

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Trabajo Final Presentado
para Optar al Grado de Ingeniera Agrónoma

EVALUACIÓN DE DOS COMPUESTOS DE MAÍZ LOCAL
CON FINES FORRAJEROS

Alumna: Agustina BRUN
DNI: 28.522.634

Director: Ing. Agr. Víctor A. Ferreira
Co-Director: Ing. Agr. Ezequiel M. Grassi

Río Cuarto – Córdoba
Abril 2005

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del trabajo final: Evaluación de dos compuestos de maíz local con fines forrajeros

Autora: Agostina Brun

DNI: 28.522.634

Director: Ing. Agr. Víctor A. Ferreira

Co-Director: Ing. Agr. Ezequiel M. Grassi

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la Jurado
Evaluador:

Fecha de presentación: ____/_____/____

Aprobado por Secretaría Académica: ____/____/____

Secretario Académico

DEDICATORIA

A mis padres, hermanos y abuelos por su apoyo incondicional a mi formación humana y profesional.

AGRADECIMIENTOS

Al personal docente y ayudantes de la cátedra de Genética de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto por su gran apoyo y enseñanzas. A Javier, un amigo incondicional que estuvo siempre conmigo. A todos muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

Introducción	1
Materiales y Métodos	5
Resultados y Discusión	13
Conclusiones	30
Referencias bibliográficas	31
Anexo I	34

ÍNDICE DE CUADROS

- Cuadro 1.** Valores medios, desvíos estándar (DE), coeficientes de variación (CV%) y rango de variación (RV) para los caracteres en estado vegetativo de materiales de maíz en Río Cuarto y La Aguada durante la campaña 2003/2004. 13
- Cuadro 2.** Valores de F y su significancia para los caracteres en estado vegetativo de materiales de maíz en Río Cuarto y La Aguada durante la campaña agrícola 2003/2004. 14
- Cuadro 3.** Significancia de los contrastes ortogonales entre compuestos y testigos de maíz para los caracteres en estado vegetativo en Río Cuarto y La Aguada durante la campaña agrícola 2003/2004. 18
- Cuadro 4.** Valores medios, desvíos estándar (DE), coeficientes de variación (CV%) y rango de variación (RV) para los caracteres en estado R3 - R4 de materiales de maíz en Río Cuarto durante la campaña 2003/2004. 20
- Cuadro 5.** Valores de F y su significancia para los caracteres en estado R3 - R4 de materiales de maíz en Río Cuarto durante la campaña agrícola 2003/2004. 20
- Cuadro 6.** Significancia de los contrastes ortogonales entre compuestos y testigos de maíz para los caracteres en estado R3-R4 en Río Cuarto y La Aguada durante la campaña agrícola 2003/2004. 23
- Cuadro 7.** Valores medios, desvíos estándar (DE), coeficientes de variación (CV%) y rango de variación (RV) para los caracteres de fin de ciclo de materiales de maíz en Río Cuarto y La Aguada durante la campaña 2003/2004. 24
- Cuadro 8.** Valores de F y su significancia para los caracteres de fin de ciclo de materiales de maíz en Río Cuarto y La Aguada durante la campaña agrícola 2003/2004. 25
- Cuadro 9.** Valores estimados en kg ha^{-1} para cuatro caracteres de fin de ciclo de materiales de maíz en Río Cuarto y La Aguada durante la campaña agrícola 2003/2004. 27

Cuadro 10. Significancia de los contrastes ortogonales entre compuestos y testigos de maíz para los caracteres de fin de ciclo en Río Cuarto y La Aguada durante la campaña agrícola 2003/2004.

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Precipitaciones medias mensuales (PMM) para el período 1991-2002 y para el año de estudio 2003-2004 en la localidad de Río Cuarto. 10
- Figura 2.** Precipitaciones medias mensuales (PMM) para el período 1994-2002 y para el año de estudio 2003-2004 en la localidad de La Aguada. 10
- Figura 3.** Valores medios para el carácter Período (días) de floración femenina en materiales de maíz en Río Cuarto y La Aguada durante la campaña agrícola 2003/2004. 16
- Figura 4.** Valores medios para los caracteres: Largo período (días) de floración femenina y masculina en materiales de maíz en Río Cuarto y La Aguada durante la campaña agrícola 2003/2004. 19
- Figura 5.** Valores medios para los caracteres: Peso seco de espiga/Peso seco planta entera (%) y Peso seco de hoja + tallo/Peso seco planta entera (%) en materiales de maíz. I: Trabajo actual, II: Torrecillas y Bertoia (2000), III: Di Nucci *et al.*, (2003) y IV: Alessandro (2001). 22
- Figura 6.** Valores medios para los caracteres: Peso seco (g) de planta entera por parcela, Peso seco (g) de espigas por parcela y Peso seco (g) de rastrojo en materiales de maíz en Río Cuarto y La Aguada durante la campaña agrícola 2003/2004. 29

RESUMEN

En la región centro sur de la provincia de Córdoba la actividad agropecuaria se desarrolla en establecimientos mixtos; donde el cultivo de maíz doble propósito es el adecuado para estos sistemas, ya que combina la producción de grano con caracteres propios de gramíneas forrajeras. En este trabajo se evaluaron dos compuestos sileros de maíz en dos localidades: Río Cuarto y La Aguada, con el objetivo de comprobar si éstos tienen un comportamiento similar o superior a materiales para silo (híbridos simples y dobles, híbridos tres líneas, poblaciones, descendencia F_2 de híbridos dobles) que se ofrecen en el mercado de la zona sur de Córdoba. Se encontraron diferencias significativas en caracteres vegetativos (días a floración, largo del período de floración, altura de planta y espiga y tallos por planta), de espiga y grano. Los caracteres de producción de forraje mostraron valores similares en los materiales evaluados. La distribución de la materia seca también fue similar en dichos materiales, esto demuestra que los compuestos podrían ser utilizados para pastoreo directo o silaje. Los compuestos presentaron alta cantidad de rastrojo, lo que alienta a continuar la mejora e intentar elevar los valores de grano con el objetivo doble propósito.

Maíz doble propósito - compuestos sileros - caracteres forrajeros.

SUMMARY

In the southern central region of Córdoba Province, agricultural activity is developed in mixed establishments; double purpose maize growth is the appropriate one for these systems, because it combines grain production with forage gramineous characters. Two silage maize composites were carried out in two zones: Río Cuarto and La Aguada. The objective of this study is to analyze if these composites have similar or better performance than other silage materials (simple and double hybrids, three lines hybrids, populations, double hybrid F₂ descendant) offered in the south of Córdoba. Significant differences were observed in vegetative characters (days to flowering, flowering period length, plant and spike height, stem per plant), spike and grain. The characters in forage production showed similar values in tested materials. Distribution of dry matter was also similar in those materials. This demonstrates the potential of these composites to be used in direct pasture or silage. A great quantity of stover was found within the composites. These results suggest the need to continue maize breeding as well as the attempt to increase their grain values for the double purpose objective.

Double purpose maize - silage composites - forage characters.

INTRODUCCIÓN

Las condiciones ambientales de las zonas denominadas “marginales” de nuestro país limitan la producción óptima de los cultivos y no permiten una oferta forrajera uniforme a lo largo del año para una producción ganadera estable.

La región centro sur de la provincia de Córdoba está comprendida en la zona agroclimática pampeana subhúmeda seca. Presenta períodos deficitarios en precipitaciones con balance hídrico negativo, paisajes con diferentes tipos de pendiente, suelos franco arenosos con diferentes aptitudes de uso (Cantero *et al.*, 1986), baja materia orgánica y reducida disponibilidad de nitrógeno y fósforo.

Por esto, en esta región, considerada zona marginal para algunos cultivos, la actividad agropecuaria se desarrolla en establecimientos mixtos, donde la agricultura y la ganadería participan en diferentes porcentajes. Así la complementariedad de ambas actividades permite encontrar soluciones para mejorar las cosechas agrícolas y la producción ganadera.

Hacia fines de los años 80, la agricultura complementaba a la actividad ganadera (INDEC, 1988); sin embargo, con la creciente agriculturización de la región, en muchos establecimientos se ha invertido la relación, pasando la ganadería a ser el rubro complementario.

A pesar de la baja de existencias bovinas registrada desde 1993 a 2001, la ganadería sigue siendo una actividad primaria de importancia relevante en la provincia de Córdoba, la cual es tercera en existencias bovinas, superada sólo por Buenos Aires y Santa Fe (INDEC, 2001).

En la zona suroeste, la oferta forrajera anual promedio está compuesta en 37% por gramíneas invernales y melilotus y 63% por pasturas naturales o anuales de verano, principalmente maíz (Pagliaricci *et al.*, 1992).

La oferta forrajera no es uniforme a lo largo del año y las pasturas perennes se complementan con especies forrajeras anuales de invierno y de verano. De acuerdo a las estimaciones surgidas de la Encuesta Nacional Agropecuaria más reciente disponible (INDEC, 2002), en la provincia se cultivaron 1.580.746 ha con forrajeras perennes y 1.194.434 ha con anuales, de las cuales 459.776 ha (38,5%) correspondían a especies

estivales. Dentro de éstas, 200.321 ha (43,5%) estuvieron ocupadas por maíz con destino forrajero.

El maíz está ampliamente difundido por sus diferentes aptitudes de uso y se emplea para grano o forraje en diversas formas: pastoreo como verdeo, consumo de la planta entera cuando se prevé reducida cosecha de grano, confección de silos en estado grano lechoso - pastoso, pastoreo diferido en pie con la espiga madura o como rastrojo para suplementar fibra en otoño-invierno.

Los maíces doble propósito, útiles tanto para cosecha de grano como forraje verde, serían los adecuados en los sistemas mixtos de nuestra región, ya que combinan la producción de grano con caracteres propios de gramíneas forrajeras, para obtener una producción estable frente a condicionamientos del ambiente (Reynoso, 1996).

Es frecuente la utilización para pastoreo antes de madurez fisiológica de lotes cultivados con el objetivo de cosechar el grano. La siembra de tales lotes, se efectúa generalmente con cultivares híbridos, que han sido desarrollados con fines exclusivamente graníferos para maximizar el esfuerzo reproductivo y lograr alto índice de cosecha. Atendiendo a tales requerimientos, es poco probable contemplar el objetivo forrajero en los programas de mejoramiento, por lo que si fracasa la producción de grano, se produce una merma considerable en la cantidad total de materia seca producida (Cavallo, 2004).

La tendencia de algunos productores al empleo de “hijos de híbridos”, ya sean generaciones F_2 o más avanzadas, es una práctica común basada tanto en motivos económicos como productivos.

Las poblaciones resultantes del uso de semilla de generaciones avanzadas constituyen variedades sintéticas basadas en un escaso número de líneas constitutivas (Allard, 1967).

Sin embargo, a nivel productor, esta práctica abarata el costo del insumo semilla y la mayor variabilidad de los derivados sintéticos comparado con los híbridos, en particular los derivados de híbridos dobles, otorgan mayor flexibilidad para vegetar y seguridad para producir en zonas con cierta incertidumbre climática (Allard, 1967). Esta es una de las razones por las que algunos derivados sintéticos de híbridos dobles han tenido amplia aceptación en la región, ya que a pesar de que su potencial de rendimiento no es tan alto

como el de las F_1 , en condiciones subóptimas de clima y cultivo, suelen tener un comportamiento productivo que compensa la diferencia de costo con la semilla híbrida.

Esta ventaja de los derivados sintéticos de los híbridos dobles tiende a desaparecer por motivos comerciales, debido a la creciente importancia que las empresas semilleras dan a la oferta de híbridos simples. Las descendencias de tales híbridos son los derivados que presentan la mayor reducción de vigor (Allard, 1967). Por otro lado, en estos híbridos, el período de floración es muy estrecho, coincidiendo muchas veces con momentos de sequía e intenso calor, causando problemas en la polinización. Barrière y Traineau (1986) observaron que los híbridos de alta producción para grano no dieron el mayor rendimiento de ensilaje. Torrecillas y Bertoia (2000) concluyen que un material forrajero ideal debería tener características intermedias entre los híbridos graníferos y aquellos que no han tenido mejora.

Por lo citado anteriormente se consideró conveniente explorar alternativas diferentes a la de los híbridos comerciales comunes, buscando materiales de doble propósito, como un aporte a las economías regionales. Esto le permitiría a los productores contar con los mismos adaptados a sus sistemas de producción, como así también diversificar y estabilizar su producción, intentando conformar un sistema sustentable que eleve el potencial de producción y la calidad de vida.

En el país, se han realizado varios trabajos relativos a mejora u obtención de maíces de tipo forrajero. Puede mencionarse el cultivar macollador “Don Faustino INTA” obtenido en la EEA Bordenave y trabajos realizados recientemente en las EEA Paraná (Di Nucci *et al.*, 2003) y Pergamino del INTA, y en las UN La Pampa (Paccapelo *et al.*, 1999) y Lomas de Zamora (Torrecillas y Bertoia, 2000).

La mejora de maíz que se realiza en la orientación Genética, FAV-UNRC, está orientada a la búsqueda de materiales adaptados a la región, con estabilidad en la producción de forraje y grano en ambientes con limitantes edáficas y climáticas (Szpiniak *et al.*, 1996; Reynoso *et al.*, 2001), a través de características tales como alta cantidad de materia seca, tolerancia a la sequía, buen anclaje, macollamiento, rebrote y plasticidad.

Los primeros años del trabajo consistieron en practicar selección recurrente de medios hermanos (Lonnquist, 1964) en materiales locales tipo flint. Después de un año de interpolinización y seis ciclos de selección se obtuvieron líneas promisorias para los caracteres de interés propuestos. Dichas líneas fueron autofecundadas durante dos ciclos, obteniendo las generaciones S_1 y S_2 .

En el ciclo 99-00 y con el objetivo de evaluar la aptitud combinatoria de las mismas (Hallauer and Miranda Filho, 1988), se realizaron, cruzamientos de estas líneas con un probador de base genética amplia (Dekalb 4F37) de muy buenas características graníferas y que presenta gran adaptación en nuestra zona. El uso del procedimiento de topcross para evaluar la aptitud combinatoria de líneas endocriadas en un programa de mejoramiento de híbridos de maíz fue sugerido por Davis (1927, citado por Torrecillas y Bertoia 2000). Los cruzamientos así obtenidos fueron probados en la campaña 00-01 (Top-Cross), en dos fechas de siembra (Grassi *et al.*, 2002). La evaluación de estos ensayos brindó información acerca de la potencialidad en cruzamiento que tienen las líneas.

Con dicha información se procedió a realizar la mezcla mecánica de las líneas selectas formándose dos compuestos sileros: uno de base genética ancha y otro de base genética estrecha. Para el de base ancha se interpolizaron las 6 líneas que habían demostrado mayor aptitud combinatoria general para los caracteres de silo. En el caso de los compuestos de base estrecha se utilizaron solamente 3 líneas.

Se prevé entonces para la campaña 03/04 la evaluación de los compuestos formados en la campaña anterior, contribuyendo así al programa de mejora para cumplir con el objetivo general de conseguir un cultivar de polinización libre, sintético o híbrido de doble propósito para la zona marginal del sur provincial.

La hipótesis del presente trabajo es que los compuestos sileros formados en el programa de mejora tienen un comportamiento similar o superior a los materiales para silo (híbridos simples y dobles, híbridos tres líneas, poblaciones, descendencia F_2 de híbridos dobles) que se ofrecen en el mercado de la zona sur de Córdoba.

Para probar dicha hipótesis se planteó como objetivo evaluar dos compuestos sileros de maíz en dos localidades: Río Cuarto y La Aguada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la campaña 2003/2004 mediante un ensayo comparativo de rendimiento se evaluaron los materiales siguientes:

Materiales experimentales

- Compuesto silero de base genética “amplia”: formado a partir de la interpolinización de 6 líneas que habían demostrado mayor aptitud combinatoria general para los caracteres de silo en el topcross realizado en la campaña 00/01 (Grassi *et al.*, 2002).
- Compuesto silero de base genética “estrecha”: formado a partir de la interpolinización de 3 líneas que habían demostrado mayor aptitud combinatoria general para los caracteres de silo en el topcross realizado en la campaña 00/01 (Grassi *et al.*, 2002).

Materiales testigos

- Compuesto granífero de base genética amplia.
- Poblaciones: P.UNRC C₆, P.UNRC S₁, y Candelaria INTA.
- Descendencia F₂ del híbrido doble DK4F37 (Monsanto).
- Híbridos dobles: DK 4F37 (Monsanto) y Prozea 41 (Produce).
- Híbridos tres líneas: Suco (Syngenta) y M369 (Morgan).
- Híbridos simples sileros: XQ 291 A (Criadero Ayerza) y DK 790 (Monsanto).
- Híbridos simples graníferos: AX 882 (Nidera), DK 682 (Monsanto), Tilcara (Syngenta) y Olympus (Criadero Ayerza).

En este trabajo se estudiaron veintiocho caracteres: ocho vegetativos, nueve de producción en estado R3 - R4 (grano lechoso-pastoso, LP) y once de producción al final del ciclo del cultivo (FC).

Los caracteres considerados fueron los siguientes:

- En estado vegetativo
 - % de emergencia.
 - Ciclo:
 - Días a floración femenina.
 - Días a floración masculina.
 - Largo (días) del período de floración femenina.
 - Largo (días) del período de floración masculina.
 - Altura total (m) de la planta.
 - Altura de inserción (m) de la primer espiga desarrollada.
 - Relación entre altura de inserción de la primer espiga y la altura total de la planta.

- En estado R3 - R4 (LP)
 - Peso verde (g) de planta entera por parcela.
 - Peso verde (g) de espigas por parcela.
 - Peso verde (g) de rastrojo.
 - Índice de cosecha verde.
 - % Materia seca total por planta al momento del corte.
 - Peso seco hojas por planta/Peso seco total por planta (%).
 - Peso seco tallo por planta/Peso seco total por planta (%).
 - Peso seco chala por planta/Peso seco total por planta (%).
 - Peso seco espiga por planta/Peso seco total por planta (%).

- Al final del ciclo del cultivo (FC).
 - Peso seco (g) de planta entera por parcela.
 - Peso seco (g) de espigas por parcela.
 - Peso seco (g) de rastrojo.
 - Índice de cosecha seco.
 - Número de tallos por planta.
 - Número de espigas por parcela.
 - Longitud (cm) de la espiga.
 - Número de hileras de la espiga.
 - Número de filas de la espiga.
 - Peso seco (g) de grano por espiga.
 - Peso seco (g) de grano por parcela.

Criterios utilizados para la determinación de los caracteres estudiados en los ensayos.

- Días a floración femenina: días desde la siembra hasta la aparición de los estigmas en el 50 % de las plantas de cada parcela.
- Días a floración masculina: días desde la siembra hasta la aparición de la panoja en el 50 % de las plantas de cada parcela.
- Largo (días) del período de floración femenina: número de días transcurridos entre el inicio (una planta con estigmas) y fin (todas las plantas con estigmas) de la floración.
- Largo (días) del período de floración masculina: número de días transcurridos entre el inicio (una planta con panoja) y fin (todas las plantas con panoja) de la floración.
- Altura total (m) de la planta: se midió en metros la distancia desde el suelo hasta el ápice de la panoja.
- Altura de inserción (m) de la primer espiga desarrollada: se midió en metros la distancia desde el suelo hasta el nudo de inserción de la primer espiga desarrollada.
- Peso verde (g) de rastrojo: (Peso verde (g) de planta entera por parcela) – (Peso verde (g) de espigas por parcela).
- Índice de cosecha verde: Peso verde (g) de espigas por parcela/ Peso verde (g) de planta entera por parcela.
- % Materia seca total por planta al momento de corte: (Peso seco (g) total por planta/ Peso verde(g) total por planta) x 100.
- Peso seco (g) de planta entera por parcela : Peso seco (g) de planta entera por parcela (1,4 m²); se llevó a hectárea.
- Peso seco (g) de rastrojo: (Peso seco (g) de planta entera por parcela) – (Peso seco (g) de espigas por parcela).
- Índice de cosecha seco: Peso seco (g) de espigas por parcela/ Peso seco (g) de planta entera por parcela.

- Peso seco (g) de grano por parcela: Número de espigas por parcela x Peso seco (g) de grano de 3 ó 4 espigas representativas de la parcela/ 3 ó 4 espigas representativas de la parcela según la localidad.

Se llevaron a cabo dos ensayos, “Silo” y “Completo”. El primero se destinó a la determinación de los caracteres vegetativos y en estado R3 - R4, y sobre el otro (Completo), se tomaron los caracteres de final de ciclo. Ambos ensayos fueron sembrados en las localidades que a continuación se detallan.

Campo experimental “La Aguada”

Campo de Docencia y Experimentación de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto “Pozo del Carril”, ubicado en las cercanías del paraje La Aguada, pedanía de San Bartolomé, Provincia de Córdoba, Argentina, a los 25° 55’ L.S. y 44° 41’ de L.O., y a 550 msnm. La Aguada se encuentra a una distancia de 50 km al oeste de la ciudad de Río Cuarto y a 10 km al este de las Sierras de los Comechingones.

Los suelos son Hapludoles típicos, limosos gruesos, ilíticos, térmicos y Hapludoles énticos de textura franca-arenosa franca, con un contenido promedio de materia orgánica de 1,9 % en lomas y 2,4 % en bajos (Becker, 2001).

El área cuenta con una temperatura media anual de 16 °C, una máxima media anual de 20 °C y mínima media anual de 9 °C. El período libre de heladas es de 240 días, desde mediados de septiembre a mediados de mayo. La ocurrencia de las precipitaciones corresponde a un régimen monzónico irregular, donde se concentra aproximadamente el 80 % de las precipitaciones en el semestre más cálido (Octubre a Marzo). La precipitación media anual es de 755 mm (INTA, 1994).

Campo Experimental UNRC:

Campo de Docencia y Experimentación de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, ubicado a 443 msnm en la localidad de Las Higueras sobre Ruta Nac. 36, km 601, Dpto Río Cuarto , provincia de Córdoba, Argentina.

El suelo es un Haplustol típico con un contenido promedio de materia orgánica de 1,6 % (Cantero *et al.*, 1986).

El área cuenta con una temperatura media anual de 16,5 °C, una máxima media anual de 22,8 °C y mínima media anual de 10,17 °C. El período libre de heladas es de 240 días, desde mediados de septiembre a mediados de mayo. El régimen de precipitaciones es monzónico irregular; aproximadamente el 80 % de las precipitaciones se concentran en el semestre más cálido (Octubre a Marzo). El valor medio anual de las mismas es de 800 mm (Cátedra de Agrometeorología y Climatología Agrícola, UNRC, 2003).

Los caracteres evaluados en estado R3 – R4 se midieron únicamente en el ensayo sembrado en el Campo Experimental UNRC.

El diseño experimental fue en bloques completos al azar, con tres repeticiones y 18 participantes. Las parcelas fueron de 2 surcos a 0,70 metros y con una longitud de 3 metros (4,2 m²). Se sembró a razón de 5 semillas por metro lineal, con doble golpe, para con un raleo posterior garantizar una densidad a cosecha de 71.500 plantas/ha. La unidad experimental varió de acuerdo al carácter evaluado.

Las fechas de siembra de los ensayos fueron el 11/12/03 en la localidad de Río Cuarto y el 19/12/03 en la localidad de La Aguada

De acuerdo al régimen de precipitaciones medio o normal, y teniendo en cuenta la fecha media de la última helada (25/9) y el posible ataque del virus causante del Mal de Río Cuarto, la siembra de maíz en la zona se prevé normalmente en el mes de octubre. En este caso, se destacan las escasas precipitaciones registradas durante los meses previos a la siembra (agosto, setiembre, octubre y noviembre) en ambas localidades. Estas fueron condicionantes al momento de decidir la fecha de siembra. Las figuras 1 y 2 explican el atraso de la misma.

Campo Experimental UNRC

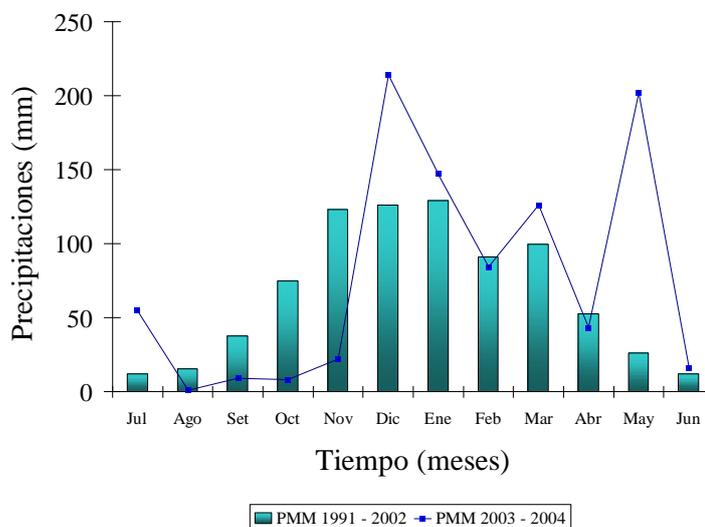


Figura 1. Precipitaciones medias mensuales (PMM) para el período 1991-2002 y para el año de estudio 2003-2004 en Río Cuarto. Fuente: Cátedra de Agrometeorología y Climatología Agrícola, FAV - UNRC .

Campo Experimental La Aguada

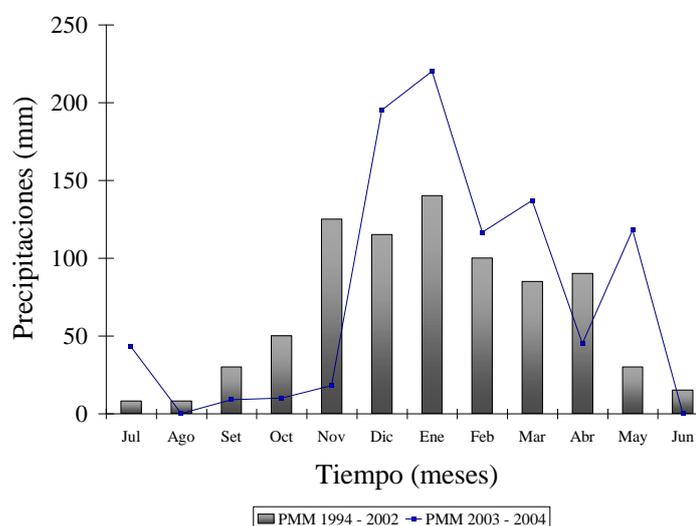


Figura 2. Precipitaciones medias mensuales (PMM) para el período 1994-2002 y para el año de estudio 2003-2004 en La Aguada, Dpto Río Cuarto, Córdoba. Fuente: Cátedra de Agrometeorología y Climatología Agrícola, FAV - UNRC.

Procedimiento para la toma de datos en el ensayo “Silo”

En la parcela entera, previo al raleo, se determinó el % de emergencia y luego los caracteres de ciclo.

En estado R3 – R4 (momento de cosecha), se midió en 4 plantas/parcela: altura de planta y altura de inserción de la primer espiga desarrollada. Luego se cosecharon 10 plantas de cada parcela (las cinco centrales de cada surco para disminuir el efecto borde), las cuales se pesaron enteras. Posteriormente se separaron los espigas correspondientes a las mismas, y se las pesó con y sin chala, pudiendo determinar con ellos el peso verde de rastrojo y el índice de cosecha verde.

Al mismo momento, se eligió una planta representativa de cada parcela, la cual fue separada en los siguientes componentes morfológicos: hojas, tallo, espiga, chala, y panoja. Se registraron los pesos verdes y se obtuvo la producción de materia verde aportada por cada uno de ellos. Luego se los dejó secar hasta alcanzar peso constante, momento en el cual, se tomó el peso seco, para así determinar el % de materia seca total al momento del corte y la proporción de materia seca aportada por cada componente morfológico.

Procedimiento para la toma de datos en el ensayo “Completo”

En la totalidad de la parcela, previo a la cosecha, se contó el número de tallos/planta. Luego se cortaron las cinco plantas centrales de cada surco y se las pesó enteras. Posteriormente, se contaron y separaron sus espigas y se pesaron con y sin chala. Con estos datos se determinó el peso seco de rastrojo y el índice de cosecha seco.

Del total de espigas se separaron cuatro representativas por parcela en la localidad de Río Cuarto y tres en la localidad de La Aguada, donde se contaron filas e hileras, se midió longitud y, luego del desgrane, se determinó peso seco de grano por espiga.

Análisis estadístico

Se verificó para la totalidad de las variables el cumplimiento de los supuestos básicos del análisis de variancia.

Los datos obtenidos del diseño en bloques completos aleatorizados se analizaron mediante ANAVA con prueba de Duncan para diferenciar los materiales. Los compuestos se compararon con los testigos mediante contrastes ortogonales (Sokal y Rohlf, 1986; Steel y Torrie, 1988).

Fórmulas de trabajo:

Los análisis de varianza se realizaron según el siguiente modelo lineal:

$$Y_{gr} = \mu + \alpha_g + \gamma_l + (\alpha\gamma)_{gl} + \beta_r + e_{gr}$$

donde:

μ : media general; α_g : efecto del genotipo; γ_l : efecto de la localidad; $(\alpha\gamma)_{gl}$: interacción genotipo x localidad; β_r : efecto de las repeticiones; e_{gr} : efecto debido al azar

Los genotipos y las localidades se consideraron como efectos fijos.

Cuadro de Análisis de Varianza.

Fuente de variación	GL	ECM
Repeticiones	r-1	
Genotipos	g-1	$\sigma_e^2 + 1 \sum \alpha_g^2 / (g-1)$
Localidad	l-1	$\sigma_e^2 + 1 \sum \gamma_l^2 / (l-1)$
Localidad x Genotipo	(g-1)(l-1)	$\sigma_e^2 + \sum (\alpha\gamma)_{gl}^2 / (l-1)(g-1)$
Error	(r-1)(gl-1)	σ_e^2
Total	(g l r) - 1	

Donde l = número de localidades, r = número de repeticiones, g = número de genotipos, σ_e^2 = varianza del error, α_g^2 = varianza de cada genotipo, γ_l^2 = varianza de las localidades y $(\alpha\gamma)_{gl}^2$ = varianza de la interacción genotipo-localidad.

El análisis se efectuó mediante el paquete estadístico InfoStat (2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este trabajo se evaluaron veintiocho caracteres de interés forrajero en diecisiete materiales de maíz.

Caracteres evaluados en estado vegetativo

Los valores medios, desvíos, coeficientes de variación y el rango medio de variación de los caracteres evaluados en estado vegetativo se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Valores medios, desvíos estándar (DE), coeficientes de variación (CV) y rango de variación (RV) para los caracteres en estado vegetativo de materiales analizados en Río Cuarto y La Aguada durante la campaña 2002/2003.

Carácter evaluado (estado vegetativo)	Media	DE	CV(%)	RV
% Emergencia	65,65	19,00	28,94	25 - 95
Días a floración masculina	69,49	4,59	6,60	59 - 79
Largo (días) del período de floración masculina	12,73	3,94	30,99	5 - 23
Días a floración femenina	73,22	4,30	5,87	63 - 88
Largo (días) del período de floración femenina	11,28	3,56	31,58	3 - 21
Altura total (m) de la planta	2,40	0,43	17,73	1,63 - 3,15
Altura de inserción (m) de la 1° espiga desarrollada	1,19	0,22	18,55	0,80 - 1,60
Alt. Inserción 1° espiga/Alt. Planta	0,50	0,05	10,80	0,38 - 0,67

Los valores de F resultantes del análisis de la variancia con su significancia se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Valores de F y su significancia para los caracteres en estado vegetativo de materiales de maíz en Río Cuarto y La Aguada durante la campaña agrícola 2002/2003.

Carácter evaluado (estado vegetativo)	Localidad (L)		Genotipo (G)		Interacción L x G	
	F	P	F	p	F	p
% E	17,28	0,0001***	3,85	0,0001***	0,64	0,8363 ns
DFM	165,16	<0,0001***	4,27	<0,0001***	0,37	0,9858 ns
LPFM	2,89	0,0936 ns	2,23	0,0120*	1,41	0,1666 ns
DFF	186,00	<0,0001***	5,12	<0,0001***	1,40	0,1688 ns
LPPF	7,35	0,0085**	2,65	0,0029**	2,29	0,0100*
APL	1050,21	<0,0001***	3,86	<0,0001***	1,11	0,3679 ns
AIE	205,53	<0,0001***	6,25	<0,0001***	0,96	0,5036 ns
AIE/APL	14,46	0,0003***	4,51	<0,0001***	0,82	0,6626 ns

ns = no significativo; (*), (**) y (***): significativo al 5 %, 1 % y 1 % respectivamente.

Ref: % E = % de emergencia; DFM = Días a floración masculina; LPFM = Largo (días) del período de floración masculina; DFF = Días a floración femenina; LPPF = Largo (días) del período de floración femenina; APL = Altura total (cm) de la planta; AIE = Altura de inserción (cm) de la primer espiga desarrollada; APL/AIE = Relación entre altura de inserción de la primer espiga y la altura total de la planta.

Los resultados de los análisis de variancia y las pruebas de diferencias de medias correspondientes se presentan en el Anexo I.

El promedio general para el carácter % de emergencia fue de $65,65 \pm 19,00$ %. Las diferencias resultaron significativas ($p = 0.0001$) entre genotipos y entre localidades (Cuadro 2 y Anexo I-1). Las medias de los compuestos se encontraron por debajo de la media general, con valores de 54 %, que sin embargo, superaron al % de emergencia observado en el descendiente de híbrido doble en los ensayos.

En los días a floración masculina y femenina hubo diferencias significativas ($p < 0,0001$) debidas a los genotipos y a las localidades (Cuadro 2, Anexo I-2 y I-3). Sus valores promedios fueron $69,49 \pm 4,59$ y $73,22 \pm 4,30$ días. Los mismos se asemejan a los obtenidos por Torrecillas y Bertoia (2000) cuando evaluaron caracteres forrajeros en poblaciones nativas y compuestos raciales de maíz de Argentina y a los de Di Nucci *et al.* (2003) en su evaluación de maíz silero.

Reynoso (1996) encuentra valores de 90 a 95 días a 50 % de antesis en materiales macolladores no endocriados. Alessandro (2001) obtiene valores similares con poblaciones macolladoras e híbridos comerciales y verifica la disminución de los días a floración con el retraso de la fecha de siembra.

La importancia de tener en cuenta la longitud del ciclo radica en que este es un factor a considerar en el manejo del cultivo, como por ejemplo para su fecha de siembra u otros aspectos que tengan que ver con la sanidad del mismo.

Como se comentara anteriormente, el retraso de la fecha de siembra originado por problemas climáticos puede haber contribuido a igualar los ciclos, atenuando las diferencias entre líneas. Sin embargo, los compuestos presentaron más días desde la siembra hasta la aparición de los estigmas que los materiales testigos, que resultaron de floración más temprana.

Alessandro (2001) observó que la mayor duración del período entre siembra y floración, especialmente femenina, provocaba una menor partición de la materia seca hacia la espiga y, por lo tanto, una mayor acumulación en los componentes vegetativos. Esto resulta razonable, ya que en esta etapa del ciclo de maíz se produce el crecimiento vegetativo, por lo tanto los genotipos que más tardaron en florecer destinaron más cantidad de fotoasimilados a la producción de hojas y tallos (Andrade, 1996).

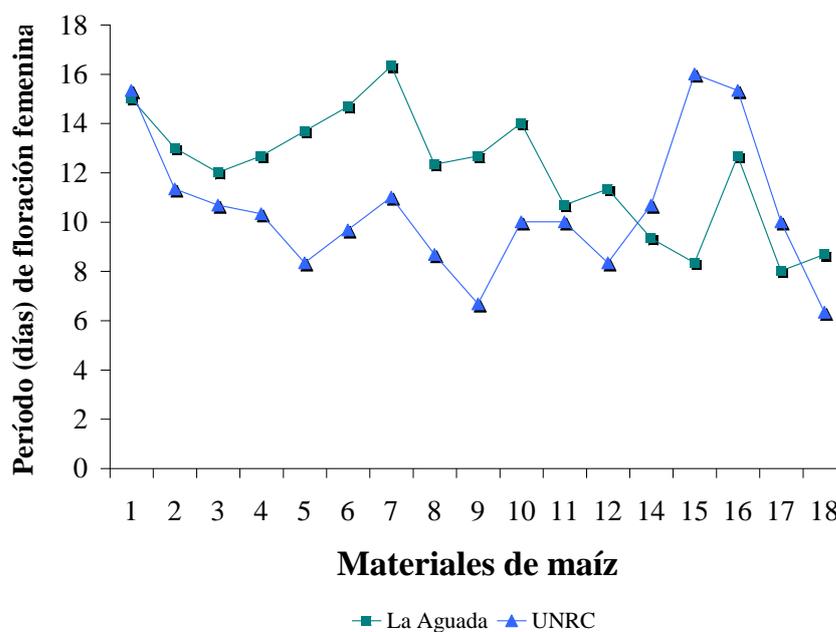
El intervalo entre floración masculina y femenina fue pequeño para los compuestos coincidiendo con Duvick (1992, citado por Alessandro, 2001) en que esta es una característica importante de los híbridos modernos.

Los materiales de cualquier cultivo pueden tener comportamientos estables o variables frente a diferentes ambientes. En el primer caso, cuando las diferencias entre los genotipos en cuanto a la expresión de un carácter cuantitativo se mantienen constantes en los ambientes de expresión, se dice que no ocurre interacción; en el segundo caso, en cambio, cuando las diferencias varían en función del ambiente se está en presencia de una interacción genotipo – ambiente (Mariotti, 1986).

El largo del período de floración femenina presentó interacción genotipo – ambiente significativa ($p < 0.01$), mientras que el largo de floración masculina sólo mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre genotipos (Cuadro 2, Anexo I-4 y I-5).

El valor medio de los compuestos para el período de floración masculina fue de 14,5 días, valor que estuvo por encima de la media general del ensayo. Esto es de destacar, ya que si el período de floración es muy estrecho y además coincide con momentos de sequía e intenso calor, podría causar problemas en la polinización.

La interacción genotipo – ambiente significativa, que se observó al evaluar el período de floración femenina podría deberse a la ocurrencia de granizo que tuvo lugar en La Aguada el día 2 de Marzo de 2003 cuando el cultivo se encontraba en plena floración. Por esto, era de esperar un retraso o ruptura del período de floración. En la Figura 3 se observa que la mayoría de los materiales alargaron su período en dicha localidad, y solo los genotipos 14, 15, 16 y 17 serían los responsables de la interacción significativa, ya que tuvieron un comportamiento inverso al resto de los materiales evaluados.



Ref: 1- Compuesto silero de base genética amplia, 2- Compuesto silero de base genética estrecha, 3- Compuesto granífero de base genética amplia, 4- P.UNRC C₆, 5- P.UNRC S₁, 6- Candelaria INTA, 7- DK4F37 F₂, 8- DK 4F37, 9- Prozea 41, 10- Suco, 11- M369, 12- XQ 291 A, 14- DK 790, 15- AX 882, 16- DK 682, 17- Tilcara y 18- Olympus.

Figura 3. Valores medios para el carácter Período (días) de floración femenina en materiales de maíz en Río Cuarto y La Aguada durante la campaña agrícola 2002/2003.

Otros caracteres que se evaluaron en estado vegetativo fueron: altura total de la planta, altura de inserción de la primer espiga desarrollada y la relación entre ésta y la primera. La diferencia debida al genotipo y a la localidad fue muy altamente significativa para estos tres caracteres (Cuadro 2, Anexos I-6, I-7 y I-8).

La altura total de la planta varió entre los 1,63 y 3,15 m con un promedio general de $2,40 \pm 0,43$, mientras que la media general para la altura de inserción de la primer espiga desarrollada fue $1,19 \pm 0,22$ m, con valores extremos de 0,80 y 1,60 m. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Di Nucci *et al.*(2003), mientras que Torrecillas y Bertoia (2000), obtuvieron valores superiores para ambos caracteres.

La altura de inserción de la primer espiga y la relación entre ésta y la altura total de la planta son caracteres relacionados con el comportamiento frente a posibles problemas de vuelco y con la producción de materia seca. En cuanto a la relación de alturas, los valores más bajos tienden a reducir las pérdidas de grano o materia seca total por vuelco.

La relación entre estas variables dió como resultado una media general de $0,50 \pm 0,05$ m, aunque se encontraron valores extremos de 0,38 y 0,67 m. Los valores más bajos en las poblaciones e híbridos empleados por Alessandro (2001) coinciden con el promedio de los genotipos (0,50) pero en la mayoría de los casos superaron esa relación.

Los valores medios de altura total de la planta, altura de inserción de la primer espiga desarrollada y la relación entre ésta y la primera, pertenecientes a los compuestos sileros, coinciden con las medias generales que se obtuvieron en este ensayo.

Comparación de los Compuestos sileros vs. Materiales testigos

Los compuestos sileros se compararon mediante contrastes ortogonales con distintos materiales de maíz (poblaciones, híbridos dobles, descendencia de híbridos dobles, híbridos tres líneas, híbridos simples) que se ofrecen en el mercado de la zona sur de Córdoba.

Los resultados de los contrastes realizados para los caracteres evaluados en estado vegetativo se presentan en el Cuadro 3

Cuadro 3. Significancia de los contrastes ortogonales entre compuestos y testigos de maíz para los caracteres en estado vegetativo evaluados en Río Cuarto y La Aguada durante la campaña agrícola 2002/2003.

Valores medios y significación de los contrastes ortogonales						
Carácter	Compuestos	POB	F ₂	HD	H3L	HS
% E	53,75	67,87 ns	33,00***	70,83 ns	63,61 ns	74,85 ns
DFM	69,33	68,80 ns	72,50 ns	68,16 ns	70,96 ns	69,39 ns
LPFM	14,50	13,83**	13,00 ns	13,17*	11,92*	11,88 ns
DFF	74,50	72,83 ns	73,83*	72,62 ns	75,21*	72,12 ns
LPFF	13,67	11,55**	13,67 ns	10,08***	11,08 ns	12,02*
APL	2,35	2,38 ns	2,35**	2,46 ns	2,48 ns	2,37 ns
AIE	1,22	1,21 ns	1,21***	1,23 ns	1,25*	1,11 ns
AIE/APL	0,52	0,51 ns	0,52***	0,50 ns	0,50*	0,46 ns

ns = no significativo; (*), (**) y (***): significativo al 5 %, 1 % y 1 % respectivamente.

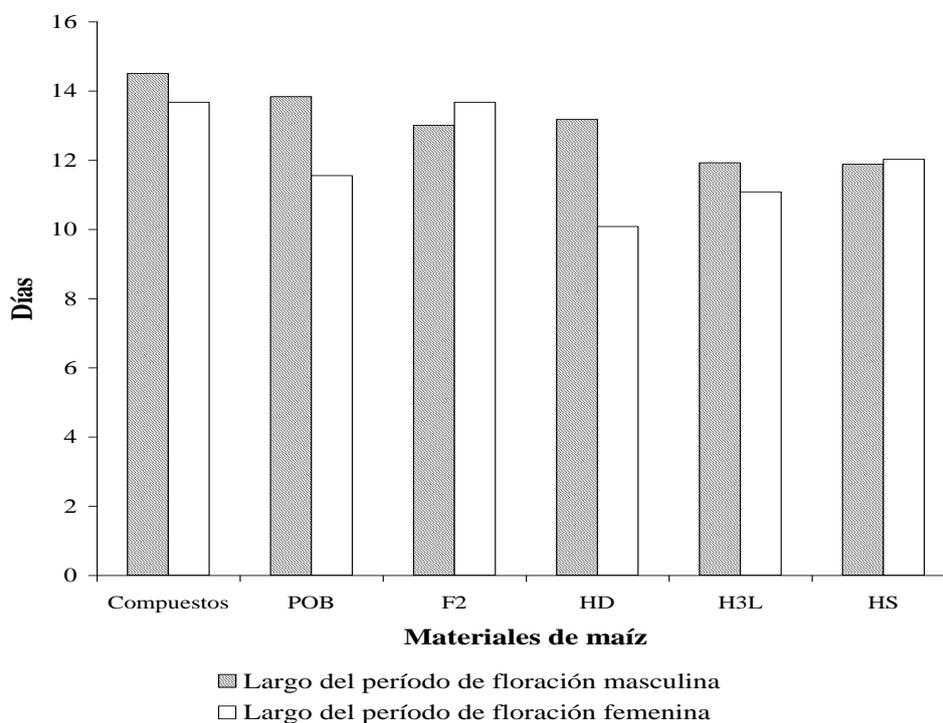
Ref: Compuestos = compuestos sileros, POB = poblaciones, F₂ = descendencia de híbrido doble, HD = híbrido doble, H3L = híbrido tres líneas, HS = híbrido simple, % E = % de emergencia; DFM = Días a floración masculina; LPFM = Largo (días) del período de floración masculina; DFF = Días a floración femenina; LPFF = Largo (días) del período de floración femenina; APL = Altura total (cm) de la planta; AIE = Altura de inserción (cm) de la primer espiga desarrollada; AIE/APL = Relación entre altura de inserción de la primer espiga y la altura total de la planta.

En general a pesar de observarse contrastes significativos en algunos caracteres, los valores medios no tuvieron gran diferencia.

Los compuestos se diferenciaron de las poblaciones, del híbrido doble, y de los híbridos tres líneas en LPFM y de las poblaciones, del híbrido doble e híbridos simples, en LPFF (Figura 4). Esta es una característica que permitiría a los compuestos responder mejor frente a intervalos de sequía en el momento de la floración.

En relación al largo del ciclo vegetativo, no se observaron diferencias respecto a DFM, aunque sí en relación a DFF (sólo un día respecto a la descendencia F₂ de híbrido doble, e híbrido tres líneas).

La APL y AIE mostraron contrastes significativos con F_2 posiblemente debido a la gran variación interna presente en este material (descendencia de híbrido doble).



Ref: Compuestos = compuestos sileros, POB = poblaciones, F_2 = descendencia de híbrido doble, HD = híbrido doble, H3L = híbrido tres líneas, HS = híbrido simple.

Figura 4. Valores medios para los caracteres: Largo período (días) de floración femenina y masculina en materiales de maíz en Río Cuarto y La Aguada durante la campaña agrícola 2002/2003.

Caracteres evaluados en estado R3- R4 (silo)

Los valores medios, desvíos, coeficientes de variación y el rango medio de variación para los caracteres evaluados en estado R3 - R4 se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Valores medios, desvíos estándar (DE), coeficientes de variación (CV%) y rango de variación (RV) para los caracteres en estado R3 - R4 de materiales de maíz analizados en Río Cuarto durante la campaña 2002/2003.

Carácter evaluado (estado R3 - R4)	Media	DE	CV(%)	RV
Peso verde (g) de planta entera por parcela	9236,76	3665,64	39,69	3100 –17100
Peso verde (g) de espigas por parcela	2042,65	786,85	38,52	600 – 4100
Peso verde (g) de rastrojo	7194,12	304,23	42,33	2250 –13650
Índice de cosecha verde	0,23	0,06	24,19	0,11 - 0,38
Peso seco hojas por pl./P.seco total por pl. (%)	24,59	4,30	17,50	16,44 - 34,74
Peso seco tallo por pl./P.seco total por pl. (%)	37,53	6,91	18,42	25,89 - 56,38
Peso seco chala por pl./P.seco total por pl. (%)	7,79	2,54	32,61	2,41 - 12,77
Peso seco espiga por pl./P.seco total por pl. (%)	30,10	9,39	31,21	3,72 - 45,92
% Materia seca total al momento del corte	27,36	3,06	11,18	20,30 - 35,70

Los valores de F resultantes del análisis de la variancia con su significancia, para los caracteres estudiados al estado R3 – R4 se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Valores de F y su significancia para los caracteres en estado R3 - R4 de materiales de maíz analizados en Río Cuarto durante la campaña agrícola 2002/2003.

Carácter evaluado (estado R3 - R4)	Fuente de variación: Genotipo (G)	
	F	P
Peso verde (g) de planta entera por parcela	0,89	0,5849 ns
Peso verde (g) de espigas por parcela	1,10	0,3958 ns
Peso verde (g) de rastrojo	1,57	0,1033 ns
Índice de cosecha verde	8,99	<0,0001***
Peso seco hojas por pl./Peso seco total por pl.(%)	1,00	0,4768 ns
Peso seco tallo por pl./Peso seco total por pl.(%)	1,28	0,2663 ns
Peso seco chala por pl./Peso seco total por pl.(%)	1,21	0,3073 ns
Peso seco espiga por pl./Peso seco total por pl.(%)	0,94	0,5329 ns
% Materia seca total al momento del corte	0,86	0,6152 ns

ns = no significativo; (***) significativo al 1 %.

El índice de cosecha verde fue el único de los caracteres evaluados en estado R3 - R4 ellos que presentó diferencias significativas para la fuente de variación genotipo (Cuadro 5 y Anexo I-9). El valor medio del índice de cosecha verde fue de $0,23 \pm 0,06$ con valores

mínimos y máximos de 0,11 y 0,38. Los compuestos (materiales experimentales) tuvieron valores menores que la media general mientras que la mayoría de los materiales testigos la superaron.

Micheloud *et al* (1997), evaluando híbridos de ciclo intermedio, encontró diferencias significativas entre genotipos en la proporción de materia seca aportada por los componentes morfológicos, hojas, tallo, chala, marlo y grano, aunque estas diferencias no se tradujeron en diferencias significativas en el rendimiento de materia seca total. En estos híbridos la proporción de granos varió entre 28,8 y 43,2 %, la proporción de tallo entre 18,9 y 28 %, y la proporción de hojas entre 22,0 y 29,7 %.

Las referencias bibliográficas sobre el comportamiento de los híbridos y las diferencias encontradas entre ellos, muestran contradicciones según los materiales analizados.

Los materiales fueron cosechados con similar % de materia seca en planta entera; ésta varió entre 20,0 y 35,7 %, no encontrándose diferencias significativas. En trabajos donde se evaluaron híbridos graníferos y poblaciones forrajeras, se pudo distinguir dos tipos de estructura de la planta: en el primer grupo la proporción del componente mazorca fue mayor, con un valor promedio de 55,8 %. En las poblaciones, en cambio, el tallo y las hojas tuvieron más peso en la materia seca total, su promedio fue 58,5 % (Alessandro, 2001).

Los valores resultantes de este trabajo coinciden con estos últimos y se observan en la Figura 5-I. La proporción de tallo + hoja obtenida es considerada aceptable para los fines perseguidos en este trabajo. Valores muy similares fueron encontrados por Cavallo (2004) cuando evaluó líneas S₂ para fines doble propósito, mientras que Torrecillas y Bertoia (2000), presentaron valores medios de proporción de espiga de 66,8 % y proporción de tallo + hoja 33,2 % cuando ensayaron poblaciones nativas y compuestos raciales de maíz de Argentina (Figura 5-II). En otro grupo de híbridos evaluados por Carrete (2000), el % de mazorca varió entre 33,57 y 72,60 %.

Di Nucci *et al.* (2003), encontraron variación entre genotipos ($p < 0,01$) en la partición de la materia seca de la planta (Figura 5-III).

En poblaciones macolladoras de maíz, Alessandro (2001) encontró que los aportes proporcionales de materia seca de cada componente morfológico variaron significativamente entre genotipos. Los valores medios se ilustran en la Figura 5-IV.

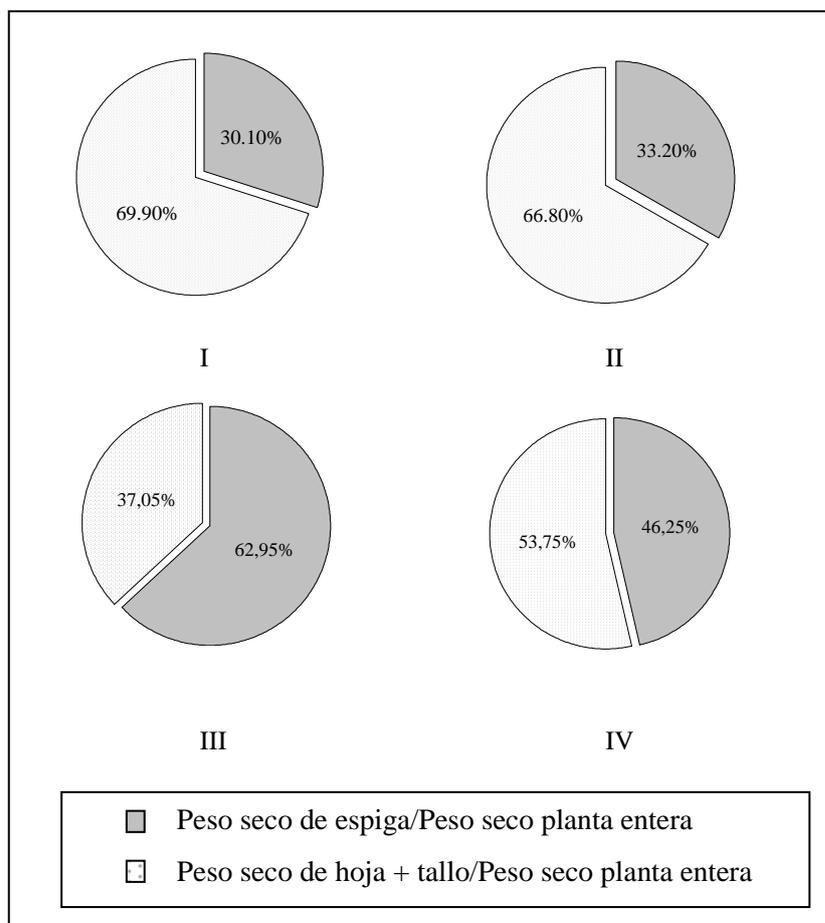


Figura 5. Valores medios para los caracteres: Peso seco de espiga/Peso seco planta entera (%) y Peso seco de hoja + tallo/Peso seco planta entera (%) en materiales de maíz. I: Trabajo actual, II: Torrecillas y Bertoia (2000), III: Di Nucci *et al.*, (2003) y IV: Alessandro (2001).

Con el objetivo de dimensionar los valores obtenidos, se proyectaron a hectárea los correspondientes al carácter peso verde de planta entera. El valor medio estimado fue de 65.976,85 kg ha⁻¹. Este valor se asemejó al obtenido por Di Nucci *et al.* (2003) al evaluar híbridos de maíz para silaje, el mismo fue de 63.274 kg ha⁻¹.

Comparación de los Compuestos sileros vs. Materiales testigos

Los resultados de los contrastes realizados para los caracteres evaluados en estado R3-R4 se presenta en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Significancia de los contrastes ortogonales entre compuestos y testigos de maíz para los caracteres en estado R3-R4 evaluados en Río Cuarto y La Aguada durante la campaña agrícola 2002/2003.

Valores medios y significación de los contrastes ortogonales						
Carácter	Compuestos	POB	F₂	HD	H3L	HS
PVPLP	8800,00	9588,89 ns	7766,65 ns	9208,33 ns	10079,16 ns	9338,88 ns
PVEP	1691,66	2133,33*	1816,67**	2112,50 ns	1912,50 ns	1970,83 ns
PVR	7108,33	7519,44 ns	5950,00 ns	7095,83 ns	8166,66 ns	7022,22 ns
ICV	0,21	0,23**	0,24***	0,23 ns	0,19 ns	0,26 ns
PSH/PST(%)	24,80	24,43 ns	22,47 ns	24,84 ns	26,36 ns	24,42 ns
PST/PST(%)	39,74	35,27 ns	35,37 ns	34,29 ns	43,40 ns	37,58 ns
PSC/PST(%)	7,68	8,46 ns	9,74 ns	8,38 ns	8,52 ns	6,39 ns
PSE/PST(%)	27,78	31,83 ns	32,41 ns	32,49 ns	21,71 ns	31,60 ns
%MS total	25,08	28,04 ns	27,23 ns	27,53 ns	26,88 ns	28,08 ns

ns = no significativo; (*), (**) y (***): significativo al 5 %, 1 % y 1 %o respectivamente.

Ref: Compuestos = compuestos sileros, POB = poblaciones, F₂ = descendencia de híbrido doble, HD = híbrido doble, H3L = híbrido tres líneas, HS = híbrido simple, PVPLP = Peso verde (g) de planta entera por parcela; PVEP = Peso verde (g) de espigas por parcela; PVR = Peso verde (g) de rastrojo; ICV = Índice de cosecha verde; PSH/PST(%) = Peso seco hojas por pl./Peso seco total por pl. (%); PST/PST(%) = Peso seco tallo por pl./Peso seco total por pl. (%); PSC/PST(%) = Peso seco chala por pl./Peso seco total por pl. (%); PSE/PST(%) = Peso seco espiga por pl./Peso seco total por pl. (%); %MS total = % Materia seca total al momento del corte.

Para los caracteres evaluados en R3 – R4 los contrastes fueron no significativos salvo para las poblaciones y la descendencia F₂ del híbrido doble; en los cuales los compuestos presentaron menor PVEP y por lo tanto menor ICV.

Caracteres evaluados al final del ciclo del cultivo

Los valores medios, desvíos, coeficientes de variación y el rango medio de variación para los caracteres evaluados al final de ciclo del cultivo, se presentan en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Valores medios, desvíos estándar (DE), coeficientes de variación (CV%) y rango de variación (RV) para los caracteres de fin de ciclo de materiales de maíz analizados en Río Cuarto y La Aguada durante la campaña 2002/2003.

Carácter evaluado (final de ciclo del cultivo)	Media	DE	CV(%)	RV
PSPLP	4114,71	2589,57	62,93	1150 - 12850
PSEP	1505,88	881,22	58,52	300 - 4750
PSR	2608,82	1878,45	72,00	650 - 8100
N° EP	11,04	3,24	29,36	5 - 21
ICS	0,40	0,11	28,52	0,12 - 0,62
N° TPL	1,59	0,58	36,75	1,00 - 2,97
LE	13,82	3,17	22,97	5,50 - 22,00
N° FE	30,53	7,17	23,48	10 - 49
N° HE	15,25	1,89	12,42	8 - 20
PSGE	100,93	46,11	45,68	15 - 284
PSGP	1132,10	605,66	53,50	107 - 3188

Ref: PSPLP = Peso seco (g) de planta entera por parcela; PSEP = Peso seco (g) de espigas por parcela; PSR = Peso seco (g) de rastrojo; N° EP = Número de espigas por parcela; ICS = Índice de cosecha seco; N° TPL = Número de tallos por planta; LE = Longitud (cm) de la espiga; N° FE = Número de filas de la espiga; N° HE = Número de hileras de la espiga; PSGE = Peso seco (g) de grano por espiga; PSGP = Peso seco (g) de grano por parcela.

Los valores de F resultantes del análisis de la variancia con su significancia, para los caracteres estudiados al estado fin de ciclo del cultivo se presentan en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Valores de F y su significancia para los caracteres de fin de ciclo de materiales de maíz analizados en Río Cuarto y La Aguada durante la campaña agrícola 2002/2003.

Carácter evaluado (final de ciclo del cultivo)	Localidad (L)		Genotipo (G)		Interacción L x G	
	F	p	F	p	F	P
PSPLP	153,16	<0,0001***	0,77	0,7100 ns	0,44	0,967 ns
PSEP	57,02	<0,0001***	0,53	0,9223 ns	0,39	0,9809 ns
PSR	203,50	<0,0001***	1,71	0,0661 ns	1,15	0,3280 ns
N° EP	50,59	<0,0001***	2,25	0,0114*	2,17	0,0146*
ICS	55,07	<0,0001***	3,24	0,0004***	1,55	0,1094 ns
N° TPL	653,84	<0,0001***	8,75	<0,0001***	1,11	<0,0001***
LE	201,10	<0,0001***	4,59	0,0127*	1,69	0,2129 ns
N° FE	106,87	<0,0001***	3,83	0,0232*	2,13	0,1262 ns
N° HE	3,64	0,0886 ns	3,21	0,0403*	1,19	0,4093 ns
PSGE	103,03	<0,0001***	4,24	0,0166*	0,98	0,5341 ns
PSGP	97,86	<0,0001***	3,46	0,0002***	1,64	0,0837 ns

ns = no significativo; (*), (***) significativo al 5 % y 1 %o respectivamente.

Ref: PSPLP = Peso seco (g) de planta entera por parcela; PSEP = Peso seco (g) de espigas por parcela; PSR = Peso seco (g) de rastrojo; N° EP = Número de espigas por parcela; ICS = Índice de cosecha seco; N° TPL = Número de tallos por planta; LE = Longitud (cm) de la espiga; N° FE = Número de filas de la espiga; N° HE = Número de hileras de la espiga; PSGE = Peso seco (g) de grano por espiga; PSGP = Peso seco (g) de grano por parcela.

La producción de materia seca es una de las características más importantes de un maíz forrajero, ya que el volumen producido por unidad de tiempo y superficie lo diferencia de otros forrajes destinados para el ganado.

El peso seco (g) de planta entera por parcela, el peso seco (g) de espigas por parcela y el peso seco (g) de rastrojo, presentaron diferencias significativas ($p < 0,0001$) únicamente debidas a la localidad (Cuadro 8, Anexo I-10, I-11 y I-12). En cambio para los caracteres índice de cosecha seco, peso seco (g) de grano por espiga y peso seco (g) de grano por parcela las diferencias significativas encontradas fueron debidas a la localidad pero también al genotipo (Cuadro 8, Anexo I-13, I-14 y I-15). Los valores medios de estos seis caracteres medidos, son claramente menores en la localidad de La Aguada. Esta diferencia podría deberse a la ocurrencia de granizo que tuvo lugar en La Aguada el día 2 de Marzo de 2003 cuando el cultivo se encontraba en plena floración.

La producción de biomasa durante los primeros días del ciclo de un cultivo de maíz está orientada a generar tejidos foliares. El meristema apical finaliza la diferenciación de hojas y comienza a diferenciar las espiguillas estaminadas correspondientes a la panoja cuando las plantas presentan entre cuatro y seis hojas completamente expandidas. La elongación de los entrenudos se inicia cuando existen alrededor de seis hojas expandidas y continúa hasta la aparición de los estigmas. Durante la encañazón se produce un importante aumento de peso del tallo.

La producción de tejido foliar, se detiene partir de la floración, el tallo acumula sustancias de reserva durante 2 ó 3 semanas y los órganos reproductivos entran en un acelerado proceso de crecimiento. Hasta la floración el cultivo acumula aproximadamente el 40 % del peso aéreo total, posteriormente se produce el 60 % restante y, además, se remobilizan y traslocan reservas desde las partes vegetativas, especialmente desde el tallo hacia los granos (Andrade, 1996).

Los órganos capaces de generar o remobilizar carbohidratos previamente acumulados en ellos se definen como “fuentes”. Son centros que exportan asimilados hacia otras zonas de demanda, generalmente en activo crecimiento, denominadas “destinos”. La relación entre estas dos variables se denomina relación fuente/destino y está determinada por el genotipo, el ambiente y el manejo. La radiación, temperatura, disponibilidad hídrica y de nutrientes determinan distintas capacidades fotosintéticas y van variando a lo largo del ciclo del cultivo, en distintas latitudes y con distintas prácticas de manejo. En caso que la capacidad fotosintética se encuentre disminuida en el momento de llenado de grano, puede limitar el rendimiento en grano por tener una menor fuente de asimilados (Andrade, 1996).

Cuando los factores adversos se producen durante floración, la consecuencia más importante es un menor número de granos logrados por unidad de superficie (limitación por destino) (Jurgens et al., 1978, citado por Alessandro, 2001).

El número de tallos por planta presentó interacción genotipo – ambiente muy altamente significativa (Cuadro 8 y Anexo I-16). El valor medio fue de $1,59 \pm 0,58$ con un valor máximo de 2,97. Los materiales de maíz macolladores o derivados de cruza con teosinte presentan valores mucho mayores (Reynoso, 1996; Paccapelo *et al.*, 1999).

El número de espigas por parcela tuvo un promedio de $11,04 \pm 3,24$ con valores mínimos y máximos de 5 y 21 y un efecto genotipo – ambiente significativo ($p < 0,05$) (Cuadros 7, 8 y Anexo I-17).

Con el objetivo de comparar los resultados de este ensayo con los de otros trabajos, a continuación, en el Cuadro 9 se presentan las proyecciones a hectárea de los valores medios de cuatro caracteres evaluados al final de ciclo del cultivo de maíz.

Cuadro 9. Valores estimados en kg ha^{-1} para cuatro caracteres de fin de ciclo de materiales de maíz analizados en Río Cuarto y La Aguada durante la campaña agrícola 2002/2003.

Carácter evaluado (fin de ciclo de cultivo)	Media general (kg ha^{-1})
Peso seco (g) de planta entera	29390,78
Peso seco (g) de espigas	10756,28
Peso seco (g) de rastrojo	18634,42
Peso seco (g) de grano	8086,42

Los valores presentados en el Cuadro 9, fueron superiores a aquellos obtenidos por Alessandro (2001) en poblaciones de maíz macollador, pero similares a los de los híbridos comerciales con fines sileros que evaluó en ese mismo ensayo. También se asemejaron a los valores medidos por Torrecillas y Bertoia (2000) en poblaciones nativas de maíz.

En la EEA Paraná del INTA se realizan ensayos con el fin de evaluar el comportamiento productivo y la calidad de los silajes de híbridos de maíz. Los cultivares se diferenciaron ($p < 0,01$) en la producción de biomasa total seca y el rendimiento de grano cuyos valores medios para la campaña 2002/2003 fueron $23.600 \text{ kg ha}^{-1}$ y $10.700 \text{ kg ha}^{-1}$ (Di Nucci *et al.*, 2003).

Micheloud *et al* (1997), evaluando cultivares de maíz para silaje, encontró rendimientos de grano significativamente diferentes entre ellos con valores máximos y mínimos de 5.330 y 2.501 kg ha^{-1} . La producción de materia seca total medida en el mismo ensayo no mostró diferencias significativas entre cultivares y tuvo un valor medio de $13.213 \text{ kg ha}^{-1}$.

En híbridos evaluados por Carrete (2000), la acumulación promedio de materia seca fue de $16.720 \text{ kg ha}^{-1}$ con diferencias significativas entre híbridos.

Los caracteres: longitud (cm) de espiga y número de filas de espiga, presentaron diferencias significativas debidas a la localidad ($p < 0,0001$) y debidas al genotipo ($p < 0,05$) (Cuadro 8, Anexo I-18 y I-19). Los valores medios para los mismos fueron $13,82 \pm 3,17$ y

30,53 ± 7,17 respectivamente. Los valores medios de los compuestos sileros ensayados se asemejaron a estos.

El carácter número de hileras sólo presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) debidas al genotipo (Cuadro 8 y Anexo I-20). El valor promedio de los materiales del ensayo fue de 15,25 ± 1,89 con valores mínimos y máximos de 8 y 20. La media de las compuestos sileros fue de 15,9.

Comparación de los Compuestos sileros vs. Materiales testigos

Los resultados de los contrastes realizados para los caracteres evaluados al final del ciclo del cultivo se presentan en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Significancia de los contrastes ortogonales entre compuestos y testigos de maíz para los caracteres de fin de ciclo evaluados en Río Cuarto y La Aguada durante la campaña agrícola 2002/2003.

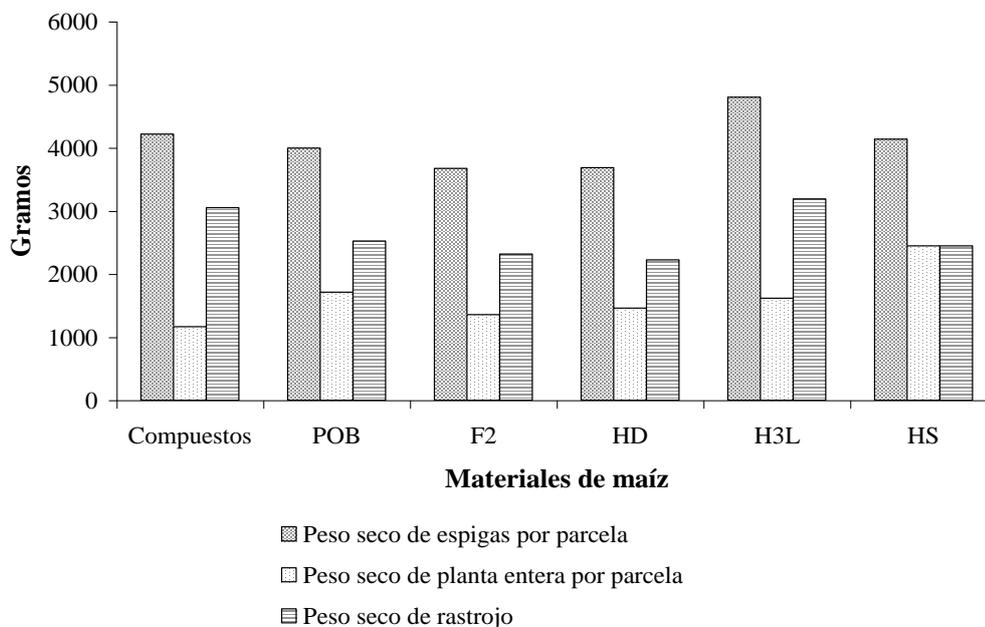
Valores medios y significación de los contrastes ortogonales						
Carácter	Compuestos	POB	F ₂	HD	H3L	HS
PSPLP	4216,66	3997,22 ns	3675,00 ns	3687,50 ns	4804,16 ns	4137,5 ns
PSEP	1166,66	1713,89 ns	1358,33 ns	1462,50 ns	1616,67 ns	2447,22 ns
PSR	3050,00	2522,22 ns	2316,67*	2225,00 ns	3187,50 ns	2448,60 ns
N° EP	9,71	11,91 ns	13,42*	11,87*	9,58 ns	10,97**
ICS	0,31	0,38*	0,40***	0,41*	0,39 ns	0,44 ns
N° TPL	1,58	1,61***	1,23***	1,59 ns	1,81 ns	1,54**
LE	13,13	13,28**	12,60 ns	13,75 ns	14,42 ns	14,40 ns
N° FE	29,44	29,87 ns	25,71 ns	29,71 ns	31,66 ns	31,66 ns
N° HE	15,9	15,49*	14,50 ns	14,62 ns	14,81 ns	15,41*
PSGE	84,02	89,65*	74,29 ns	96,12 ns	116,16 ns	115,14 ns
PSGP	1258,52	1369,85*	1365,15*	1214,05***	1134,50 ns	818,60 ns

ns = no significativo; (*), (***) significativo al 5 % y 1 % respectivamente.

Ref: Compuestos = compuestos sileros, POB = poblaciones, F₂ = descendencia de híbrido doble, HD = híbrido doble, H3L = híbrido tres líneas, HS = híbrido simple, PSPLP = Peso seco (g) de planta entera por parcela; PSEP = Peso seco (g) de espigas por parcela; PSR = Peso seco (g) de rastrojo; N° EP = Número de espigas por parcela; ICS = Índice de cosecha seco; N° TPL = Número de tallos por planta; LE = Longitud (cm) de la espiga; N° FE =

Número de filas de la espiga; N° HE = Número de hileras de la espiga; PSGE = Peso seco (g) de grano por espiga; PSGP = Peso seco (g) de grano por parcela.

Los compuestos se diferenciaron de la descendencia F₂ del híbrido doble respecto a PSR, no observándose diferencias en PSPLP y SEP (Figura 6).



Ref: Compuestos = compuestos sileros, POB = poblaciones, F₂ = descendencia de híbrido doble, HD = híbrido doble, H3L = híbrido tres líneas, HS = híbrido simple.

Figura 6. Valores medios para los caracteres: Peso seco (g) de planta entera por parcela, Peso seco (g) de espigas por parcela y Peso seco (g) de rastrojo en materiales de maíz en Río Cuarto y La Aguada durante la campaña agrícola 2002/2003.

En relación al número de filas de la espiga no se observaron diferencias, aunque sí en relación al número de hileras de la misma respecto a poblaciones e híbridos simples.

El híbrido doble, la descendencia F₂ del mismo y las poblaciones mostraron contrastes significativos para PSGP. El valor medio de PSGP para los compuestos es claramente menor que el de los demás materiales, esto podría estar explicado por el menor número de espigas por parcela

CONCLUSIONES

La evaluación de los compuestos sileros permitió comprobar su comportamiento similar a los materiales utilizados como testigos para la mayoría de los caracteres evaluados.

Se destaca la alta producción de rastrojo que unido a la mayor duración del período de floración, lo harían especialmente apto para zonas semiáridas con períodos de sequía en verano coincidentes con la floración.

En los caracteres de espiga, grano e índice de cosecha, los compuestos tuvieron valores menores que los testigos, lo que obliga a considerar su mejora en materiales para doble propósito.

Por último debemos considerar que es una evaluación de un solo año y bajo condiciones climáticas que produjeron el atraso de la fecha de siembra, lo que puede haber afectado en forma diferencial a los distintos genotipos evaluados y enmascarado los resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALESSANDRO, M. S. 2001 **Variabilidad y parámetros genéticos en caracteres morfofisiológicos de maíz para silaje relacionados con las estrategias de acumulación de materia seca**. MSc. Tesis. Posgrado en Mejoramiento Genético Vegetal. UN de Rosario, Rosario, Argentina.
- ALLARD, R.W. 1967 **Principios de la mejora genética de las plantas**. Omega SA, Barcelona.
- ANDRADE, F., A. CIRILO, S. UHART y M. ORTEGUI 1996 **Ecofisiología del cultivo de maíz**. Editorial La Barrosa y Dekalb Press.
- BARRIERE, Y. y R. TRINEAU 1986 Characterization of silaje maize: Patterns of dry matter production, LAI evolution and feeding value in late and early genotypes. En: Dolstra O. Y P. Miedma (Eds.) Proc. **13 th Congress on the maize and sorghum section of EUCARPIA**: 131-136. Wageningen, Holanda.
- BECKER, A.M. 2001 **Evaluación del proceso de degradación de los suelos por erosión hídrica en una subcuenca representativa de la región pedemontana del sureste de la provincia de Córdoba, Argentina**. Primer informe Doctorado en Ciencias Geológicas. UNRC.
- CANTERO, A., E. BRICCHI, V. BECERRA, J. CISNEROS y H. GIL 1986 **Zonificación y descripción de las tierras del departamento Río Cuarto (Córdoba)**. Departamento de Imprenta y Publicaciones, UN de Río Cuarto.
- CARRETE, J., J. O. SCHENEITER y I. CECONI 2000 Producción y calidad de la planta entera y calidad del silaje de híbridos comerciales experimentales de maíz. **23° Congreso Argentino de Producción animal. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 20, Supl. 1**: 129-130.
- CAVALLO, M. 2004 **Selección de maíz por tipo doble propósito**. Tesina de Grado. UN de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina.
- DI NUCCI, E., M. G. DIAZ y A. PASINATO 2003 **Maíz para silaje en Entre Ríos**. Boletín Técnico, INTA EEA Paraná.

- DAVIS, R.L. 1927 Report of the plant breeder. Rep. Puerto Rico **Agric. Exp. Stn. Pp.** 14-15.
Citado por Torrecillas y Bertoia, 2000.
- DUVICK, 1992 Genetic contributions to advances in yield of US Maite. **Maydica** 37:69-79.
Citado por Alessandro, 2001.
- GRASSI, E., L. REYNOSO, B. SZPINIAK y V. FERREIRA 2002 Agrupamiento de cruzas Top – Cross de maíz en base a sus características sileras o graníferas. **XXXI Congreso Argentino de Genética, J BAG 15 Sup:** 117. La Plata, Argentina.
- HALLAUER, A. R. y J. B. MIRANDA FILHO 1988 **Quantitative genetics in maize breeding**, 2nd ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa, U. S. A.
- INFOSTAT 2002 **Infostat, versión 1.1.** Manual del Usuario. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- INDEC 1988, 2001 y 2002. **Censo Nacional Agropecuario.** B. Aires.
- INTA, MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y RECURSOS RENOVABLES 1994 **Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja 3366-12 Río de los Sauces, hoja 3366-18 Alpa Corral.** Ed. Plan Mapa de Suelos, Córdoba.
- JURGENS, S. K., R. R. JOHNSON y J. S. BOYER 1978 Dry matter production and traslocation in maize subjected to drought during grain fill. **Agron. J.** 69:714 – 718. Citado por Alessandro, 2001.
- LONNQUIST, J. H. 1964 A modification of the ear-to-row procedure for the improvement of maize populations. **Crop Sci.** 4: 227-228.
- MARIOTTI, J. A. 1986 **Fundamentos de genética biométrica. Aplicaciones al mejoramiento genético vegetal.** Serie Biología, Monografía N° 32. OEA, Washington DC.
- MICHELOUD M. N., M. G. DIAZ, E. DI NUCCI DE BEDENDO, D. R. PAVETTI y J. VICENTIN 1997 Producción, calidad de planta y de silaje de cultivares de maíz. **21° Congreso Argentino de Producción animal. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 17, Supl.** 130.

- PACCAPELO, H. A., M. L. MOLAS y L. SALUZZI 1999 Aptitud forrajera de líneas S2 originadas del híbrido *Zea mays* L. x *Zea diploperennis* I. **Rev. Fac. Agr. U N La Pampa** 10(2): 59-64.
- PAGLIARICCI, H., A. OHANIAN, C. SAROFF, J. GARCIA, B. PONSONE, T. PEREYRA y A. AMUCHASTEGUI 1992 Sistema de producción de carne del centro-sur de la provincia de Córdoba. Productividad primaria y secundaria. **III Jornadas Científico-Técnicas FAV UNRC**, R-141. R. Cuarto, Argentina.
- REYNOSO, L. 1996 **Variabilidad genética para macollamiento y rebrote en el género *Zea***. MSc. Tesis. Posgrado en Mejoramiento Genético Vegetal. UN de Rosario, Rosario, Argentina.
- REYNOSO, L., E. GRASSI, B. SZPINIAK y V. FERREIRA 2001 Evaluación de líneas de maíz para corte y ensilado. **XXX Congreso Argentino de Genética, J BAG 14 (2) Sup: 108**.
- SOKAL, R. y F. ROHLF 1986 **Biometry**. 2nd ed. Freeman and Co., San Francisco, U. S. A.
- STEEL, D. y J. TORRIE 1988 **Bioestadística: Principios y procedimientos**. 2nd ed. U. S. A.
- SZPINIAK, B., L. REYNOSO, E. GRASSI, V. FERREIRA y R. LOPEZ OVEJERO 1996 “Maíz doble propósito: primeros resultados de un programa de mejoramiento”. **II Jornada Argentino - Chilena de Genética, XXVII Congreso Argentino de Genética y XXXIX Reunión Anual Sociedad de Biología de Chile: Actas de Resúmenes: 144**. Viña del Mar, Chile.
- TORRECILLAS, M.G, y L.M. BERTOIA 2000 Aptitud combinatoria para caracteres forrajeros en poblaciones nativas y compuestos raciales de maíz de Argentina. **Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. 15 (1-2): 80-90**.

ANEXO I

Análisis de la varianza y pruebas de diferencias de medias para los caracteres considerados en los materiales de maíz con fines forrajeros en Río Cuarto y La Aguada, campaña 2002/2003.

Tabla de referencias

Genotipo
1- Compuesto silero de base genética amplia
2- Compuesto silero de base genética estrecha
3- Compuesto granífero de base genética amplia
4- P.UNRC C ₆
5- P.UNRC S ₁
6- Candelaria INTA
7- DK4F37 F ₂
8- DK 4F37
9- Prozea 41
10- Suco
11- M369
12- XQ 291A
14- DK 790
15- AX 882
16- DK 682
17- Tilcara
18- Olympus

1. % de Emergencia

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21111.41	35	603.18	2.6	0.0004
Localidad	4015.94	1	4015.94	17.28	0.0001
Genotipo	14330.72	16	895.67	3.85	0.0001
Localidad*Genotipo	2393.61	16	149.6	0.64	0.8363
Repetición	371.13	2	185.56	0.8	0.4544
Error	15340.39	66	232.43		
Total	36451.8	101			

Test:Duncan Alfa:=0.05

Localidad	Medias		
UNRC	71.93	A	
La Aguada	59.38		B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

Test:Duncan Alfa:=0.05

Genotipo	Medias			
16	85.28	A		
14	76.95	A	B	
17	76.39	A	B	
8	73.89	A	B	C
15	73.89	A	B	C
4	71.94	A	B	C
12	71.67	A	B	C
5	71.39	A	B	C
9	67.78	A	B	C
18	65	A	B	C
11	63.89		B	C
10	63.33		B	C
6	60.28		B	C
1	54.44			C
3	53.61			C
2	53.06			C
7	33.33			D

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

2. Días a floración masculina

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1668.75	35	47.68	6.87	<0.0001
Localidad	1146.71	1	1146.71	165.16	<0.0001
Genotipo	473.91	16	29.62	4.27	<0.0001
Localidad*Genotipo	40.71	16	2.54	0.37	0.9858
Repetición	7.43	2	3.72	0.54	0.5881
Error	458.24	66	6.94		
Total	2126.99	101			

Test:Duncan Alfa:=0.05

Localidad	Medias		
La Aguada	72.84	A	
UNRC	66.14		B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

Test:Duncan Alfa:=0.05

Genotipo	Medias			
11	74.75	A		
12	73.83	A		
7	72.5	A	B	
6	70.25		B	C
1	69.5		B	C
14	69.25		B	C
2	69.17		B	C
3	69.08		B	C
4	69			C
15	68.92			C
17	68.92			C
9	68.58			C
18	68.42			C
8	67.75			C
10	67.17			C
5	67.17			C
16	67.08			C

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

3. Días a floración femenina

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1523.88	35	43.54	8.4	<0.0001
Localidad	963.55	1	963.55	186	<0.0001
Genotipo	424.75	16	26.55	5.12	<0.0001
Localidad*Genotipo	116.16	16	7.26	1.4	0.1688
Repetición	19.43	2	9.71	1.87	0.1614
Error	341.91	66	5.18		
Total	1865.79	101			

Test:Duncan Alfa:=0.05

Localidad	Medias		
La Aguada	76.29	A	
UNRC	70.15		B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

Test:Duncan Alfa:=0.05

Genotipo	Medias					
11	79.25	A				
3	75		B			
2	74.75		B	C		
12	74.25		B	C	D	
1	74.25		B	C	D	
7	73.83		B	C	D	
9	73.5		B	C	D	E
6	73.25		B	C	D	E
14	73		B	C	D	E F
4	72.75		B	C	D	E F
17	72.67		B	C	D	E F
5	72.5		B	C	D	E F
18	72.42		B	C	D	E F
8	71.75			C	D	E F
10	71.17				D	E F
15	70.42					E F
16	70					F

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

4. Largo (días) del período de floración femenina

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	733.6	35	20.96	2.52	0.0006
Localidad	61.19	1	61.19	7.35	0.0085
Genotipo	353.25	16	22.08	2.65	0.0029
Localidad*Genotipo	304.31	16	19.02	2.29	0.01
Repetición	14.84	2	7.42	0.89	0.4147
Error	549.16	66	8.32		
Total	1282.75	101			

Test:Duncan Alfa:=0.05

Localidad	Genotipo	Medias								
La Aguada	7	16.33	A							
UNRC	15	16	A	B						
UNRC	16	15.33	A	B	C					
UNRC	1	15.33	A	B	C					
La Aguada	1	15	A	B	C	D				
La Aguada	6	14.67	A	B	C	D				
La Aguada	10	14	A	B	C	D	E			
La Aguada	5	13.67	A	B	C	D	E	F		
La Aguada	2	13	A	B	C	D	E	F		
La Aguada	16	12.67	A	B	C	D	E	F		
La Aguada	4	12.67	A	B	C	D	E	F		
La Aguada	9	12.67	A	B	C	D	E	F		
La Aguada	8	12.33	A	B	C	D	E	F	G	
La Aguada	3	12	A	B	C	D	E	F	G	H
La Aguada	12	11.33	A	B	C	D	E	F	G	H
UNRC	2	11.33	A	B	C	D	E	F	G	H
UNRC	7	11	A	B	C	D	E	F	G	H
UNRC	14	10.67	A	B	C	D	E	F	G	H
UNRC	3	10.67	A	B	C	D	E	F	G	H
La Aguada	11	10.33		B	C	D	E	F	G	H
UNRC	4	10.33		B	C	D	E	F	G	H
UNRC	10	10			C	D	E	F	G	H
UNRC	11	10			C	D	E	F	G	H
UNRC	17	10			C	D	E	F	G	H
UNRC	6	9.67			C	D	E	F	G	H
La Aguada	14	9.33				D	E	F	G	H
La Aguada	18	8.67					E	F	G	H
UNRC	8	8.67					E	F	G	H
La Aguada	15	8.33					E	F	G	H
UNRC	5	8.33					E	F	G	H
UNRC	12	8.33					E	F	G	H
La Aguada	17	8					F	G	H	
UNRC	9	6.67						G	H	
UNRC	18	6.33							H	

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

5. Largo (días) del período de floración masculina

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	765.29	35	21.87	1.79	0.0206
Localidad	35.29	1	35.29	2.89	0.0936
Genotipo	435.31	16	27.21	2.23	0.012
Localidad*Genotipo	274.37	16	17.15	1.41	0.1666
Repeticion	20.31	2	10.16	0.83	0.4394
Error	805.02	66	12.2		
Total	1570.31	101			

Test:Duncan Alfa:=0.05

Genotipo	Medias				
5	17.33	A			
1	16.67	A	B		
16	14.17	A	B	C	
10	13.67	A	B	C	
4	13.33	A	B	C	
8	13.17	A	B	C	D
9	13.17	A	B	C	D
7	13	A	B	C	D
14	12.83	A	B	C	D
2	12.33		B	C	D
17	12.17		B	C	D
3	11.83			C	D
18	11.83			C	D
12	11.33			C	D
6	10.83			C	D
11	10.17			C	D
15	8.5				D

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

6. Altura total (m) de la planta

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17.26	35	0.49	32.32	<0.0001
Localidad	16.03	1	16.03	1050.21	<0.0001
Genotipo	0.94	16	0.06	3.86	<0.0001
Localidad*Genotipo	0.27	16	0.02	1.11	0.3679
Repetición	0.02	2	0.01	0.77	0.4682
Error	1.01	66	0.02		
Total	18.27	101			

Test:Duncan Alfa:=0.05

Localidad	Medias		
UNRC	2.8	A	
La Aguada	2		B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

Test:Duncan Alfa:=0.05

Genotipo	Medias					
12	2.53	A				
8	2.53	A				
17	2.52	A				
11	2.5	A	B			
3	2.48	A	B	C		
10	2.46	A	B	C		
18	2.44	A	B	C		
5	2.43	A	B	C		
9	2.39	A	B	C	D	
4	2.38	A	B	C	D	
2	2.36	A	B	C	D	E
7	2.35		B	C	D	E
1	2.34		B	C	D	E
6	2.33			C	D	E
14	2.32			C	D	E
16	2.23				D	E
15	2.21					E

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

7. Altura de inserción (m) de la primer espiga desarrollada

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.1	35	0.12	9.19	<0.0001
Localidad	2.62	1	2.62	205.53	<0.0001
Genotipo	1.28	16	0.08	6.25	<0.0001
Localidad*Genotipo	0.2	16	0.01	0.96	0.5036
Repetición	0.01	2	3.10E-03	0.24	0.7843
Error	0.84	66	0.01		
Total	4.94	101			

Test:Duncan Alfa:=0.05

Localidad	Medias		
UNRC	1.35	A	
La Aguada	1.03		B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

Test:Duncan Alfa:=0.05

Genotipo	Medias						
8	1.35	A					
3	1.34	A	B				
11	1.32	A	B	C			
5	1.29	A	B	C			
12	1.29	A	B	C			
2	1.26	A	B	C	D		
17	1.23	A	B	C	D	E	
4	1.22	A	B	C	D	E	
7	1.21	A	B	C	D	E	
1	1.19		B	C	D	E	
10	1.18			C	D	E	
6	1.13				D	E	F
9	1.11				D	E	F
18	1.1					E	F
14	1.08					E	F G
15	1.03						F G
16	0.94						G

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

8. Relación entre altura de inserción de la primer espiga y la altura total de la planta

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.18	35	0.01	2.93	0.0001
Localidad	0.03	1	0.03	14.46	0.0003
Genotipo	0.13	16	0.01	4.51	<0.0001
Localidad*Genotipo	0.02	16	1.40E-03	0.82	0.6626
Repetición	0.01	2	2.60E-03	1.48	0.2346
Error	0.11	66	1.70E-03		
Total	0.29	101			

Test:Duncan Alfa:=0.05

Localidad	Medias		
La Aguada	0.51	A	
UNRC	0.48		B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

Test:Duncan Alfa:=0.05

Genotipo	Medias							
3	0.55	A						
8	0.54	A	B					
5	0.54	A	B	C				
2	0.53	A	B	C	D			
11	0.53	A	B	C	D			
7	0.52	A	B	C	D	E		
4	0.51	A	B	C	D	E	F	
1	0.51	A	B	C	D	E	F	
12	0.51	A	B	C	D	E	F	
17	0.49		B	C	D	E	F	G
6	0.49			C	D	E	F	G
10	0.48				D	E	F	G
15	0.47					E	F	G H
9	0.46						F	G H
14	0.46						F	G H
18	0.45							G H
16	0.42							H

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

9. Índice de cosecha verde

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.24	35	0.01	6.59	<0.0001
Localidad	0.07	1	0.07	65.73	<0.0001
Genotipo	0.15	16	0.01	8.99	<0.0001
Localidad*Genotipo	0.02	16	1.40E-03	1.32	0.2116
Repeticion	7.30E-05	2	3.60E-05	0.03	0.966
Error	0.07	66	1.00E-03		
Total	0.31	101			

Test:Duncan Alfa:=0.05

Genotipo	Medias			
16	0.33	A		
15	0.31	A		
8	0.25	B		
7	0.24	B	C	
14	0.24	B	C	
18	0.23	B	C	
4	0.23	B	C	
17	0.23	B	C	
5	0.23	B	C	
6	0.22	B	C	D
12	0.21	B	C	D
1	0.21	B	C	D
9	0.21	B	C	D
10	0.21	B	C	D
2	0.21		C	D
11	0.18			D
3	0.17			E

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

10. Peso seco (g) de planta entera por parcela

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	490627598	35	14017931	4.96	<0.0001
Localidad	433176863	1	433176863	153.16	<0.0001
Genotipo	34943775	16	2183985.9	0.77	0.71
Localidad*Genotipo	19695637	16	1230977.3	0.44	0.967
Repeticion	2811323.5	2	1405661.8	0.5	0.6106
Error	186665343	66	2828262.8		
Total	677292941	101			

Test:Duncan Alfa:=0.05

Localidad	Medias		
UNRC	6175.49	A	
La Aguada	2053.92		B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

11. Peso seco (g) de espigas por parcela

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	41302402	35	1180068.6	2.1	0.0048
Localidad	32076863	1	32076863	57.02	<0.0001
Genotipo	4758137.3	16	297383.58	0.53	0.9223
Localidad*Genotipo	3498137.3	16	218633.58	0.39	0.9809
Repeticion	969264.71	2	484632.35	0.86	0.4272
Error	37129069	66	562561.65		
Total	78431471	101			

Test:Duncan Alfa:=0.05

Localidad	Medias		
UNRC	2066.67	A	
La Aguada	945.1		B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

12. Peso seco (g) de rastrojo

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	281954853	35	8055852.9	7.14	<0.0001
Localidad	229500000	1	229500000	203.5	<0.0001
Genotipo	30887059	16	1930441.2	1.71	0.0661
Localidad*Genotipo	20815000	16	1300937.5	1.15	0.328
Repeticion	752794.12	2	376397.06	0.33	0.7174
Error	74432206	66	1127760.7		
Total	356387059	101			

Test:Duncan Alfa:=0.05

Localidad	Medias		
UNRC	4108.82	A	
La Aguada	1108.82		B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

13. Índice de cosecha seco

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.87	35	0.02	3.87	<0.0001
Localidad	0.35	1	0.35	55.07	<0.0001
Genotipo	0.33	16	0.02	3.24	0.0004
Localidad*Genotipo	0.16	16	0.01	1.55	0.1094
Repeticion	0.02	2	0.01	1.85	0.1646
Error	0.42	66	0.01		
Total	1.29	101			

Test:Duncan Alfa:=0.05

Localidad	Medias		
La Aguada	0.46	A	
UNRC	0.34		B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

Test:DuncanAlfa:=0.05

Genotipo	Medias					
15	0.52	A				
16	0.5	A	B			
18	0.44	A	B	C		
8	0.43	A	B	C		
5	0.42		B	C	D	
17	0.41		B	C	D	
10	0.41		B	C	D	
7	0.4		B	C	D	E
14	0.4			C	D	E
6	0.39			C	D	E
9	0.39			C	D	E
11	0.37			C	D	E
12	0.37			C	D	E
4	0.35			C	D	E
2	0.33			C	D	E
3	0.31				D	E
1	0.3					E

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

14. Peso seco (g) de grano por espiga

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	257738.7	44	5857.7	3.66	<0.0001	
Localidad	133179.5	1	133180	103.03	<0.0001	(Rep.>N° Esp.)
Rep.	4875.84	2	2437.92	1.52	0.2194	
Genotipo	87734.68	16	5483.42	4.24	0.0166	(Rep.>N° Esp.)
Rep.>N° Esp.	11634.12	9	1292.68	0.81	0.609	
Localidad*Genotipo	20314.51	16	1269.66	0.98	0.5341	(Rep.>N° Esp.)
Error	499056.6	312	1599.54			
Total	756795.3	356				

Test:Duncan Alfa:=0.05

Localidad	Medias		
UNRC	117.66	A	
La Aguada	78.63		B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

Test:Duncan Alfa:=0.05

Genotipo	Medias						
15	128.19	A					
12	118.81	A	B				
14	116.95	A	B	C			
10	116.38	A	B	C	D		
11	115.95	A	B	C	D		
17	115.62	A	B	C	D		
16	105.86	A	B	C	D	E	
18	105.43	A	B	C	D	E	
9	102.38	A	B	C	D	E	F
5	98.81		B	C	D	E	F G
2	90.33			C	D	E	F G
8	89.86			C	D	E	F G
3	89.1				D	E	F G
6	85.38					E	F G
4	84.76					E	F G
1	77.71						F G
7	74.29						G

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

15. Peso seco (g) de grano por parcela

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27257758.2	35	778793.09	5.25	<0.0001
Localidad	14518277.7	1	14518277.69	97.86	<0.0001
Genotipo	8204588.15	16	512786.76	3.46	0.0002
Localidad*Genotipo	3884083.17	16	242755.2	1.64	0.0837
Repeticion	650809.19	2	325404.6	2.19	0.1196
Error	9791807.78	66	148360.72		
Total	37049566	101			

Test:Duncan Alfa:=0.05

Localidad	Medias	
La Aguada	754.83	A
UNRC	1509.38	B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

Test:Duncan Alfa:=0.05

Genotipo	Medias						
18	517.13	A					
16	772.5	A	B				
15	832.48	A	B	C			
17	905.28	A	B	C	D		
12	913.15	A	B	C	D	E	
11	933.68	A	B	C	D	E	
14	971.62	A	B	C	D	E	
9	1115.68		B	C	D	E	
1	1206.67		B	C	D	E	F
2	1310.38			C	D	E	F
8	1312.42			C	D	E	F
4	1317.07			C	D	E	F
10	1335.35			C	D	E	F
5	1355.17			C	D	E	F
7	1365.15				D	E	F
6	1437.32					E	F
3	1644.72						F

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

16. Número de tallos por planta.

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	32.1	35	0.92	26.41	<0.0001
Localidad	22.71	1	22.71	653.84	<0.0001
Genotipo	4.86	16	0.3	8.75	<0.0001
Localidad*Genotipo	4.43	16	0.28	7.97	<0.0001
Repeticion	0.1	2	0.05	1.44	0.2442
Error	2.29	66	0.03		
Total	34.39	101			

17. Número de espigas por parcela.

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	691.73	35	19.76	3.53	<0.0001
Localidad	283.33	1	283.33	50.59	<0.0001
Genotipo	201.26	16	12.58	2.25	0.0114
Localidad*Genotipo	194.75	16	12.17	2.17	0.0146
Repetición	12.39	2	6.19	1.11	0.3369
Error	369.61	66	5.6		
Total	1061.34	101			

Test:Duncan Alfa:=0.05

Localidad	Genotipo	Medias						
UNRC	8	17.5	A					
UNRC	7	16.83	A	B				
UNRC	4	16.33	A	B	C			
UNRC	5	15.67	A	B	C			
UNRC	18	14.33	A	B	C	D		
UNRC	16	14.33	A	B	C	D		
UNRC	17	12.67		B	C	D	E	
UNRC	3	12.67		B	C	D	E	
UNRC	6	12.5		B	C	D	E	
UNRC	2	12.17			C	D	E	
UNRC	1	11				D	E	F
UNRC	10	11				D	E	F
La Aguada	15	11				D	E	F
UNRC	12	10.67				D	E	F
La Aguada	9	10.33				D	E	F
UNRC	15	10.17				D	E	F
La Aguada	8	10				D	E	F
La Aguada	7	10				D	E	F
La Aguada	17	10				D	E	F
La Aguada	16	10				D	E	F
UNRC	14	9.83				D	E	F
UNRC	9	9.67				D	E	F
La Aguada	14	9.67				D	E	F
La Aguada	18	9.67				D	E	F
La Aguada	10	9.67				D	E	F
La Aguada	6	9.33					E	F
La Aguada	12	9.33					E	F
La Aguada	5	9					E	F
La Aguada	11	9					E	F
UNRC	11	8.67					E	F
La Aguada	2	8.67					E	F
La Aguada	4	8.67					E	F
La Aguada	3	8					E	F
La Aguada	1	7						F

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

18. Longitud (cm) de la espiga

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	989.8	44	22.5	2.7	<0.0001	
Localidad	634.66	1	634.66	201.1	<0.0001	(Rep.>N° Esp.)
Rep.	9.37	2	4.68	0.56	0.5703	
Genotipo	231.8	16	14.49	4.59	0.0127	(Rep.>N° Esp.)
Rep.>N° Esp.	28.4	9	3.16	0.38	0.9447	
Localidad*Genotipo	85.57	16	5.35	1.69	0.2129	(Rep.>N° Esp.)
Error	2597.43	312	8.33			
Total	3587.23	356				

Test:Duncan Alfa:=0.05

Localidad	Medias		
UNRC	14.97	A	
La Aguada	12.28		B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

Test:Duncan Alfa:=0.05

Genotipo	Medias						
14	15.12	A					
17	14.76	A	B				
12	14.71	A	B	C			
10	14.67	A	B	C			
15	14.43	A	B	C	D		
9	14.38	A	B	C	D		
11	14.17	A	B	C	D	E	
16	14.01	A	B	C	D	E	
2	13.98	A	B	C	D	E	
5	13.83	A	B	C	D	E	F
3	13.43		B	C	D	E	F G
18	13.38			C	D	E	F G
6	13.21				D	E	F G
8	13.12					D	E F G
4	12.81						E F G
7	12.6						F G
1	12.29						G

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

19. Número de filas de la espiga

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	5056.62	44	114.92	2.71	<0.0001	
Localidad	2489.91	1	2489.91	106.87	<0.0001	(Rep.>N° Esp.)
Rep.	136.16	2	68.08	1.6	0.2027	
Genotipo	1428.24	16	89.26	3.83	0.0232	(Rep.>N° Esp.)
Rep.>N° Esp.	209.69	9	23.3	0.55	0.8379	
Localidad*Genotipo	792.63	16	49.54	2.13	0.1262	(Rep.>N° Esp.)
Error	13238.37	312	42.43			
Total	18295	356				

Test:Duncan Alfa:=0.05

Localidad	Medias	
UNRC	32.81	A
La Aguada	27.48	B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

Test:Duncan Alfa:=0.05

Genotipo	Medias					
17	33.1	A				
10	32.71	A	B			
16	32.38	A	B			
15	32.24	A	B			
3	32.14	A	B	C		
5	31.9	A	B	C		
14	31.62	A	B	C		
2	31.57	A	B	C		
18	31	A	B	C		
11	30.62	A	B	C	D	
9	30.33	A	B	C	D	
12	29.67	A	B	C	D	
4	29.19		B	C	D	E
8	29.1		B	C	D	E
6	28.52			C	D	E
1	27.14				D	E
7	25.71					E

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

20. Número de hileras de la espiga

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	235.63	44	5.36	1.6	0.0122	
Localidad	10.29	1	10.29	3.64	0.0886	(Rep.>N° Esp.)
Rep.	0.96	2	0.48	0.14	0.8657	
Genotipo	145.23	16	9.08	3.21	0.0403	(Rep.>N° Esp.)
Rep.>N° Esp.	25.42	9	2.82	0.85	0.5746	
Localidad*Genotipo	53.72	16	3.36	1.19	0.4093	(Rep.>N° Esp.)
Error	1042.17	312	3.34			
Total	1277.8	356				

Test:Duncan Alfa:=0.05

Genotipo	Medias					
5	16.1	A				
14	15.9	A				
2	15.9	A				
1	15.9	A				
15	15.71	A	B			
18	15.71	A	B			
17	15.62	A	B	C		
10	15.62	A	B	C		
16	15.33	A	B	C	D	
3	15.24	A	B	C	D	E
4	15.24	A	B	C	D	E
6	15.14	A	B	C	D	E
8	14.86	A	B	C	D	E
7	14.48		B	C	D	E
9	14.38			C	D	E
12	14.19				D	E
11	14					E

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)