumen que alcanzaron, este tubo posee una graduación en centímetros cúbicos por gramo de muestra considerando la medida estándar que se utiliza de 250 gr de maíz.

Tamaño de los granos (K/10, expresado en número): se estableció pesando 10 gr de grano de la muestra utilizada para la expansión, contabilizando los mismos.

Porcentaje de explosión (P_Ex, expresado en porcentaje): realizado al finalizar la expansión, calculando un porcentaje a partir del número de granos sin explotar y el número de granos totales en la muestra (este último valor fue obtenido a través del peso de mil granos).

VARIABLES DESCRIPTIVAS:

Porcentaje de granazón (P_G, expresado en porcentaje): calculado como la diferencia entre el peso de las espigas cosechadas de la parcela y el peso de los granos que se determinó después de trillar, lo que permite caracterizar la partición en espiga.

Índice de prolificidad (I_Prol): determinado por la relación entre la cantidad de espigas cosechadas de la parcela y el número de plantas a cosecha logrado, permite inferir la posibilidad de fijar más de una espiga del germoplasma evaluado.

Tipo de grano (T_G): se clasificó el material según el fenotipo del grano en dentado, colorado duro o pisingallo, dada las características de las poblaciones es importante identificar aquellas que no presentaron efecto seña (granos no pisingallo en sus espigas).

Quebrado y vuelco (QV): establecido como el porcentaje de plantas quebradas y/o volcadas de la totalidad de plantas de cada parcela, en el momento de la cosecha, que permite inferir la calidad de caña de los genotipos.

Número de hileras (N_H): promediando el número de hileras de 10 espigas representativas de cada parcela, las cuales fueron contadas manualmente.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS:

En un principio se realizaron las medidas de resumen de todas las variables, valores mínimos y máximos, media, desvío estándar y coeficiente de variabilidad. Posteriormente, las variables que caracterizan la productividad y la calidad comercial se sometieron a un análisis de normalidad mediante la prueba de Shapiro Wilks (modificado).

Aquellas variables que resultaron no normales se analizaron mediante el método no paramétrico de Kruskal Wallis y se realizó una comparación de las medias. Para las variables que cumplieron con el supuesto de normalidad se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) para conocer la significancia de los distintos componentes, simultáneamente se establecieron comparaciones de media a través de la prueba LSD de Fisher. Se utilizó el software estadístico INFOSTAT (Di Rienzo, *et al.* 2011) para estos análisis.

El modelo matemático aplicado en el análisis fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + d_i + r_{jk} + \varepsilon_j + g_{ij} + e_{ijk}$$

Para el tratamiento Y_{ijk} , μ es la media general, d_i expresa el efecto del genotipo, r_{jk} expresa el efecto de la repetición (bloque) anidado en cada ambiente, ε_j representa el efecto del ambiente, g_{ij} representa la interacción g*a y e_{ijk} el error experimental.

Se realizó un análisis de correlación de Pearson donde se cuantificó mediante un coeficiente la relación entre todas las variables estudiadas en este trabajo.

Con la media de los resultados obtenidos para la variable Rendimiento en grano se aplicaron los siguientes métodos biométricos para identificar a las mejores poblaciones.

Método propuesto por Dudley (1987 y 1988): este método asigna un valor para cuantificar la presencia de alelos favorables en las poblaciones nativas que no están presentes en las líneas endocriadas, mediante el coeficiente $|p| - \mu$, lo que indica que a mayor coeficiente hay mayor presencia de alelos favorables y la población es más adecuada para ser utilizada en la mejora del híbrido de referencia (L3140xL3186). A su vez, mediante el valor “relación de parecido” (Relation), este método permite establecer a que grupo heterótico corresponde cada población nativa evaluada. Con valores positivos se indica la semejanza en cuanto a la composición alélica del material con L3140, y con valores negativos con L3186, lo que permitió identificar la estrategia para introgresar las poblaciones nativas promisorias. Los análisis fueron realizados con el software estadístico SAS v8.0 (Cary, 2008).

Aptitud Combinatoria General (ACG) y Específica (ACE) (Cruz y Regazzi, 1994): este análisis se realizó con el software estadístico GENES (Cruz, 2006) que determinó en primer término la presencia de ACG y ACE en el germoplasma bajo estudio, indicando la

aptitud de las poblaciones nativas. A su vez, el análisis determinó los valores de ACG y ACE de cada población y además permitió inferir a que grupo heterótico pertenecerían las poblaciones nativas y los efectos genéticos predominantes en la determinación de los caracteres evaluados.

UBDN (mínimo límite superior, Gerloff y Smith, 1988): este estudio consideró las diferencias entre los promedios de los cruzamientos de las poblaciones nativas con las líneas, y el valor alcanzado por las líneas per se (datos provenientes de un ensayo adjunto). Se establece el menor valor de la diferencia y luego se elige la población de mayor valor mínimo en su combinación con cada línea representativa de cada grupo heterótico, lo que permite identificar las poblaciones más promisorias en cada grupo heterótico.

Comportamiento promedio: mediante el programa INFOSTAT (Di Rienzo, *et al.* 2011) se calcularon los valores promedios obtenidos para cada población nativa en sus combinaciones con las líneas élites, determinando cómo promisorias aquellas poblaciones que presentaron los mayores valores en promedio para los caracteres evaluados.

Finalmente, un análisis comparativo de la información generada por los distintos métodos biométricos permitió determinar cuáles de las poblaciones son las más adecuadas para ser utilizadas en el programa de mejora.

RESULTADOS

En el anexo 1 (tabla 1) se detallan las medidas de resumen para todas las variables. En dicha tabla se pueden observar los valores máximos y mínimos, media, desvío estándar y coeficiente de varianza obtenidos para los caracteres en estudio, encontrando una alta variabilidad en los mismos.

Para las variables productivas y de calidad se realizó una prueba de Shapiro Wilks (modificado) para comprobar el supuesto de normalidad. Las variables que resultaron con distribución normal fueron rendimiento, peso de mil, número de granos por metro cuadrado y K10. Por su parte, el volumen de espigas debió ser transformado mediante un logaritmo base 10 para que resulte con distribución normal y cumpla con el supuesto (anexo 1, tabla 2). A estas variables se les realizó un ANOVA (anexo 1, tablas 3; 4; 5; 6 y 7). El porcentaje de explosión y el volumen de expansión no cumplieron con el supuesto de normalidad, por lo cual se analizaron a través de la prueba de Kruskal Wallis para variables de distribución no paramétrica (anexo 1, tablas 8; 9; 10; y 11).

Con las variables normales se procedió a realizar un ANOVA y establecer las comparaciones de medias a través de la prueba LSD Fisher (anexo 1, tablas 13; 14; 15; 16 y 18) mientras que con las variables no paramétricas se realizó una comparación de medias de a pares. (anexo 1, tablas 17 y 19).

En el cuadro 3 se puede apreciar, a modo de resumen, el resultado de los ANOVA sobre la significancia que los efectos del Genotipo, el Ambiente, la Interacción Genotipo - Ambiente y la Repetición pudieran tener en las variables correspondientes.

Cuadro 3. Significancia en los componentes de cada variable, obtenidos a través de los ANOVA (paramétrica y no paramétrica) realizados para las variables productivas y de calidad. En materiales de maíz pisingallo evaluados en dos localidades del Norte de la Provincia de Buenos Aires durante la campaña 2018/ 2019.

	Rend	P1000	N_Gran	V_Esp	P_Ex	K/10	V_E
Genotipo	**	**	**	**	**	**	**
Ambiente	**	**	**	**	ns	**	ns
IGA	**	**	*	ns	**	*	**
Repetición	*	*	*	ns	ns	*	ns

Referencias: IGA: interacción genotipo ambiente; Rend: rendimiento (kg/ha); P1000: peso de mil; N_Gran: número de granos por metro cuadrado; V_Esp: volumen de espiga; P_Ex: porcentaje de explosión; V_E: volumen de expansión. ns: no significativo (valor-p>0,05); *: efecto significativo (0,01<valor-p<0,05); **: efecto altamente significativo (valor-p<0,01).

El efecto del genotipo fue altamente significativo en todas las variables estudiadas.

El ambiente mostró alta significancia para todas las variables analizadas a excepción de porcentaje de explosión y volumen de expansión donde no fue significativo. Los efectos de la interacción genotipo - ambiente fueron altamente significativos para rendimiento, peso de mil, porcentaje de explosión, volumen de expansión, significativo para K10 y número de granos por metro cuadrado, no resultó significativo para volumen de espiga. La repetición tuvo un efecto significativo para las variables rendimiento, peso de mil, número de granos por metro cuadrado y K10, mientras que volumen de espigas, porcentaje de explosión y volumen de expansión no mostraron efectos significativos de parte de la repetición.

VARIABLES PRODUCTIVAS

Rendimiento en grano

Se encontraron genotipos con valores mínimos y máximos de 2.955 kg. ha⁻¹ y 8.930 kg. ha⁻¹, respectivamente. El CV fue de 24,73 con un D.E. de 1.411 una media de 5.705 kg. ha⁻¹.

A través de la comparación de medias LSD Fisher (DMS=1.154) los materiales significativamente más rendidores fueron ARZM14009xL3140; ARZM05023xL3140; ARZM05059xL3140; ARZM05054xL3186; ARZM04001xL3140; ARZM05065xL3140; ARZM04005xL3140; ARZM05054xL3140; ARZM04031xL3186; ARZM05076xL3186; ARZM04031xL3140; ARZM04014xL3140; ARZM05120xL3186; L3140xL3186; ARZM14009xL3186; ARZM05059xL3186; ARZM05120xL3140; ARZM05124xL3140. Los mismos presentaron rendimientos promedios superiores a los 5.900 kg. ha⁻¹ (anexo 1, tabla 13).

Peso de mil granos

Los valores correspondientes oscilaron entre un mínimo de 119 y un máximo de 227 gramos, con CV de 13,44 y D.E. fue 22,63 mientras que la media del ensayo para este carácter alcanzó los 168,44. Entre los mejores materiales se encuentran: ARZM05019xL3140; ARZM04066xL3140; ARZM04066xL3186; ARZM05076xL3140, todos ellos superando ampliamente al valor alcanzado por el híbrido de referencia (anexo 1, tabla 14).

Número de granos por metro cuadrado

Los valores de esta variable fueron desde los 1.606,71 hasta los 6.210 con un CV de 27,21 y D.E. de 927,74 y una media de 3372,56 granos. Los mejores materiales fueron ARZM05124xL3186; ARZM05124xL3140; ARZM05059xL3186; ARZM04001xL3140; ARZM05023xL3140; ARZM05059xL3140; ARZM05054xL3186. Todos ellos presentaron valores promedio por encima de los 3.780 granos por metro cuadrado (anexo 1, tabla 15).

Volumen de espigas

Esta variable demostró valores de entre 111 cm³ a 251 cm³, el CV fue de 15,33 y el D.E. 25,55 cm³ con una media de 166,66 cm³. Los materiales destacados significativamente fueron: ARZM05076xL3140; ARZM05065xL3140; ARZM05054xL3140; ARZM04066xL3140; ARZM05076xL3186; ARZM05019xL3140; ARZM04005xL3140; ARZM05049xL3140. Todos ellos superaron al híbrido de referencia (anexo 1, tabla 16).

VARIABLES DE CALIDAD

Porcentaje de explosión

Los valores extremos tuvieron un mínimo de 83,62 y un máximo de 99,41 con un promedio de 95,25 el CV fue de 2,94 el D.E fue de 2,80. Los materiales que obtuvieron un mayor porcentaje de explosión según la comparación de medias del método Kruskal Wallis fueron los cruzamientos L3140xL3186; ARZM05019xL3186; ARZM05023xL3186; ARZM04001xL3186; ARZM05059xL3186; ARZM05019xL3186; ARZM05076xL3186; ARZM14043xL3186; ARZM04005xL3186; ARZM05040xL3186; ARZM04014xL3186; ARZM05124xL3140; ARZM14009xL3186; ARZM05120xL3186; ARZM05051xL3186; ARZM04031xL3186; ARZM05040xL3140; ARZM05049xL3186; ARZM04061xL3186; ARZM05054xL3186. En estos cruzamientos, los porcentajes de granos explotados fueron de entre 96,22 y 98,64 sobre el total de la muestra evaluada (anexo 1, tabla 17).

K10

El número de granos en 10 gramos de muestra tuvo entre los materiales evaluados valores extremos entre 40 y 88 granos* 10 gr.⁻¹, con un promedio de 61,40; el CV fue de 15,17 y el D.E. 9,31. Los materiales más promisorios según la comparación LSD Fisher (DMS=5,26) fueron ARZM05124xL3140; ARZM05124xL3186; ARZM05059xL3186; ARZM05040xL3186; ARZM05023xL3186 cuyos valores de K10 alcanzados van desde 73,5 granos a 77 granos* 10gr⁻¹ (anexo 1, tabla 18) superando al híbrido de referencia.

Capacidad o volumen de expansión

Esta variable tuvo en el ensayo valores que fueron desde los 24 a los 46 cm³*gr con promedio de 30,43; su CV fue de 12,70 con D.E. de 3,86. Los materiales promisorios para este carácter según la comparación de medias de a pares a través de la prueba de Kruskal Wallis fueron L3140xL3186; ARZM05019xL3186; ARZM05023xL3186; ARZM04001xL3186; ARZM04005xL3186; ARZM04061xL3186; ARZM05124xL3186; ARZM14043xL3186; ARZM05059xL3186; ARZM05076xL3186; ARZM04013xL3186; ARZM05076xL3140; ARZM05049xL3186; ARZM04014xL3186; ARZM05040xL3186; ARZM05040xL3140; ARZM05051xL3186; ARZM14009xL3186; ARZM05120xL3186 donde el mejor resultado lo obtuvo el híbrido de referencia con un promedio de 44,5 cm³*gr que no fue superado por ningún cruzamiento experimental (anexo 1, tabla 19).

VARIABLES DESCRIPTIVAS

Se analizaron también las medidas de resumen de las variables descriptivas cuantitativas (anexo 1, tabla 1). Estas, son de importancia al momento de seleccionar materiales promisorios a incorporar al programa de mejoramiento, complementan la información estudiada y ayudan a la toma de decisiones.

-Porcentajes de quebrado y vuelco que alcanzaron valores extremos que fueron desde 0%, hasta 52,6% con promedio de 11,73%.

-Índice de prolificidad con valores extremos desde 0,59 hasta 1,62 promedio de espigas por planta, con una media general del ensayo de 1,08.

-Porcentaje de granazón con valores desde 72,5 hasta 91,2 con una media de 81,79.

-Número de hileras con valores desde 13,4 hasta 19,20 y una media de 15,88.

Correlaciones

Se analizó el Coeficiente de Correlación de Pearson para todas las variables en estudio, las correlaciones importantes y significativas fueron, rendimiento con número de granos por metro cuadrado, volumen de espigas, índice de prolificidad y K/10 los valores fueron $r = 0,85$, $r = 0,50$, $r = 0,62$, y $r = -0,32$ respectivamente. También se observaron correlaciones altas y significativas al comparar el peso de mil con volumen de espigas, porcentaje de explosión, K/10 y número de hileras, con valores $r = 0,67$ $r = -0,61$ $r = -0,91$ y $r = -0,40$ respectivamente. El número de granos por metro cuadrado se correlacionó significativamente con el índice de prolificidad $r = 0,69$ y con el porcentaje de explosión $r = 0,28$. El volumen de espigas se encontró correlacionado con el K/10 en $r = -0,67$ y con el porcentaje de explosión en $r = -0,48$. Por último el porcentaje de explosión se correlacionó con K/10 y volumen de expansión en $r = 0,51$ y $r = 0,66$ respectivamente (anexo 1, tabla 20). A modo de resumen se detallan en el cuadro 4 las correlaciones significativas más importantes que se han encontrado.

Cuadro 4: Coeficientes de correlación de Pearson entre diferentes variables analizadas para poblaciones e híbridos de maíz cultivados durante la campaña 2018/2019 en dos localidades del Norte de la Provincia de Buenos Aires.

	N_gran	V_Esp	K/10	v_E	P_Ex
Rend	0,85	0,50	-0,32	ns	ns
P1000	Ns	0,67	-0,91	0,28	-0,61
P_EX	0,28	-0,48	0,51	0,66	1

Referencias: ns: correlación no significativa ($p < 0,05$); Rend: rendimiento en kg/ha; P1000: peso de mil; P_Ex: porcentaje de explosión; N_Gran: número de granos por metro cuadrado; V_Esp: volumen de espigas; V_E: volumen de expansión (cm^3/gr);

Análisis biométricos

La variable analizada mediante los métodos de Dudley, UBDN, Aptitud y Medias fue la de rendimiento en grano (anexo 2), ya que los resultados evidenciaron que los materiales solo contenían alelos favorables para esta característica. Los valores obtenidos se muestran resumidos en el cuadro 5.

Cuadro 5: Resultados de los distintos métodos biométricos analizados en los cruzamientos

DUDLEY						APTITUD C.			UBDN		MEDIA		
Población	I1	I2	donor	lplu	Relation	ACE 1	ACE 2	ACG	P13 - P1	P23 - P2	P13	P23	MC
1	L3140	L3186	ARZM04001	535,25	-1932	686,65	-686,65	30,2		1610	6642	4910	5776
2	L3140	L3186	ARZM04005	630,75	-1114	277,65	-277,65	221,2		2210	6424	5510	5967
3	L3140	L3186	ARZM04013	103,5	-801	121,15	-121,15	-833,3		1312	5213	4612	4913
4	L3140	L3186	ARZM04014	505,75	-1066	253,65	-253,65	-28,8		1984	6150	5284	5717
5	L3140	L3186	ARZM04031	795,25	-72	-243,35	243,35	486,2		2996	6168	6296	6232
6	L3140	L3186	ARZM04061	289,5	-593	17,15	-17,15	-461,3		1788	5481	5088	5285
7	L3140	L3186	ARZM04066	230,75	-197	-180,85	180,85	-580,3		1867	5164	5167	5166
8	L3140	L3186	ARZM05019	288,25	-1	-278,85	278,85	-563,3		1982	5083	5282	5183
9	L3140	L3186	ARZM05023	686,75	-2072	756,65	-756,65	333,2		1843	7015	5143	6079
10	L3140	L3186	ARZM05040	370,5	-399	-79,85	79,85	-299,3		2047	5546	5347	5447
11	L3140	L3186	ARZM05049	436,5	-429	-64,85	64,85	-167,3		2164	5693	5464	5579
12	L3140	L3186	ARZM05051	404,25	-179	-189,85	189,85	-242,3		2214	5493	5514	5504
13	L3140	L3186	ARZM05054	985,25	58	-308,35	308,35	801,2		3376	6418	6676	6547
14	L3140	L3186	ARZM05059	845,75	-1046	243,65	-243,65	651,2		2674	6820	5974	6397
15	L3140	L3186	ARZM05065	650	-1237	339,15	-339,15	259,7		2187	6524	5487	6006
16	L3140	L3186	ARZM05076	465	1365	-961,85	961,85	-310,3	1753		4653	6218	5436
17	L3140	L3186	ARZM05120	708,25	-13	-272,85	272,85	282,7		2822	5935	6122	6029
18	L3140	L3186	ARZM05124	574	-321	-118,85	118,85	107,7		2493	5914	5793	5854
19	L3140	L3186	ARZM14009	910,75	-1242	341,65	-341,65	781,2		2706	7048	6006	6527
20	L3140	L3186	ARZM14043	365,25	117	-337,85	337,85	-468,3		2136	5119	5436	5278

Referencias: I1: línea 1 (L3140); I2: línea 2 (L3186); lpl μ : coeficiente de Dudley; ACE: aptitud combinatoria específica; ACG: aptitud combinatoria general; P13: rendimiento del cruzamiento entre la población y la línea 1; P23: rendimiento del cruzamiento de la población con la línea 2; P1: rendimiento de la línea L3140; P2: rendimiento de la línea L3186; MC: media entre P13 y P23.

DISCUSIÓN

El presente trabajo analizó poblaciones nativas cruzadas con líneas elite debido a la baja performance agronómica que poseen estas poblaciones *per se* lo que hace necesario combinarlas con germoplasma mejorado para poder utilizar eficazmente los alelos de interés que las mismas presentan. Tampoco sería factible cruzar las poblaciones entre sí, pues según López *et al.* (1993), en cruzamientos entre poblaciones de maíz, 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. Además, cruzando las poblaciones con líneas se puede conocer la aptitud combinatoria que puedan tener con respecto a las líneas utilizadas y así tomar decisiones con respecto a sus futuros cruzamientos.

Las poblaciones de este trabajo, provenientes de distintas zonas de la República Argentina, mostraron amplia variabilidad genética, exponiendo cierta performance agronómica aceptable en sus cruzamientos, proveniente fundamentalmente de las líneas por las que se cruzaron.

Entre las características analizadas, hubo una gran variabilidad en los datos, resultado esperable en virtud de la divergencia de orígenes y características de las poblaciones nativas estudiadas. Álvarez (1995) consideró que la alta variabilidad genética intrapoblacional encontrada en poblaciones de polinización abierta estaría explicada por la gran magnitud de diferencias entre plantas de una misma población. Esta variabilidad puede ser el punto de partida de cualquier programa de mejoramiento. Según Hallauer y Miranda Filho (1988), una base genética estrecha es indeseable para el mejoramiento de pisingallo, un cierto nivel de la divergencia parental es necesario para crear híbridos

productivos. En maíz, una base genética amplia es deseable y está asociada con la mejora de las poblaciones de polinización abierta y los híbridos.

Los datos obtenidos para rendimiento permitieron observar una gran variabilidad, existiendo genotipos con rinde promedio de 4.600 kg/ha, mientras otros superaron los 7.000 kg/ha, destacándose un grupo de 13 cruzamientos cuyo rendimiento fue superior y estadísticamente similar ($p > 0,05$) al alcanzado por el híbrido de referencia. Esto indica lo promisorio de este germoplasma relacionado al potencial de rendimiento en grano que posee. En variables como el peso de mil, número de granos por metro cuadrado, volumen de espigas y K10, los valores de los materiales experimentales fueron superiores y, hasta incluso con diferencias significativas respecto al híbrido elite a mejorar. Sin embargo, en otras variables de calidad, como en el porcentaje de explosión y volumen de expansión, todas las cruza experimentales resultaron con menor desempeño, aunque algunas no se diferenciaron significativamente del híbrido.

En particular, el volumen de expansión arrojó resultados con un alto coeficiente de variabilidad, los volúmenes promedio alcanzados por las poblaciones fueron desde 26 $\text{cm}^3 \cdot \text{gr}^{-1}$. las de menor desempeño, hasta un máximo de 35 $\text{cm}^3 \cdot \text{gr}^{-1}$. A pesar de esto, ninguno de ellos superó al híbrido de referencia. Resultados similares encontraron Miranda *et al.* (2007) cuando evaluaron cruzamientos entre híbridos y con variedades de polinización abierta en Brasil, encontrando que las poblaciones locales produjeron un menor volumen de expansión en contraste con cultivares comerciales y combinaciones híbridas. Ante esto, señalaron que esta situación fue debida a la intensidad en la selección practicada en esos cultivares.

Los ANOVAs realizados muestran, por un lado, que el genotipo tuvo efecto altamente significativo en todas las variables analizadas. Esto indica que es factible realizar una selección de los mejores materiales según este criterio, aunque se deberían tener otras cuestiones en cuenta. Una de ellas es el hecho de que todas las variables analizadas a excepción de porcentaje de explosión y volumen de expansión sufrieron un efecto altamente significativo del ambiente, lo que indicaría una respuesta diferencial y proporcional de los materiales según la calidad del ambiente. La interacción genotipo ambiente fue altamente significativa para las variables rendimiento, peso de mil, mientras que para K10 la IGA fue significativa, indicando un comportamiento inestable para estas características según el ambiente donde se desarrolló su ciclo. La presencia de interacción genotipo ambiente indicaría la inconsistencia en la performance de las poblaciones a través de los ambientes en que fueron evaluadas (Workie *et al.*, 2013), estos resultados sugieren un desempeño diferenciado en respuesta a cambios en el ambiente. Debido a la presencia de esta interacción, no podrían predecirse el comportamiento de los genotipos en diferentes ambientes utilizando los datos de uno de ellos (Álvarez y Ruiz de la Galarreta, 1999). En el caso particular del volumen de expansión, la influencia ambiental en maíz pisingallo fue encontrada también por Vendruscolo *et al.* (2001), que verificó un efecto significativo de la interacción genotipo ambiente en 15 materiales de maíz pisingallo (poblaciones e híbridos), evaluados en 15 localidades en la región del Centro Sudeste de Brasil. Aunque los resultados del ANOVA dejan en evidencia el efecto que el ambiente provocó a los materiales, esto no sería suficiente para realizar un estudio de esta interacción, pues no se podría realizar una estimación muy certera de su intensidad debido a la acotada información relevada en el presente trabajo, que cuenta solo con dos ambientes de estudio.

El volumen de expansión de las poblaciones fue, como se señaló anteriormente, inferior al volumen alcanzado por el testigo de referencia. Sin embargo, esta situación de inferioridad de los materiales experimentales no se observó en el rendimiento, donde algunos materiales se comportaron mejor que el testigo, esto ya lo adelantaban Miranda *et al.* (2003) cuando indicaron que es posible incrementar el rendimiento en grano usando poblaciones locales, pero sería difícil obtener híbridos comerciales de poblaciones locales porque tienen un pobre desempeño para la expansión.

En cuanto a los demás parámetros de calidad, como el K10, las poblaciones mostraron valores superiores y significativos respecto al híbrido de referencia. En el porcentaje de explosión, ninguna cruce experimental alcanzó la misma explosión que el híbrido de referencia, aunque muchas de ellas no mostraron diferencias significativas con respecto a éste. El K10 con un CV de 13,86 es una variable que tiene potencial de ser explotada.

En la matriz de correlaciones de Pearson realizada, hubo variables que se destacaron por su significancia, entre ellas el Rend con el N_Gran, esto indicaría que hay una fuerte determinación del rendimiento por el número de granos por metro cuadrado, incluso mayor a otras variables agronómicas. Satorre *et al.* (2003) indicaron que el rendimiento está más relacionado con el número de grano que con el peso en sí, considerando a este último más estable. Corcuera (2012), encontró en su evaluación de 12 híbridos simples estudiados durante el periodo 2002/03 a 2004/05 en Llavallol (Provincia de Buenos Aires) una correlación $r = 0,74$ entre rendimiento y número de granos por espiga. Diversos autores como Cirilo y Andrade (1994) y Otegui (1997) han señalado que para lograr aumentos de rendimiento en maíz es importante aumentar la supervivencia de las estructuras capaces de dar origen a un grano. Esto explicaría la correlación encontrada

entre Rend e I_Prol entendiendo al índice de prolificidad como un estimador que cuantifica las espigas, estructuras capaces de dar origen a granos. Esta deducción también se podría aplicar a la correlación encontrada entre N_Gran e I_Prol, siendo el número de granos por metro cuadrado el principal componente del rendimiento.

Una correlación interesante que se encontró fue con respecto al volumen de espiga, esta variable muestra estar más relacionada al tamaño de los granos que al número de granos en la determinación del rendimiento. Se puede deducir a través de las correlaciones significativas encontradas entre V_Esp con Rend, P1000 y K/10 con valores de $r = 0,50$, $r = 0,67$ y $r = -0,67$ respectivamente. Mientras que la correlación entre V_Esp y N_Gran fue solo de $r = 0,16$. A su vez, el P1000 se encontró correlacionado con el N_H de manera negativa con $r = -0,40$ esta situación pone de manifiesto que, al aumentar el número de hileras en la espiga, los granos que éstas contienen son más pequeños.

Otras variables que se relacionan es el caso del K/10 con el P1000 cuyo coeficiente $r = -0,91$ indicaría que, al aumentar el tamaño de los granos, el peso de los mil granos sería mayor al mismo tiempo sería menor la cantidad de granos en 10 gramos de muestra, este es un resultado totalmente esperable. Perovich (2015) obtuvo una respuesta similar al comparar estas variables, con un valor $r = -0,85$. Dos variables de calidad V_E y P_Ex tuvieron en el análisis de Pearson una correlación $r = 0,66$. Esta respuesta es previsible si se considera que los materiales de mayor calidad industrial ocuparon un mayor volumen de expansión no solo por el volumen producido por los granos *per se*, sino porque también explotó una mayor proporción de granos del total de la muestra, Este tipo de respuesta ya ha sido encontrada por Dofing *et al.* (1990) quienes, analizando estas variables de calidad, obtuvieron un coeficiente de $r = -0,88$ entre volumen de expansión y porcentaje de granos sin reventar.

En las experiencias de Brunson (1937) y Abdon Lira (1986) encontraron asociaciones genéticas y ambientales negativas entre Rend y V_E. Otros autores como Lima *et al.* (1971), Verma y Singh (1979), Lira (1983), Andrade (1996) y Cabral *et al.* (2016) encontraron también correlaciones negativas cuando seleccionaron por volumen de expansión obteniendo bajo rendimiento en grano. Perovich (2015), obtuvo un coeficiente de correlación $r = -0,23$ al evaluar 40 poblaciones locales de maíces reventadores, conservados en el Banco Activo de Germoplasma de la EEA INTA Pergamino. Miranda *et al.* (2003), señalaban que la productividad de granos está inversamente correlacionada con la capacidad de expansión, dificultando la ganancia por selección simultánea cuando se refiere a las dos características en el mejoramiento poblacional. Sin embargo, Gaset (2014) al evaluar 56 híbridos experimentales en la EEA Pergamino de INTA durante la campaña 2012/13 no encontró significancia en la correlación cuando comparó las variables rendimiento y el volumen de expansión. El autor mencionó que se podría explicar por una muy baja asociación entre los genes que codifican para estas variables e indica que pueden ser seleccionadas y mejoradas de manera independiente. Al analizar estas variables para el presente trabajo, no se encontró correlación ($r = -0,03$) es decir que, independientemente del rinde obtenido por los materiales, estos han alcanzado diferentes volúmenes de expansión, y los determinantes de una característica no influyen en la otra.

Ciertas correlaciones encontradas parecen evidenciar que, a mayor tamaño de los granos, menor es su calidad comercial como pisingallo. Este hecho queda de manifiesto en la correlación que obtuvo el P1000 con las demás variables de calidad V_E y P_Ex donde los valores fueron $r = -0,29$ y $r = -0,61$ respectivamente. Diversos autores ya han señalado esta situación entre el tamaño de grano y la calidad comercial (Song *et al.*, 1991; Allred-Coyle *et al.*, 2000; Ceylan y Karababa, 2002; Gökmen, 2004; Ademiluyi y Mepba, 2009).

Posiblemente esto pueda explicarse porque los granos de mayor tamaño poseen una gran proporción de su germoplasma proveniente de materiales dentados, cuya capacidad de expansión es baja o nula. Severini (2011) indicó como estos maíces difieren de los pisingallos en el contenido de proteína de sus granos, así como también, en ciertas cuestiones fisiológicas relacionadas al aprovechamiento de los asimilados por parte de la planta al momento del llenado de granos, por lo tanto, este fenómeno podría tener incidencia en la calidad del grano obtenido.

Se analizaron los resultados de los métodos biométricos para el carácter de rendimiento. La congruencia de los diferentes criterios manifiesta que, cuatro poblaciones son potencialmente útiles para aportar alelos en el proceso de mejora del híbrido de referencia (patrón heterótico L3140xL3186) y así mejorar su productividad.

Por un lado, ARZM05023 y ARZM14009 serían donantes potenciales de alelos útiles y se podrían asociar al grupo heterótico de L3186. En el análisis de Dudley, los coeficientes de $lpl-\mu$ obtenidos son indicadores de que poseen alelos favorables que no están presentes en el germoplasma elite, el valor de Relation es negativo para ambos, esto indica similitud con L3186. En el análisis de Aptitud, la ACE de ARZM05023 combinada con L3140 fue superior a la ACG, lo que evidencia el grupo heterótico con el cual posee afinidad. Mientras que ARZM14009 demostró alta ACG. En cuanto al análisis UBDN, no obtuvieron valores significativos, pero al momento de evaluar las Medias, se observa que las cruas con L3140 produjeron rendimientos aceptables. En el caso particular de ARZM14009, que posee una ACG superior a la ACE con las líneas, sería un estimador del efecto aditivo de los genes que posee. Por lo tanto, no se descartaría en alguna ocasión ser cruzada con cualquiera de ambas líneas y mejorar su comportamiento productivo.

Por otro lado, como donantes de alelos para el grupo heterótico de L3140 se destacaron las poblaciones ARZM05054 y ARZM05076. Al momento de analizar los resultados de la prueba de Dudley, ambas poseen valores $lpl-\mu$ elevados y Relation positiva. En cuanto a la Aptitud, la ACE obtenida por parte de ARZM05076 con la línea L3186 fue superior a la ACG, mientras que ARZM05054 obtuvo un valor de ACG por encima de ACE. Según el análisis de UBDN, la población ARZM05054 pertenece al grupo de L3140, mientras que ARZM05076 pertenecería al grupo de L3186, este último resultado contradice a los demás métodos, al ser UBDN un análisis obtenido por diferencias, una posible explicación podría ser que el valor de rendimiento de la línea L3186 *per se* fue superior al obtenido por L3140 *per se*. O bien, los valores de rendimiento obtenidos por parte de los materiales cruzados por L3140 fueron superiores a los logrados por los materiales cruzados por L3186, de esta manera, este único valor de UBDN perteneciente a la población ARZM05076 no sería un parámetro para tener en cuenta con demasiada certeza. Además, cuando se observan las Medias de sus cruzamientos el mayor valor lo obtiene al cruzarse por L3186, confirmando que pertenece al grupo heterótico de L3140.

En el caso particular de ARZM05054 que obtuvo alta ACG, este material también en el análisis de Dudley arrojó una Relation positiva, aunque no es un valor que se destaque de los demás. Así, observando las Medias entre los tratamientos estudiados, el rendimiento no difiere en más de 260 kg, esto indicaría que se podría cruzar con ambos grupos heteróticos y aun así mejorar el comportamiento debido a los efectos aditivos de los genes que posee.

CONCLUSIÓN

Entre las poblaciones nativas evaluadas en el presente trabajo existe un gran potencial para aportar genes útiles al programa de mejoramiento de maíz pisingallo de la EEA INTA Pergamino, la variabilidad es alta para los caracteres agronómicos y de calidad comercial analizados. Por su parte, se encontró germoplasma muy promisorio con relación a su desempeño, principalmente porque generan buen rendimiento en grano.

Se puede inferir con certeza que existen cuatro poblaciones, dos de ellas pertenecientes a cada grupo heterótico, que podrían mejorar el rendimiento. Existen también, dos poblaciones que poseen buena ACG, por lo tanto, efectos de aditividad en sus genes que demuestran que pueden ser combinados con cualquiera de las líneas utilizadas. Sin embargo, es recomendable estudiar los materiales en un mayor número de ambientes, analizar su interacción y definir con exactitud la estrategia de mejora a aplicar.

En lo que respecta a los parámetros de calidad (principalmente volumen de expansión y porcentaje de explosión) evaluados en los cruces de las poblaciones nativas, no se consideró una buena opción realizar selección por estas variables debido a que el híbrido de referencia las supera significativamente, por lo tanto, los materiales experimentales no tendrían nada favorable que aportar a estas variables.

BIBLIOGRAFIA

- Abdon Lira, M. 1986. Correlacoes fenotipicas, genéticas e de ambiente entre caracteres em Milho Pipoca (*Zea mays* L.). *Ciencia e Prática*, Vol. 10, N2 1:11-18.
- Ademiluyi, TF; Mepba, HD. 2009. Effects of engineering properties on the poppability of Nigerian popcorn. *International Journal of Food Engineering* 5(1).
- Allred Coyle, TA; Toma, RB; Reiboldt, W; Thakur, M. 2000. Effects of moisture content, hybrid variety, kernel size, and microwave wattage on the expansion volume of microwave popcorn. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 51(5), 389–394.
- Álvarez, A; Ruiz de la Galarreta, JI. 1999. Genotype-environment interaction in maize landraces from northern Spain. *J. Genetic and Breed.* 53: 177-181.
- Álvarez, MP. 1995. Diversidad Genética entre poblaciones de Polinización Abierta de Girasol. Tesis de Maestría en Mejoramiento Genético Vegetal. INTA-UNR. Argentina. 90 pp.
- Amaral Júnior, AT; Oliveira, ÉC; Gonçalves, LSA; Scapim, CA; Candido, LS; Conceição Silva, TR; Vittorazzi, C; Cunha, KS. 2013. Assessment of genetic diversity among maize accessions using inter simple sequence repeats (ISSR) markers. *African Journal of Biotechnology*, 10(69), 15462-15469. DOI: 10.5897/AJB10.2624 [Links]
- Andrade, RA. 1996. Cruzamentos dialélicos entre seis variedades de milho pipoca. M.S. Thesis. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Brunson, AM. 1937. Popcorn Breeding. *Yearbook of Agriculture* : 395-404.

- Cabral, PD; Amaral Júnior, AT; Freitas, ILJ; Ribeiro, RM; Silva, TRC. 2016. Relação de causa e efeito de caracteres quantitativos sobre a capacidade de expansão do grão em milho-pipoca. *Revista Ciência Agronômica*, 47(1), 108-117.
- Carta de Suelos de la República Argentina. Centro de Investigación de Recursos Naturales. INTA. 1972.
- Cary, NC. 2008. SAS Institute Inc. SAS® 9.2 Foundation System Requirements for Linux® for Intel®.
- Ceylan, M; Karababa, E. 2002. Comparison of sensory properties of popcorn from various types and sizes of kernel. *Journal of the Science Food and Agriculture*, 82, 127–133.
- Cirilo, AG; Andrade, FH. 1994. Sowing date and maize productivity: II. Kernel number determination. *Crop Sci.* 34: 1044-1046.
- ClimateData.org. 2012. CLIMA ARGENTINA (en línea). Consultado 19 de jun de 2020. Disponible en <https://es.climate-data.org>.
- Corcuera, VR. 2012. Desarrollo y evaluación de nuevo germoplasma de maíz (*Zea mays* L.) para uso especial en argentina. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Producción Vegetal. 394 p.
- Cruz, CD; Regazzi, AD. 1994. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento. UFV, Viçosa.
- Cruz, CD. 2006. Programa Genes - Análise multivariada e simulação. 1. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, v. 1. 175 p.
- De Bernardi, LA. 2017. Perfil del maiz pisingallo (en línea). Ministerio de Agroindustria. Consultado 20 ene 2019. Disponible en https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/gra

nos/_archivos/000061_Informes/899991_Perfil%20del%20Ma%C3%ADz%20Pisingallo.pdf

- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; González, L. 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.
- Dofing, SM; Thomas-Compton, MA; Buck, JS. 1990. Genotype X Popping Method Interaction for Expansion Volume in Popcorn. *Crop Science*, 30(1), 62.
- Dombrohn-kurtzman, MA; Bietz, JA. 1993. Zein composition in hard and soft endosperm of maize. *Cereal Chem.* 70:105-108.
- Dudley, JW. 1987. Modification of methods for identifying populations to be used for improving parents of elite single crosses. *Crop Sci.* 27:940-943.
- Dudley, JW. 1988. Evaluation of maize populations as sources of favorable alleles. *Crop Sci.* 28: 486-491.
- Erazo Barradas, M. 2009. Evaluation of popping expansion traits in a maize (*Zea mays* L.) population. Tesis de Master of Science. Iowa State University. Digital Repository @ Iowa State University. 152p.
- Ferreira de Oliveira, GH; do Amaral, CB; Mazza Revolti, LT; Buzzinaro, R; Vitti Moro, G. 2018. Genetic variability in popcorn synthetic population. Sergipe, Brazil. Universidade Federal de Sergipe.
- Gaset, B. 2014. Componentes genéticos y tipo de herencia de caracteres de interés agronómico y calidad comercial de maíz pisingallo (*zea mays* L.var. everta). Trabajo final de grado. Pergamino, Buenos Aires (AR): UNNOBA. 53p.
- Gerloff, JE; Smith, OS. 1988. Choice of method for identifying germplasm with superior alleles. *Theoretical and Applied Genetics*, 1988, Volume 76, Number 2, Page 217. Cambridge, USA.

- Gökmen, S. 2004. Effects of moisture content and popping method on popping characteristics of popcorn. *Journal of Food Engineering* 65(3), 357–362.
- Hallauer, AR. 2001. *Speciality corns*. 2 ed. London New York Washington, D.C USA. Boca Ratón 206 p.
- Hallauer, AR; Miranda Filho, JB. 1988. *Quantitative genetics in maize breeding*, 2nd edn. Iowa State University Press, Ames, Iowa, p 468.
- Hamaker, BR; Tadjung, AS; Janaswamy, S; Chandrasekaran, R; Aboubacar, A. 2005. Role of the Pericarp Cellulose Matrix as a Moisture Barrier in Microwaveable Popcorn, *Biomacromolecules* 2005 6 (3), 1654-1660.
- Hosene, R. C.; Zeleznak, K.; y Abdelrahman, A. 1983. Mechanism of popcorn popping. *J. Cereal Sci.* 1:43-52.
- Lima, M; Zinsly, JR; Venconvsky, R; Melo, MR. 1971. Resultados parciais de um programa de melhoramento de milho (*Zea mays* L.) visando ao aumento da produtividade, caracteres agrônômicos e capacidade de expansão. Relatório Científico do Departamento e Instituto de Genética da Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz. 5:84-93.
- Lira, MA. 1983. Seleção entre e dentro de famílias de meio-irmãos para produção e capacidade de expansão e correlações entre alguns caracteres em milho pipoca (*Zea mays* L.). M.S. Thesis. Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- 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). pp. 21-25.

- Lorea, RD; Delucchi, C; Eyhérabide, 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. In VIII Congreso Nacional de Maíz. p. 379- 382.
- Lorea, RD; Eyhérabide, GH; López, CG; Delucchi, C; Castellarin, J; Presello, DA. 2008 Poblaciones nativas argentinas de maíz (*Zea mays*, L.) como fuente de alelos favorables para rendimiento. In Programa cooperativo centroamericano para el mejoramiento de cultivos y animales. p. 162
- Lucchin, M; Barcaccia, G; Parrini, P. 2003. Characterization of a flint maize (*Zea mays* L. convar. Mays) Italian landrace: I. Morpho-phenological and agronomic traits. *Genetic Resource and Crop Evolution* 50:315-327.
- 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, pp. 15–40.
- Miranda, GV; de Souza, LV; Galvão, JCC; Guimarães, LJM; de Melo, AV; dos Santos, IC. 2007. Genetic variability and heterotic groups of Brazilian popcorn populations. *Euphytica* 162 (3). 431–440.
- Miranda, GV; Coimbra, RR; Godoy, CL; Souza, LV; Guimarães, LJM; Melo, AV. 2003. Potential to breeding and genetic divergence in popcorn cultivars. *Pesq. Agropec. Bras.* 38: p 681-688.
- Otegui, ME. 1997. Kernel set and flower synchrony within the ear of maize. II Plant population effects. *Crops Sci.* 37: 448-455.

- Perovich, RA. 2015. Evaluación de características agronómicas y de calidad de poblaciones locales de maíz reventador. Trabajo final de grado. Pergamino, Buenos Aires (AR): UNNOBA.
- Robbins, WA. y Ashman, RB. 1984. Parent-Offspring Popping Expansion Correlations in Progeny of Dent Corn X Popcorn and Flint Corn X Popcorn Crosses¹. *Crop Science* 1984 24: 1: 119-121.
- Rooney, LW; Serna-Saldivar, SO. 1987. Food uses of whole corn and dry-milled fractions. Pages 399-429 in: *Corn: Chemistry and Technology*. S. A. Watson and P. E. Ramstad, eds. AACC International: St. Paul, MN.
- Satorre, EH; Benech Arnold, LR; Slafer, GA; De la Fuente EB; Miralles, DJ; Otegui, ME; Savin, R. 2003. Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. Facultad de Agronomía. p 135-157.
- Severini, AD. 2011. Bases ecofisiológicas de la determinación del rendimiento y la calidad de grano en maíces pisingallo. Tesis Magister Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires. p 82.
- Shimoni, E; Dirks, EM; Labuza, TP. 2002. The relation between final popped volume of popcorn and thermal-physical parameters. *LWT - Food Science and Technology* 35(1), p 93–98.
- Silva, TA; Belizário Cantagalli, L; Saavedra, J; Lopes, AD; Aparecida Mangolin, C; Silva Machado, MFP; Scapim, CA. 2015. Population structure and genetic diversity of Brazilian popcorn germplasm inferred by microsatellite markers. *Electronic Journal of Biotechnology*, 18(3), 181-187. DOI: 10.1016/j.ejbt.2015.03.005.

- Song, A; Eckhoff, SR; Paulsen, M; Litchfield, JB. (1991) Effects Of Kernel Size And Genotype On Popcorn Popping Volume And Number Of Unpopped Kernels. *Cereal Chemistry* 68(5), 464–467.
- Sprague, GF; y Tatum, LA. 1942. General vs Specific Combining Ability in Single crosses of Corn. *J. Am. Soc. Agron.* 34: 923-932.
- Süleyman, S; y Alper Tekkanat, P. 2007. Interactions amongst kernel properties and expansion volume in various popcorn genotypes. *Journal of Food Engineering* 80:336-341 p.
- Uranga, C. 2018. El pochoclo argentino pierde el podio en el consumo mundial (en línea). *Infobae*. Consultado el 13 ago. 2020. Disponible en <https://www.infobae.com/campo/2018/11/09/el-pochoclo-argentino-pierde-el-podio-en-el-consumo-mundial>.
- Vendruscolo, ECG; Scapim, CA; Pacheco, CAP; Oliveira, VR; Braccini, AL; Gonçalves Vidigal, MC. 2001. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho-pipoca na região centro-sul do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 36:123-130.
- Verma, RK; Singh, TP. 1979. Inter-relations among certain quantitative traits in popcorn. *Mysore Journal Agricultural Science*. 13:15-18.
- Wilson, CM. 1987. Proteins of the kernel. Pages 273-310 in: *Corn: Chemistry and Technology*. S. A. Watson and P. E. Ramstad, eds. AACC International: St. Paul, MN.
- 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.

- Ziegler, KE. 2001. Popcorn. En: Hallauer AR (Ed.), *Specialty corns*. 2a Ed., CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 199–234.

ANEXOS

ANEXO 1.

Tabla 1: Medidas de resumen para todas las variables cuantitativas estudiadas.

Medidas resumen

Variable	n	Media	D.E.	CV	Min	Máx
Rend	148	5705,11	1411,06	24,73	2955,00	8930,00
P1000	156	168,44	22,63	13,44	119,00	227,50
N_Gran	156	3372,56	917,74	27,21	1606,71	6210,00
V_E	156	30,43	3,86	12,70	24,00	46,00
P_Ex	156	95,25	2,80	2,94	83,62	99,41
K/10	156	61,40	9,31	15,17	40,00	88,00
V_Esp	156	166,66	25,55	15,33	111,00	251,00
N_H	156	15,88	1,34	8,45	13,40	19,00
I_Prol	156	1,08	0,22	20,31	0,59	1,62
QV	156	11,73	10,89	92,87	0,00	52,60
P_G	155	81,69	3,04	3,73	72,50	91,20

Tabla 2: Comprobación del supuesto de normalidad de variables productivas y de calidad:

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Rend	148	5705,11	1411,06	0,97	0,0307
P1000	156	168,44	22,63	0,98	0,1088
N_Gran	156	3372,56	917,74	0,97	0,0105
K/10	156	61,40	9,31	0,98	0,1113
LOG10_V_Esp	156	2,22	0,06	0,97	0,0670
P_Ex	156	95,25	2,80	0,88	<0,0001
V_E	156	30,43	3,86	0,90	<0,0001

Resultado de los ANOVA realizados

Tabla 3: Rendimiento en grano

Rend

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rend	148	0,87	0,71	13,38

Datos desbalanceados en celdas.
 Para otra descomposición de la SC
 especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	254797247,55	82	3107283,51	5,33	<0,0001
ENTRY	54666883,38	40	1366672,08	2,34	0,0011
LOCALIDAD	146212433,36	1	146212433,36	250,79	<0,0001
REPETICION>LOCALIDAD	2467791,33	1	2467791,33	4,23	0,0437
ENTRY*LOCALIDAD	51450139,48	40	1286253,49	2,21	0,0022
Error	37895095,49	65	583001,47		
Total	292692343,05	147			

Tabla 4: Peso de mil granos

P1000

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
P1000	156	0,96	0,91	4,07

Datos desbalanceados en celdas.
 Para otra descomposición de la SC
 especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	75963,54	82	926,38	19,69	<0,0001
ENTRY	62197,06	40	1554,93	33,05	<0,0001
LOCALIDAD	9369,40	1	9369,40	199,12	<0,0001
REPETICION>LOCALIDAD	243,01	1	243,01	5,16	0,0260
ENTRY*LOCALIDAD	4154,07	40	103,85	2,21	0,0017
Error	3434,96	73	47,05		
Total	79398,50	155			

Tabla 5: Número de granos por metro cuadrado

N_Gran

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N Gran	156	0,82	0,62	16,81

Datos desbalanceados en celdas.
Para otra descomposición de la SC
especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	107073459,87	82	1305773,90	4,06	<0,0001
ENTRY	43292618,04	40	1082315,45	3,37	<0,0001
LOCALIDAD	41053905,16	1	41053905,16	127,66	<0,0001
REPETICION>LOCALIDAD	1650486,94	1	1650486,94	5,13	0,0265
ENTRY*LOCALIDAD	21076449,73	40	526911,24	1,64	0,0337
Error	23476184,91	73	321591,57		
Total	130549644,78	155			

Tabla 6: Volumen de espigas

LOG10_V_Esp

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LOG10 V Esp	156	0,90	0,79	1,33

Datos desbalanceados en celdas.
Para otra descomposición de la SC
especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,58	82	0,01	8,07	<0,0001
ENTRY	0,30	40	0,01	8,60	<0,0001
LOCALIDAD	0,22	1	0,22	255,75	<0,0001
REPETICION>LOCALIDAD	1,2E-03	1	1,2E-03	1,38	0,2435
ENTRY*LOCALIDAD	0,05	40	1,3E-03	1,52	0,0603
Error	0,06	73	8,8E-04		
Total	0,64	155			

Tabla 7: K10

K/10

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
K/10	156	0,93	0,85	5,86

Datos desbalanceados en celdas.
Para otra descomposición de la SC
especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12503,98	82	152,49	11,80	<0,0001
ENTRY	9629,06	40	240,73	18,62	<0,0001
LOCALIDAD	1934,54	1	1934,54	149,67	<0,0001
REPETICION>LOCALIDAD	71,75	1	71,75	5,55	0,0212
ENTRY*LOCALIDAD	868,64	40	21,72	1,68	0,0274
Error	943,57	73	12,93		
Total	13447,56	155			

VARIABLES analizadas con métodos no paramétricos. Capacidad o volumen de expansión y porcentaje de explosión.

Tabla 8: Volumen de expansión y porcentaje de explosión analizando LOCALIDAD mediante métodos no paramétricos.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	LOCALIDAD	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
V_E	CHACA	80	30,46	3,72	30,00	0,22	0,6357
V_E	SADA	76	30,39	4,03	30,00		

Variable	LOCALIDAD	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
P_Ex	CHACA	80	95,00	3,37	95,53	0,05	0,8260
P_Ex	SADA	76	95,51	2,04	95,73		

Tabla 9: Volumen de expansión y porcentaje de explosión analizando REPETICION mediante métodos no paramétricos.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	REPETICION	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
V_E	1	81	30,45	3,96	30,00	3,8E-04	0,9844
V_E	2	75	30,40	3,78	30,00		

Variable	REPETICION	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
P_Ex	1	81	95,34	2,78	95,80	0,17	0,6820
P_Ex	2	75	95,15	2,84	95,41		

Tabla 10: Volumen de expansión y porcentaje de explosión analizando GENOTIPO mediante métodos no paramétricos.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	H	p
V_E	115,14	<0,0001

Variable	H	p
P_Ex	131,17	<0,0001

Tabla 11: Volumen de expansión y porcentaje de explosión analizando INTERACCION GENOTIPO AMBIENTE mediante métodos no paramétricos.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	H	p
V_E	136,42	0,0001

Variable	H	p
P_Ex	140,62	<0,0001

Resultados de las comparaciones de medias (según LSD Fisher y comparación de medias de a pares a través de Kruskal Wallis)

Tabla 12: Numeración que se le dio a los diferentes materiales al momento de realizar las comparaciones de medias.

Número	Material
1	ARZM04001xL3140
2	ARZM04001xL3186
3	ARZM04005xL3140
4	ARZM04005xL3186
5	ARZM04013xL3140
6	ARZM04013xL3186
7	ARZM04014xL3140
8	ARZM04014xL3186
9	ARZM04031xL3140
10	ARZM04031xL3186
11	ARZM04061xL3140
12	ARZM04061xL3186
13	ARZM04066xL3140
14	ARZM04066xL3186
15	ARZM05019xL3140
16	ARZM05019xL3186
17	ARZM05023xL3140
18	ARZM05023xL3186
19	ARZM05040xL3140
20	ARZM05040xL3186
21	ARZM05049xL3140
22	ARZM05049xL3186
23	ARZM05051xL3140
24	ARZM05051xL3186
25	ARZM05054xL3140
26	ARZM05054xL3186
27	ARZM05059xL3140
28	ARZM05059xL3186
29	ARZM05065xL3140
30	ARZM05065xL3186
31	ARZM05076xL3140
32	ARZM05076xL3186
33	ARZM05120xL3140
34	ARZM05120xL3186
35	ARZM05124xL3140
36	ARZM05124xL3186
37	ARZM14009xL3140
38	ARZM14009xL3186
39	ARZM14043xL3140
40	ARZM14043xL3186
41	L3140xL3186

Tabla 13: Rendimiento en grano

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1154,47579

Error: 583001,4691 gl: 65

ENTRY	Medias	n	E.E.																		
6	4611,75	4	384,74	A																	
31	4653,00	4	384,74	A	B																
2	4909,75	4	384,74	A	B	C															
15	5083,25	4	384,74	A	B	C	D														
12	5087,50	4	384,74	A	B	C	D														
39	5119,25	4	384,74	A	B	C	D														
18	5143,00	4	384,74	A	B	C	D														
13	5164,00	4	384,74	A	B	C	D														
14	5167,00	4	384,74	A	B	C	D														
5	5213,00	3	444,26	A	B	C	D	E													
16	5282,25	4	384,74	A	B	C	D	E													
8	5284,33	3	444,26	A	B	C	D	E	F												
20	5346,75	4	384,74	A	B	C	D	E	F												
40	5435,75	4	384,74	A	B	C	D	E	F												
22	5463,50	4	384,74	A	B	C	D	E	F												
11	5481,00	4	384,74	A	B	C	D	E	F												
30	5487,00	3	444,26	A	B	C	D	E	F	G											
23	5492,50	4	384,74	A	B	C	D	E	F	G											
4	5510,00	3	444,26	A	B	C	D	E	F	G											
24	5513,50	4	384,74	A	B	C	D	E	F	G											
19	5545,50	4	384,74	A	B	C	D	E	F	G											
21	5693,00	4	384,74		B	C	D	E	F	G	H										
36	5793,25	4	384,74			C	D	E	F	G	H										
35	5913,75	4	384,74			C	D	E	F	G	H	I									
33	5935,00	4	384,74			C	D	E	F	G	H	I									
28	5974,25	4	384,74			C	D	E	F	G	H	I									
38	6005,75	4	384,74			C	D	E	F	G	H	I									
41	6111,00	4	384,74			C	D	E	F	G	H	I									
34	6122,00	2	544,11			C	D	E	F	G	H	I									
7	6149,67	3	444,26				D	E	F	G	H	I									
9	6168,25	4	384,74				D	E	F	G	H	I									
32	6217,50	4	384,74				D	E	F	G	H	I									
10	6296,00	2	544,11				D	E	F	G	H	I									
25	6418,00	3	444,26					E	F	G	H	I									
3	6424,00	3	444,26					E	F	G	H	I									
29	6524,33	3	444,26						F	G	H	I									
1	6642,00	4	384,74							G	H	I									
26	6676,00	3	444,26							G	H	I									
27	6820,33	3	444,26								H	I									
17	7015,00	3	444,26									I									
37	7048,00	3	444,26										I								

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

Tabla 17: Porcentaje de explosión (comparación de medias a través de la prueba de Kruskal Wallis)

Trat.	Medias	Ranks
11	89,12	12,38 A
3	90,64	16,25 A B
15	88,51	17,00 A B
25	92,19	19,00 A B C
13	92,21	20,50 A B C
37	92,77	26,75 A B C
9	93,36	31,25 A B C D
23	93,44	31,38 A B C D
7	93,44	33,13 A B C D
21	93,55	36,88 A B C D
5	93,80	38,50 A B C D
31	93,37	38,88 A B C D
33	94,56	56,13 A B C D E
29	94,74	59,00 A B C D E F
27	94,67	59,25 A B C D E F
14	94,84	59,25 A B C D E F
39	95,03	65,75 A B C D E F G
17	95,16	67,88 A B C D E F G
1	95,30	75,13 B C D E F G H
6	95,54	75,25 B C D E F G H
30	95,92	84,75 C D E F G H I
26	96,22	91,33 C D E F G H I J
12	96,17	93,63 C D E F G H I J
22	96,33	94,25 C D E F G H I J
19	96,36	95,75 C D E F G H I J
10	96,49	99,00 C D E F G H I J
24	96,73	103,25 D E F G H I J
34	96,75	104,00 D E F G H I J
38	96,81	105,75 E F G H I J
35	96,88	106,88 E F G H I J
8	96,92	107,38 E F G H I J
20	97,08	112,63 E F G H I J
4	97,34	118,83 E F G H I J
40	97,45	120,25 F G H I J
32	97,57	125,00 F G H I J
16	97,69	127,50 G H I J
28	97,93	131,38 H I J
2	98,12	136,63 H I J
18	98,26	140,25 I J
36	98,64	148,13 J
41	98,64	149,00 J

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

Tabla 19: Volumen de expansión (Comparación de medias a través de la prueba de Kruskal Wallis)

Trat.	Medias	Ranks																		
9	26,00	13,00	A																	
37	26,00	15,13	A																	
7	26,25	17,50	A																	
3	26,75	26,50	A	B																
29	27,00	31,00	A	B	C															
25	27,00	31,00	A	B	C															
21	27,00	31,38	A	B	C															
15	26,75	33,75	A	B	C															
23	27,75	42,25	A	B	C	D														
11	27,75	42,88	A	B	C	D														
33	28,00	45,75	A	B	C	D														
30	28,50	54,00	A	B	C	D	E													
5	28,50	54,00	A	B	C	D	E													
17	28,75	57,75	A	B	C	D	E	F												
13	29,00	62,00	A	B	C	D	E	F	G											
10	29,00	62,50	A	B	C	D	E	F	G	H										
27	29,00	63,88	A	B	C	D	E	F	G	H										
35	29,00	66,13	A	B	C	D	E	F	G	H										
39	29,50	70,63	A	B	C	D	E	F	G	H										
26	29,83	78,17	A	B	C	D	E	F	G	H										
14	29,88	78,38	A	B	C	D	E	F	G	H										
1	30,25	79,88	A	B	C	D	E	F	G	H										
34	30,25	83,00	A	B	C	D	E	F	G	H	I									
38	30,25	84,50		B	C	D	E	F	G	H	I									
24	30,50	88,75		B	C	D	E	F	G	H	I									
19	30,63	90,75			C	D	E	F	G	H	I									
20	30,63	91,38			C	D	E	F	G	H	I									
8	30,88	95,00			C	D	E	F	G	H	I									
22	30,88	95,00			C	D	E	F	G	H	I									
31	31,50	99,00				D	E	F	G	H	I									
6	31,75	109,50					E	F	G	H	I									
32	33,75	111,50					E	F	G	H	I									
28	33,50	119,88						F	G	H	I									
40	33,00	124,00							G	H	I									
36	33,50	126,00								H	I									
12	34,13	127,63									H	I								
4	34,67	134,33										H	I							
2	34,25	134,38											H	I						
18	35,00	137,75												H	I					
16	34,88	138,63													H	I				
41	44,50	154,50														I				

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

Tabla 20: Matriz de coeficientes de correlación de Pearson.

Coeficientes de correlación

Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades

	Rend	P1000	N Gran	V Esp	K/10	V E	P Ex	I Prol	QV	P G	N H
Rend	1,00	0,01	0,00	6,2E-11	9,0E-05	0,70	0,35	0,00	0,14	1,5E-04	0,09
P1000	0,22	1,00	9,6E-04	0,00	0,00	2,8E-04	0,00	0,03	5,7E-04	5,9E-04	2,1E-07
N_Gran	0,85	-0,26	1,00	0,05	0,11	0,03	4,8E-04	0,00	0,72	0,02	4,4E-04
V_Esp	0,50	0,67	0,16	1,00	0,00	2,5E-03	2,3E-10	0,82	1,0E-04	0,05	0,07
K/10	-0,32	-0,91	0,13	-0,67	1,00	0,01	6,2E-12	0,22	1,7E-04	1,6E-04	6,8E-06
V_E	-0,03	-0,29	0,18	-0,24	0,22	1,00	0,00	0,03	9,2E-04	0,02	0,69
P_Ex	-0,08	-0,61	0,28	-0,48	0,51	0,66	1,00	0,02	3,3E-04	0,01	0,50
I_Prol	0,62	-0,17	0,69	0,02	0,10	0,18	0,19	1,00	0,38	0,79	1,00
QV	0,12	0,27	-0,03	0,31	-0,30	-0,26	-0,28	0,07	1,00	0,02	0,97
P_G	0,31	0,27	0,18	0,16	-0,30	-0,19	-0,20	-0,02	0,19	1,00	0,86
N_H	0,14	-0,40	0,28	0,14	0,35	-0,03	0,05	-2,5E-04	3,2E-03	0,01	1,00

ANEXO 2.

Resultado de los diferentes métodos biométricos aplicados a las poblaciones para la variable rendimiento.

- a) Análisis de aptitud combinatoria general y específica a través de software estadístico Genes.

Programa GENES	
Número de variables	1
Número de progenitores del grupo I	2
Número de progenitores del grupo II	20
Número de repeticiones	4
Grados de libertad del residuo	66
Archivos con los QMR	
Fecha	11-14-2020
Modelo: Solamente F1's	
Método: Capacidad general envolviendo solamente F1	
Análisis de variable => x1	
Análisis de Varianza - Variable => x1	

FV	GL	SQ	QM	F	Probabilidad
Cruzamientos	39	62884161,6	1612414,4	3,120184	0,000023
C.G.C G-I	1	5146627,6	5146627,6	9,959242	0,002408
C.G.C G-II	19	34291313,6	1804805,98	3,492481	0,000083
C.E.C IxII	19	23446220,4	1234011,6	2,387937	0,004852
Residuo	66	34106754	516769		
Media (u) :	5745,8				
DP(u) :	56,831384				

Efecto de la C.G.C asociado a el grupo I		
Progenitor	Efecto	
1	179,35	
2	-179,35	
DP(Gi):	56,8313	
DP(Gi-Gi'):	113,6627	

Efecto de la C.G.C asociado a el grupo II		
Progenitor	Efecto	
1	30,2	
2	221,2	
3	-833,3	
4	-28,8	
5	486,2	
6	-461,3	
7	-580,3	
8	-563,3	
9	333,2	
10	-299,3	
11	-167,3	
12	-242,3	
13	801,2	
14	651,2	
15	259,7	
16	-310,3	
17	282,7	
18	107,7	
19	781,2	
20	-468,3	
DP(Gj):	247,7222	
DP(Gj-Gj'):	359,4332	

b) Resultados del análisis de Dudley

FUENTE DE ALELOS PARA L3140 x L3186														
I1	I2	donor	lplu	qjA	qkB	ju	ku	Relation	A	B	QJ	JQ	QK	KQ
L3140	L3186	ARZM04001	535,25	0,80808	0,16802	1405,5	1605,5	-1932	1135,75	269,75	.	1	0	.
L3140	L3186	ARZM04005	630,75	0,66258	0,29539	1405,5	1605,5	-1114	931,25	474,25	.	1	0	.
L3140	L3186	ARZM04013	103,5	0,6069	0,34413	1405,5	1605,5	-801	853	552,5	.	1	0	.
L3140	L3186	ARZM04014	505,75	0,65404	0,30287	1405,5	1605,5	-1066	919,25	486,25	.	1	0	.
L3140	L3186	ARZM04031	795,25	0,5	0,47758	1405,5	1605,5	-72	702,75	766,75	0	1	.	.
L3140	L3186	ARZM04061	289,5	0,5699	0,37652	1405,5	1605,5	-593	801	604,5	.	1	0	.
L3140	L3186	ARZM04066	230,75	0,5	0,43865	1405,5	1605,5	-197	702,75	704,25	0	1	.	.
L3140	L3186	ARZM05019	288,25	0,5	0,49969	1405,5	1605,5	-1	702,75	802,25	0	1	.	.
L3140	L3186	ARZM05023	686,75	0,83298	0,14622	1405,5	1605,5	-2072	1170,75	234,75	.	1	0	.
L3140	L3186	ARZM05040	370,5	0,5354	0,40673	1405,5	1605,5	-399	752,5	653	.	1	0	.
L3140	L3186	ARZM05049	436,5	0,54073	0,40206	1405,5	1605,5	-429	760	645,5	.	1	0	.
L3140	L3186	ARZM05051	404,25	0,5	0,44425	1405,5	1605,5	-179	702,75	713,25	0	1	.	.
L3140	L3186	ARZM05054	985,25	0,5	0,51806	1405,5	1605,5	58	702,75	831,75	0	1	.	.
L3140	L3186	ARZM05059	845,75	0,65048	0,30598	1405,5	1605,5	-1046	914,25	491,25	.	1	0	.
L3140	L3186	ARZM05065	650	0,68445	0,27624	1405,5	1605,5	-1237	962	443,5	.	1	0	.
L3140	L3186	ARZM05076	465	0,29278	0,74369	1405,5	1605,5	1365	411,5	194	0	.	.	1
L3140	L3186	ARZM05120	708,25	0,5	0,49595	1405,5	1605,5	-13	702,75	796,25	0	1	.	.
L3140	L3186	ARZM05124	574	0,52152	0,41887	1405,5	1605,5	-321	733	672,5	.	1	0	.
L3140	L3186	ARZM14009	910,75	0,68534	0,27546	1405,5	1605,5	-1242	963,25	442,25	.	1	0	.
L3140	L3186	ARZM14043	365,25	0,5	0,53644	1405,5	1605,5	117	702,75	861,25	0	1	.	.

c) Resultado del análisis de UBDN

	I1	I2	Donor	P1	P2	P12	P13	P23	P13 - P1	P23 - P2
1	L3140	L3186	ARZM04001	2900	3300	6111	6642	4910	3742	1610
2	L3140	L3186	ARZM04005	2900	3300	6111	6424	5510	3524	2210
3	L3140	L3186	ARZM04013	2900	3300	6111	5213	4612	2313	1312
4	L3140	L3186	ARZM04014	2900	3300	6111	6150	5284	3250	1984
5	L3140	L3186	ARZM04031	2900	3300	6111	6168	6296	3268	2996
6	L3140	L3186	ARZM04061	2900	3300	6111	5481	5088	2581	1788
7	L3140	L3186	ARZM04066	2900	3300	6111	5164	5167	2264	1867
8	L3140	L3186	ARZM05019	2900	3300	6111	5083	5282	2183	1982
9	L3140	L3186	ARZM05023	2900	3300	6111	7015	5143	4115	1843
10	L3140	L3186	ARZM05040	2900	3300	6111	5546	5347	2646	2047
11	L3140	L3186	ARZM05049	2900	3300	6111	5693	5464	2793	2164
12	L3140	L3186	ARZM05051	2900	3300	6111	5493	5514	2593	2214
13	L3140	L3186	ARZM05054	2900	3300	6111	6418	6676	3518	3376
14	L3140	L3186	ARZM05059	2900	3300	6111	6820	5974	3920	2674
15	L3140	L3186	ARZM05065	2900	3300	6111	6524	5487	3624	2187
16	L3140	L3186	ARZM05076	2900	3300	6111	4653	6218	1753	2918
17	L3140	L3186	ARZM05120	2900	3300	6111	5935	6122	3035	2822
18	L3140	L3186	ARZM05124	2900	3300	6111	5914	5793	3014	2493
19	L3140	L3186	ARZM14009	2900	3300	6111	7048	6006	4148	2706
20	L3140	L3186	ARZM14043	2900	3300	6111	5119	5436	2219	2136

d) Resultado del análisis de Medias (MC)

	I1	I2	Donor	P1	P2	P12	P13	P23	MC
1	L3140	L3186	ARZM04001	2900	3300	6111	6642	4910	5776
2	L3140	L3186	ARZM04005	2900	3300	6111	6424	5510	5967
3	L3140	L3186	ARZM04013	2900	3300	6111	5213	4612	4912,5
4	L3140	L3186	ARZM04014	2900	3300	6111	6150	5284	5717
5	L3140	L3186	ARZM04031	2900	3300	6111	6168	6296	6232
6	L3140	L3186	ARZM04061	2900	3300	6111	5481	5088	5284,5
7	L3140	L3186	ARZM04066	2900	3300	6111	5164	5167	5165,5
8	L3140	L3186	ARZM05019	2900	3300	6111	5083	5282	5182,5
9	L3140	L3186	ARZM05023	2900	3300	6111	7015	5143	6079
10	L3140	L3186	ARZM05040	2900	3300	6111	5546	5347	5446,5
11	L3140	L3186	ARZM05049	2900	3300	6111	5693	5464	5578,5
12	L3140	L3186	ARZM05051	2900	3300	6111	5493	5514	5503,5
13	L3140	L3186	ARZM05054	2900	3300	6111	6418	6676	6547
14	L3140	L3186	ARZM05059	2900	3300	6111	6820	5974	6397
15	L3140	L3186	ARZM05065	2900	3300	6111	6524	5487	6005,5
16	L3140	L3186	ARZM05076	2900	3300	6111	4653	6218	5435,5
17	L3140	L3186	ARZM05120	2900	3300	6111	5935	6122	6028,5
18	L3140	L3186	ARZM05124	2900	3300	6111	5914	5793	5853,5
19	L3140	L3186	ARZM14009	2900	3300	6111	7048	6006	6527
20	L3140	L3186	ARZM14043	2900	3300	6111	5119	5436	5277,5