

Líneas de tricepiro: acumulación de materia seca, fertilidad y rendimiento de grano en Río Cuarto, Córdoba

Dry matter accumulation, fertility and grain yield of triticales x agroticum strains in Río Cuarto, Córdoba

**Grassi¹, E., Scaldaferrro, M., Reynoso, L., Ferreira, A.,
Castillo, E. y Ferreira, V.**

Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto

Resumen

Los tricepiros (triticales x trigopiros) pueden emplearse para pastoreo y/o grano forrajero. El objetivo de este trabajo fue analizar la acumulación de materia seca, el rendimiento en grano y la fertilidad de doce líneas derivadas de "6TA203" x "Don Noé". Se empleó un diseño completo al azar; el análisis incluyó ANVA y prueba de Duncan. Las diferencias entre líneas en acumulación de materia seca y rendimiento en grano resultaron no significativas. El efecto año y la interacción línea x año fueron significativos. La línea experimental TCP-U50 resultó la más estable. El porcentaje de microsporas con micronúcleos se empleó como reflejo de las anomalías meióticas. Las líneas tuvieron diferencias significativas en tales anomalías y en la fertilidad aunque provienen del mismo origen. Las correlaciones entre microsporas anormales y los caracteres de espiga no difirieron de cero; por ello, los disturbios verificados en las microsporas no explican la fertilidad reducida. Los bajos coeficientes de variación genética confirman una fuerte influencia ambiental sobre la fertilidad; por lo tanto, resulta más conveniente identificar líneas más fértiles antes que intentar la mejora. La línea TCP-U50 se incluyó durante cuatro años en ensayos comparativos junto a triticales registrados; se analizó la sanidad, tolerancia al vuelco, la acumulación de materia seca y el rendimiento en grano. La interacción genotipo x año fue significativa para casi todos los caracteres. El tricepiro TCP-U50 tuvo porte rastro, buena sanidad, baja acumulación de materia seca al primer corte, alta acumulación al segundo corte (pleno invierno) y fue la línea que produjo mayor acumulación de forraje en el tercer corte (inicio de primavera). El rendimiento de grano fue muy variable, con valores menores y mayores a la media del ensayo según el año.

Palabras clave: cereales sintéticos, forraje, rendimiento, interacción genotipo-ambiente.

Summary

Tricepiros (triticales x trigopiros) can be used for grazing or feed grain. The aim of this work was to analyze the dry matter accumulation, grain yield and fertility of twelve strains derived from "6TA 203" x "Don Noé". A randomized complete design was used; analysis included ANOVA and Duncan test. Differences in dry matter accumulation and grain yield among strains were not significant. The effects of year and line x year interaction were significant. The experimental strain TCP-U50 was the most stable. Meiotic abnormalities were measured through the percent

Recibido: noviembre 2009

Aceptado: febrero 2011

1. Departamento de Biología Agrícola, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto. RN 36 km 601 (5800) Río Cuarto. egrassi@ayv.unrc.edu.ar

of microspores with micronuclei. Tricepiro strains had significant differences in such abnormalities and fertility even they come from the same cross. Correlations between abnormal microspores and spike traits did not differ from zero; hence, fertility failures are not explained by the abnormalities observed in the microspores. The low genetic variation coefficients confirm a strong environmental influence on fertility, so it is more suitable to identify the most fertile strains rather than trying to improve them. TCP-U50 strain was included in comparative trials with triticale released varieties during four years; disease and lodging tolerance, dry matter accumulation and grain yield were analyzed. The genotype x year interaction was significant for almost all traits. The TCP-U50 had prostrate growth habit, high disease tolerance, low dry matter accumulation at the first cut, high dry matter accumulation at the second cut (mid-winter) and it was the most forage-productive strain in the third cut (early spring). Grain yield was highly variable among years; values were lower and higher than the trial average.

Key words: Triticale x *Agroticum* strains, forage, yield, genotype-environment interaction.

Introducción

El mantenimiento de la producción animal en la zona subhúmeda-seca y semiárida pampeana durante la época invernal, de escasas precipitaciones y heladas intensas, requiere el empleo de gramíneas estacionales y forraje conservado. Los cereales tradicionales aportan forraje fresco y ocupan más de 2×10^6 has en las provincias de Córdoba, La Pampa y San Luis (INDEC, 2002). Por otro lado, para diversificar la oferta forrajera y contribuir a la estabilidad de los agroecosistemas (Covas, 1989; Goedert et al., 1995), se cuenta con dos híbridos intergenéricos: triticale y tricepiro.

Los tricepiros (Covas, 1976) resultan de cruzamientos entre triticales (*Triticum* L. x *Secale* L.) y trigopiros (*Triticum* L. x *Thinopyrum* Á. Löve) y son motivo de investigación y desarrollo por su productividad, rusticidad y valor nutritivo (Covas, 1989; Ferreira y Szpiniak, 1994; Tosso et al., 1997; Brizuela et al., 1997; Ruiz et al., 2001; Ruiz, 2009). La zona productora potencial abarca la región pampeana subhúmeda y semiárida; puede emplearse como forraje fresco y/o grano forrajero (Tosso et al., 1997; Esteves Leyte et al., 1999; Ruiz et al., 2001). En 1972 se obtuvo en nuestro país un híbrido entre el triticale ($2n = 6x = 42$) "6TA 203" (*Triticum turgidum* x *Secale cereale*) y el trigopiro ($2n = 8x = 56$) "Don Noé" (*Triticum aestivum* x *Elytrigia pontica* syn. *Thinopyrum ponticum*) (Covas, 1976). Las prime-

ras generaciones de este híbrido intergenérico fueron altamente estériles pero, mediante la mejora por selección, la cruce dio origen a varias líneas de ciclo largo, rastreras, rústicas, de buen rebrote y alta producción de forraje (Frecentese y Covas, 1984; 1985).

La línea 3/40 derivada del cruzamiento anterior se registró como cultivar con el nombre "Don René INTA" (Dreussi, 1994). Este es el único cultivar registrado hasta el presente. La producción de semilla fiscalizada se registra por primera vez en 2005/06 con 2.300 kg, pasando a 20.000 kg en 2007/08 (INASE, 2006, 2008). El cv. Don René-INTA se ha estabilizado en condición hexaploide, conservando el genomio R del centeno y los genomios A y B del trigo con introgresión de *Thinopyrum* (Ferrari, 2004; Ferrari et al., 2005). Otras líneas derivadas del mismo cruzamiento también presentan la tendencia a estabilizarse en $2n = 6x = 42$ cromosomas (Ferreira et al., 2007).

A partir de una muestra en F_{13} del cruzamiento original, en la UN de Río Cuarto verificamos alta variación fenotípica. Esto permitió fundar líneas a partir de individuos con diferente fenotipo, para luego realizar selección entre líneas por características forrajeras. El objetivo de este trabajo fue conocer la acumulación de materia seca, la fertilidad y el rendimiento en grano de las líneas en Río Cuarto (Córdoba) y comparar el material promisorio con cultivares de triticale registrados.

Materiales y Métodos

Características ambientales del sitio experimental

La región subhúmeda seca donde se ubica la UN de Río Cuarto (Dpto Río Cuarto, Córdoba) presenta alta variabilidad climática. 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 10,2 °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).

Comparación entre líneas: acumulación de forraje y rendimiento de grano

Doce líneas derivadas de la selección individual en la F₁₃ de la cruce original del tricepiro "6TA 203" x "Don Noé" se compararon empleando como testigos los triticales Tehuelche-INTA, Quiñé y Cayú-UNRC. Los caracteres considerados fueron la materia seca acumulada hasta hoja bandera, la fertilidad y el rendimiento de grano. Los ensayos se condujeron durante 3 años consecutivos (1998-2000) sobre un Haplustol típico, con 1,6% de materia orgánica y 14,5 ppm de fósforo, del campo experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, UN Río Cuarto. El diseño fue en BCA con 3 repeticiones y unidades experimentales de 7 surcos de 5 m espaciados a 20 cm. Las fechas de siembra fueron 30/03/98, 28/04/99 y 09/05/00. La densidad de siembra fue de 180 semillas m⁻².

La acumulación de biomasa hasta el estado 49 (hoja bandera) (Zadoks *et al.*, 1974) se evaluó empleando 5 m² por unidad experimental, secando una alícuota de materia verde en estufa a 70 °C. El análisis se efectuó mediante ANVAs, individuales para cada año, y combinado para analizar la interacción línea x año (Steel y Torrie, 1980). La estabilidad relativa de las líneas se calculó mediante la relación entre el valor promedio de cada línea y el valor promedio del ensayo en cada año. El rendimiento de grano se evaluó durante dos

años (1999-2000) empleando dos surcos no cortados de los ensayos comparativos antes descritos y los mismos testigos. El análisis se realizó en forma similar al caso anterior; además, se calcularon las correlaciones fenotípicas simples entre el rendimiento en grano y los caracteres de fertilidad (Steel y Torrie, 1980).

Comparación entre líneas: fertilidad de la espiga

La fertilidad de la espiga se estudió marcando 5 plantas por parcela. Previo a la cosecha se fijaron espigas en 6:3:1 (etanol 96° - cloroformo - ácido acético) y se determinó el porcentaje de microsporas con micronúcleos (%MCM). Poscosecha se efectuó el recuento del número de granos por espiga (NGE) y de espiguillas por espiga (NEE), y se calculó el índice de fertilidad (IF = NGE/NEE) en 5 espigas tomadas al azar de cada planta. El testigo fue el triticales cv. Tehuelche-INTA. Se utilizó una clasificación anidada y el modelo lineal aditivo de efectos al azar $Y_{ijk} = m + t_i + e_{ij} + d_{jk}$, donde: m es la media general, t_i el efecto línea, e_{ij} el error experimental (efecto planta dentro de línea) y d_{jk} el efecto espiga dentro de planta. El análisis se efectuó a través de ANVA y la prueba de rangos múltiples de Duncan para diferenciar los promedios (Steel y Torrie, 1980). Además, se estimaron los Grados de Determinación Genética (GDG) y los coeficientes de variación fenotípica (cvf) y genética (cvg) (Mariotti, 1986).

Ensayos comparativos

Una vez concluida la etapa anterior, la selecta de tricepiro más promisorio, denominada TCP-U50, se incluyó en ensayos comparativos de producción forrajera junto con 8 triticales registrados en el INASE. Los ensayos se realizaron en Río Cuarto durante 4 años (2003 y 2005-2007). El ensayo de 2004 no se consideró debido a que las fallas mecánicas en la siembra repercutieron en una deficiente implantación del cultivo. Los caracteres evaluados en los materiales fueron:

- Porte vegetativo: Rastrero = 1, Semirrastrero = 2, Semierecto = 3 y Erecto = 4.
- Roya de la hoja en floración (estadio 65):
 - Reacción: susceptible = 1, medianamente susceptible = 2, medianamente resistente = 3, resistente = 4;
 - Severidad en porcentaje: desde 0% de tejido afectado (= sin ataque) hasta 100% del tejido afectado (= daño total).
- Días desde siembra a hoja bandera totalmente desarrollada (estadio 49).
- Altura de planta a madurez (cm).
- Acumulación de Materia Seca (kg ha^{-1}) en cada uno de 3 cortes cuando el cultivo alcanzaba el estadio 31. Superficie de corte: 2 m^2 .
- Materia Seca Total (kg ha^{-1}) acumulada en los 3 cortes. Superficie de corte: 2 m^2 .
- Materia Seca (kg ha^{-1}) acumulada hasta hoja bandera totalmente desarrollada (estadio 49). Superficie de corte: 1 m^2 .
- Rendimiento de grano forrajero (kg ha^{-1}). Superficie cosechada: 4 m^2 .

Los estadios fenológicos corresponden a la escala Zadoks et al. (1974). El diseño fue en bloques completos al azar con 4 repeticiones y parcelas de 7 m^2 ; se utilizaron 3 surcos para las determinaciones de acumulación de materia seca y los restantes 4 surcos para evaluar el rendimiento en grano forrajero. Los caracteres cualitativos se analizaron mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y los cuantitativos mediante ANVA y prueba de Duncan para la comparación de promedios al 5% de significación (Steel y Torrie, 1980). El procesamiento de resultados se efectuó con el software InfoStat (2002). La interacción genotipo-ambiente se analizó a través de un modelo aditivo-multiplicativo para el efecto del genotipo y la interacción (biplot GGE) (Yan et al., 2000), empleando el software InfoGen (2006).

Resultados y Discusión

Condiciones climáticas

En el período de comparación de líneas, las temperaturas mínimas medias invernales de 1998 fueron benignas, mientras que en 1999 y 2000 el invierno fue más riguroso con temperaturas por debajo del promedio. Respecto a las precipitaciones, el primer año puede considerarse normal pero con un déficit hídrico que se acentuó en la primavera; en el segundo año las precipitaciones posteriores a la implantación fueron casi nulas, mientras que en el último año las mismas resultaron mucho menores que el promedio en los meses previos a la siembra y la salida del invierno fue notoriamente seca. Por su parte, las condiciones climáticas durante los ensayos comparativos también resultaron muy variables. Las temperaturas mínimas medias de 2003 fueron similares al promedio histórico, en 2005 y 2006 el invierno fue suave pero frío a la entrada y salida de la estación, mientras que 2007 resultó mucho más frío debido a una nevada y las intensas heladas posteriores ocurridas en julio, las que afectaron notoriamente el crecimiento y desarrollo del cultivo. En relación a las precipitaciones, el 2003 resultó el año más seco, 2005 fue un año promedio, en 2006 precipitaron sólo 17 mm entre mayo y setiembre, y en 2007, seco a partir de abril, se registraron 40 mm en julio pero ello debido a la intensa nevada antes mencionada (Cuadro 1). Los valores de precipitaciones mensuales se presentan para todo el año para ejemplificar la variabilidad regional.

Comparación entre líneas: acumulación de forraje y rendimiento de grano

Los valores promedio de la materia seca acumulada hasta hoja bandera, de las líneas y de los testigos para cada año de ensayo, se grafican en la Figura 1. Los valores promedio de los 3 años fueron: ensayo completo = $6.230 \pm 1.650 \text{ kg MS ha}^{-1}$, testigos = $6.523 \pm 1.710 \text{ kg MS ha}^{-1}$ y líneas = $6.157 \pm 1.634 \text{ kg MS ha}^{-1}$, con CV = 14,3%. El efecto año resultó muy altamente significativo ($F = 82,03^{***}$) y también la interacción línea x año

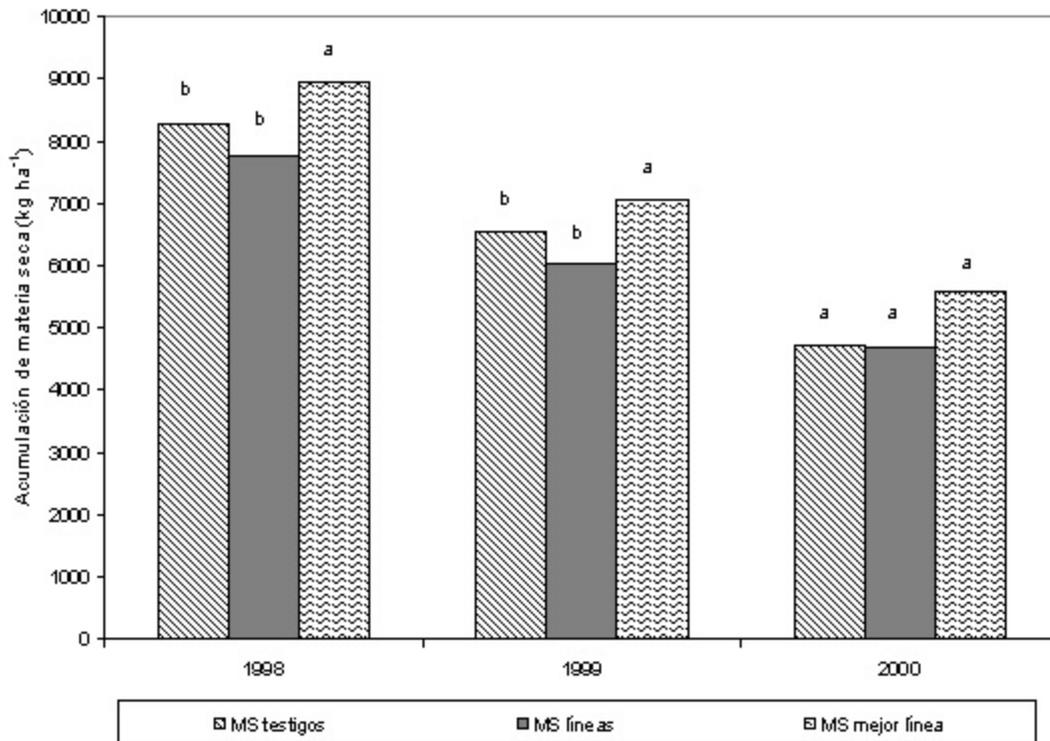
Cuadro 1: Precipitaciones mensuales (mm) durante los años de comparación de líneas de tricepiro y ensayos comparativos en Río Cuarto, Córdoba.

Table 1: Monthly precipitation (mm) during the tricepiro lines comparison and comparative trials at Río Cuarto, Córdoba.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1998	178	148,5	72	128,5	74,5	14	2,5	8,5	32	34,5	168,5	103	964,5
1999	86	4,5	214,6	103,5	2	11,6	14	19	25	102	117	233	932,2
2000	194	64	75	112	88	12	19	1	13	91	93	65	827,0
2003	119	36	46	117	4	1	37	1	0	8	22	214	605,0
2005	270	162	82	56	15	2	15	11	13	70	92	41	829,0
2006	116	103	93	113	2	8	1	0	6	71	166	160	839,0
2007	169	155	86	11	7	17	40*	0	66	104	44	139	838,0
1974-2007	134,2	93,39	97,49	55,01	29,12	11,11	14,02	13,7	34,63	73,91	116	127,6	800,2

(*) El valor corresponde a precipitación nívea.

Fuente: Estación Agrometeorológica de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, UN de Río Cuarto.



Ref.: letras distintas dentro de años indican contrastes significativos ($p < 0,05$).

Figura 1: Acumulación de materia seca (MS) hasta hoja bandera en líneas de tricepiro y triticales testigos en Río Cuarto, Córdoba.

Figure 1: Dry matter accumulation (MS) at flag leaf in tricepiro strains and triticales checks. Río Cuarto, Córdoba.

($F = 2,18^{***}$). Las líneas produjeron en promedio $7.761 \pm 1.314 \text{ kg MS ha}^{-1}$ en 1998, $6.021 \pm 947 \text{ kg ha}^{-1}$ en 1999 y $4.689 \pm 811 \text{ kg ha}^{-1}$ en 2000. Los contrastes dentro de cada año de las líneas vs los testigos fueron no significativos en 1998 ($F = 0,24$) y 2000 ($F = 0,11$) pero las líneas acumularon menos materia seca que los testigos en 1999 ($F = 6,57^*$). La mejor línea fue diferente en cada año debido a la interacción genotipo x ambiente: en 1998 TCP-U15 ($8.944 \pm 1.324 \text{ kg MS ha}^{-1}$), en 1999 TCP-U38 ($7.047 \pm 563 \text{ kg MS ha}^{-1}$) y en 2000 TCP-U21 ($5.575 \pm 166 \text{ kg MS ha}^{-1}$).

La producción forrajera de invierno en la zona de referencia es muy afectada por la disponibilidad inicial de agua en el perfil, la escasa ocurrencia de precipitaciones en los meses más fríos y la frecuencia e intensidad de las heladas. Por ello, el análisis del efecto año resulta dificultoso por las variadas componentes que influyen en el mismo. La fecha de siembra fue dispar en los distintos años y estuvo condicionada por la humedad inicial. La siembra se realizó a fines de marzo en 1998 pero las de 1999 y 2000 se retrasaron en relación a ella 29 y 40 días, respectivamente, debido a las críticas deficiencias estivales, parcialmente superadas con las precipitaciones posteriores de marzo y abril. Estas fechas de siembra tardías contribuyen a explicar los valores de producción más bajos de los dos últimos años y son acordes con la disminución en la acumulación de materia seca que ocurre a medida que se retrasa la fecha de siembra (Covas y Ruiz, 2001; Ruiz et al., 2001) debido a la menor disponibilidad de agua y las temperaturas más bajas. El efecto de la disponibilidad de agua fue probado en condiciones controladas de riego por Ruiz (2009), quien logró con dos líneas experimentales y el cv. Don René una acumulación de materia seca superior a 7.000 kg ha^{-1} promedio de dos años de ensayo, mientras que en la situación de secano la acumulación fue algo inferior a $4.000 \text{ kg MS ha}^{-1}$. Por otro lado, es muy probable que las temperaturas invernales hayan tenido alta influencia en los rendimientos registrados en 1998, puesto que fue un año

benigno, con sólo 7 heladas, frente a 26 y 23 en 1999 y 2000, respectivamente.

Las comparaciones con otros ensayos donde han intervenido líneas de tricepuro resultan dificultosas, tanto por la diversidad ambiental como por los diferentes criterios de evaluación. Los valores aquí obtenidos fueron similares o superiores a los logrados con siembras tempranas en Santa Rosa (La Pampa) por Frecentese y Covas (1984, 1985). En ese mismo ambiente, Ferri et al. (1995) en 1988 y 1989 obtienen valores de $6.000 \text{ kg MS ha}^{-1}$ con el cv. Don René mientras que Covas y Ruiz (2001) informan valores máximos de $5.000 \text{ kg MS ha}^{-1}$ con siembras de febrero. En Balcarce, con el cultivar Anguil 3/40 (registrado en el RNC en 1994 como cv Don René), siembra en la segunda quincena de marzo y precipitaciones alrededor de 140 mm mensuales en el período abril-junio de 1993, Brizuela et al. (1997) logran $8.058 \text{ kg MS ha}^{-1}$ y 69% de digestibilidad *in vitro* de la materia seca con 98 días de acumulación luego de una temprana interrupción de la defoliación (120 días después de la siembra). Por otro lado, Amigone et al. (2005), en el sureste cordobés logran con ese cultivar una producción acumulada de $5.577 \text{ kg MS ha}^{-1}$ promedio de los años 2002-2004.

La interacción significativa puede explicarse por los diferentes patrones de respuesta de las líneas según los años. Mediante el indicador de estabilidad relativa, se consideraron "estables" aquellas líneas que tuvieron la menor variación en este índice. Ejemplos de diferentes patrones de comportamiento de las líneas y del testigo Quiñé-UNRC se grafican en la Figura 2. Puede observarse que el comportamiento de las líneas siguió distintos patrones; por ello, el trabajo de selección debería concentrarse en aquellas que resultaron estables a lo largo de los años (Allard y Bradshaw, 1964), con el fin de obtener materiales adaptados a las variables condiciones climáticas de la región. Al cabo de los años de ensayo, la línea experimental TCP-U50 fue la más estable en las condiciones experimentales del estudio.

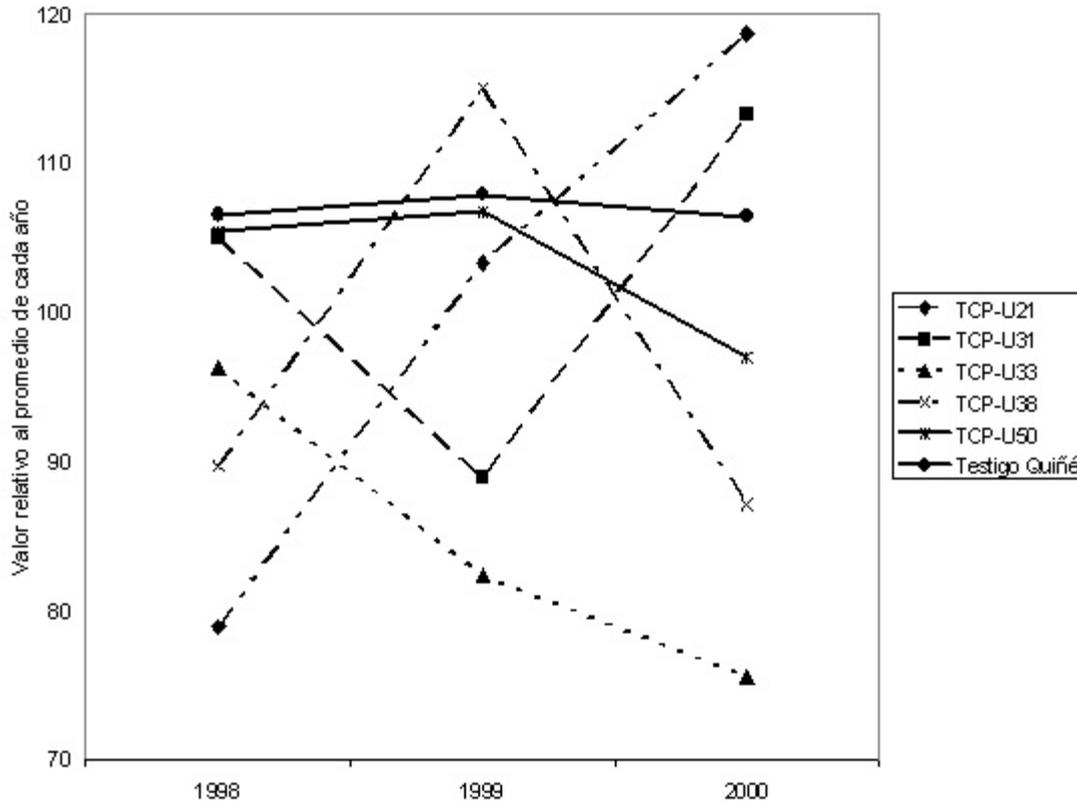
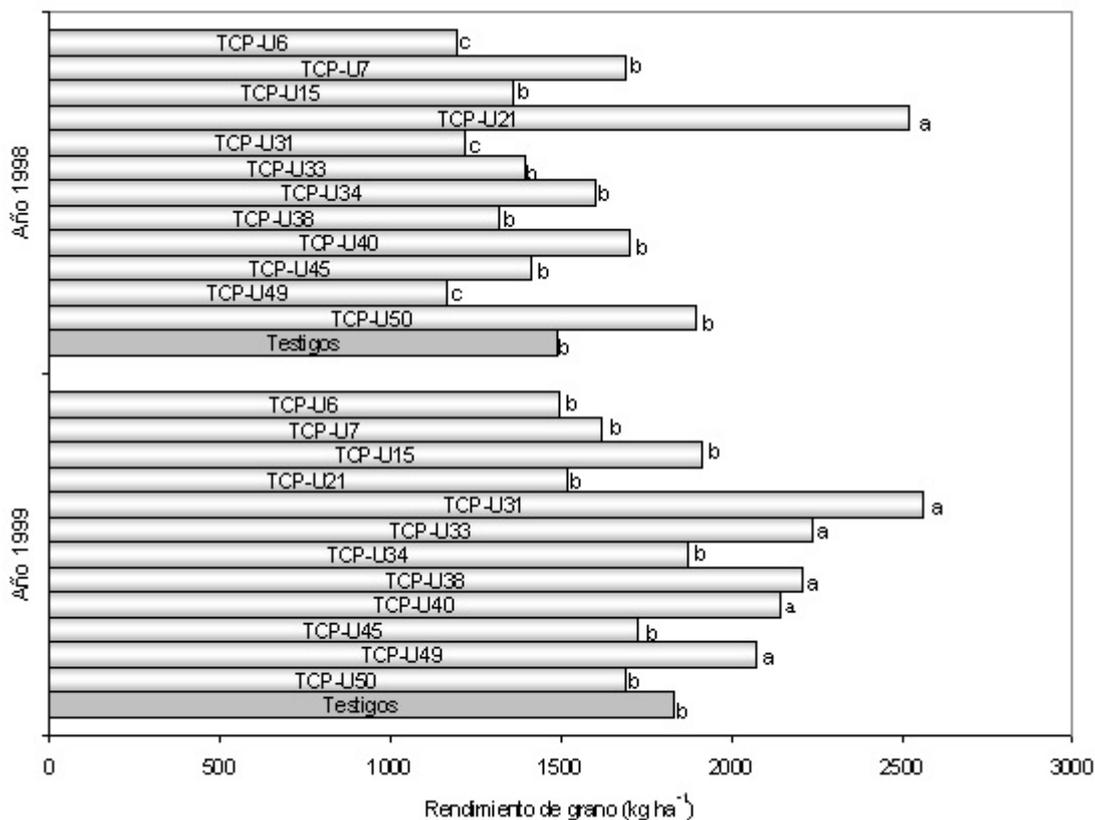


Figura 2: Patrones de respuesta ambiental de líneas de tricepiro y del triticale testigo Quiñé-UNRC en Río Cuarto, Córdoba.

Figure 2: Environment response patterns in tricepiro strains and the triticale check Quiñé-UNRC at Río Cuarto, Córdoba.

Respecto al rendimiento de grano en los dos años, el valor promedio del ensayo fue $1.722 \pm 496 \text{ kg ha}^{-1}$ (CV = 20,3%), el de las líneas de tricepiro $1.731 \pm 494 \text{ kg ha}^{-1}$ y el de los testigos $1.687 \pm 518 \text{ kg ha}^{-1}$. La Figura 3 muestra los valores de las líneas de tricepiro y los triticales testigos. La interacción línea x año fue muy altamente significativa ($F = 5,64^{***}$) y el ordenamiento de las líneas fue diferente en cada año (Figura 3). El contraste de líneas ($1.540 \pm 513 \text{ kg ha}^{-1}$) vs testigos ($1.768 \pm 392 \text{ kg ha}^{-1}$) en 1998 resultó no significativo ($F = 2,55$) mientras que en 1999, las líneas ($1.922 \pm 395 \text{ kg ha}^{-1}$) superaron esta-

dísticamente ($F = 7,39^*$) a los testigos ($1.606 \pm 633 \text{ kg ha}^{-1}$). El rendimiento en grano fue más de 100% superior al obtenido por Tosso et al. (1997) en Santa Rosa, durante 1994 empleando 9 líneas y el cv. Don René (793 kg ha^{-1}) pero debe señalarse que el cultivo tuvo una defoliación cuando alcanzó 25 cm de altura. También superan al rendimiento del cv. Don René sembrado a mediados de mayo de 1998 en Anguil (La Pampa), el cual rindió 1.267 kg ha^{-1} de semilla (Ruiz et al., 2001) y fueron muy superiores a los logrados en 2005-06 por Ruiz (2009).



Ref.: letras distintas dentro de años indican contrastes significativos ($p < 0,05$).

Figura 3: Rendimiento promedio de grano (kg ha^{-1}) en líneas de tricepiro (TCP-U) y triticales testigo. Años 1998-99. Río Cuarto, Córdoba.

Figure 3: Grain yield (kg ha^{-1}) in tricepiro strains (TCP-U) and triticales checks during 1998-99. Río Cuarto, Córdoba.

Comparación entre líneas: fertilidad

Las líneas difirieron significativamente ($p < 0,05$) en los caracteres de fertilidad de la espiga. El NGE fue el carácter más variable ($\text{CV} = 41,2\%$), con líneas que tuvieron valores extremos promedio de 18,84 y 39,96 granos por espiga. El NEE fue el carácter menos variable ($\text{CV} = 15,4\%$). La fertilidad reflejó del número de granos antes que de las espiguillas; el promedio fue $1,06 \pm 0,36$ con $\text{CV} = 34,2\%$. Un estudio similar efectuado con 10 líneas derivadas del mismo cruzamiento (Tosso et al., 1997), reveló que la fertilidad de ese grupo

fue levemente superior. Las líneas aquí estudiadas también difirieron significativamente en el %MCM; el valor medio fue levemente inferior a 40% ($\text{RV} = 22,5 - 53,1\%$), indicando que líneas con el mismo origen pueden presentar muy diferentes grados de disturbio, hecho también verificado por Tosso et al. (2000).

La correlación entre el %MCM y los caracteres de fertilidad no difirió significativamente de 0, por lo que la fertilidad reducida no puede explicarse por los disturbios verificados en las microsporas, coincidiendo con resultados en trigo y triticales (Del Duca y Moraes-Fernandes,

1980; Szpiniak, 1983; Falçao et al., 1990). Los bajos coeficientes de variación genética para los caracteres de fertilidad de la espiga (Cuadro 2) confirman la fuerte influencia ambiental sobre los mismos, hecho por otra parte común en caracteres de fertilidad. Un estudio realizado por Magnabosco et al. (2001) empleando cruza de triticales x tricepiro mostró avances en el primer ciclo de selección por fertilidad pero confirma que la variabilidad genética remanente es muy escasa luego del mismo. Por lo tanto, difícilmente pueda lograrse una mejora por selección en líneas ya establecidas como las aquí estudiadas, resultando más conveniente identificar las líneas de mayor fertilidad antes que intentar su mejora.

tivas con Tehuelche-INTA, Cayú-UNRC y Tizné-UNRC. La severidad del daño fue baja en general (14,5% en promedio), coincidiendo con los determinados por Cardozo et al. (2005). La línea experimental TCP-U50 fue la menos afectada con 2,2% de severidad.

Los valores medios, coeficientes de variación y significación para los caracteres cuantitativos se presentan en el Cuadro 3. La interacción genotipo x año fue significativa en todos los caracteres, salvo para la acumulación de materia seca en el segundo corte. La ocurrencia de este tipo de interacciones son muy comunes en la zona subhúmeda seca pampeana, tanto para la acumulación de

Cuadro 2: Valores estimados de parámetros genéticos de fertilidad y microsporas anormales en líneas de tricepiro derivadas de "6TA 203" x "Don Noé INTA".

Table 2: Estimated genetic values of fertility traits and abnormal microspores in tricepiro strains derived from the "6TA 203 x Don Noé-INTA" cross.

Parámetros	NGE	NEE	IF	%MCM
Var. Líneas	19,321	1,819	0,0141	0,0022
Var. Total	171,39	20,213	0,1718	0,0147
GDG %	11,3±5,5	9,0±4,8	8,2±4,5	15,0±7,4
Cvf %	48,45	18,17	38,94	31,3
Cvg %	16,27	5,45	11,15	12,14

Ref.: GDG % = grado de determinación genética; Cvf % = coeficiente de variación fenotípica; Cvg % = coeficiente de variación genética.

Ensayos comparativos

El porte vegetativo presentó diferencias entre materiales ($H = 53,41^{***}$) variando desde semierecto hasta rastrero. La línea experimental TCP-U50 tuvo porte rastrero, coincidiendo con el material de origen (Dreus, 1994). El ataque de roya de la hoja en estadios vegetativos fue nulo o insignificante, coincidiendo con la observación de Frecentese y Covas (1984). La reacción a roya de la hoja en floración fue variable según el material ($H = 41,36^{***}$). La línea experimental TCP-U50 tuvo una reacción de resistencia a moderada resistencia, superando en valor absoluto a los testigos, aunque sin diferencias significa-

biomasa como para el rendimiento de grano de triticales y tricepiros (Ferri et al., 2008; Grassi et al., 2008; Grassi et al., 2009; Castillo et al., 2009). La interacción para días desde la siembra hasta la hoja bandera se debió principalmente a la intensa nevada y posteriores heladas del año 2007, que afectó de manera diferencial a los materiales, alargando el ciclo de los materiales precoces. El TCP-U50 con $186,0 \pm 9,8$ días fue el material de ciclo más largo a floración. La altura a madurez varió entre 86 y 109 cm; el TCP-U50 fue uno de los más bajos, con una media de $92,92 \pm 16,58$ cm, la que resulta 4 cm menor que la media del conjunto de líneas estudiadas por Tosso et al. (2000).

Cuadro 3: Valores medios, coeficientes de variación (CV), valor de F y significación para caracteres cuantitativos en triticales registrados y la línea TCP-U50 de tricepiro. Río Cuarto, Córdoba, 2003, 2005-2007.

Table 3: Mean values, coefficients of variation (CV), F values and significance of quantitative traits of released triticales and TCP-U50 tricepiro strain. Río Cuarto, Córdoba, 2003, 2005-2007.

Carácter	Media \pm ds	CV (%)	Valores de F y significación		
			Genotipo	Año	GxA
Días siembra - hoja bandera	170,5 \pm 17,1	2,8	48,90***	203,02***	11,80***
Altura a la madurez (cm)	99,0 \pm 13,6	7,5	13,88***	25,21***	3,92***
Materia seca 1 ^{er} corte (kg ha ⁻¹)	1.499 \pm 535	19,6	10,40***	37,97***	1,71*
Materia seca 2 ^{do} corte (kg ha ⁻¹)	1.642 \pm 580	26,0	1,80 ns	28,71***	1,03 ns
Materia seca 3 ^{er} corte (kg ha ⁻¹)	1.044 \pm 1.293	57,5	11,30***	75,66***	4,35***
Materia seca Σ cortes (kg ha ⁻¹)	4.185 \pm 1.600	21,6	5,42***	58,03***	1,75*
Materia seca h. bandera (kg ha ⁻¹)	9.236 \pm 4.186	25,2	3,14**	64,60***	2,44***
Rendimiento de grano (kg ha ⁻¹)	883 \pm 741	25,8	2,26*	314,33***	3,58***

Ref.: ns = no significativo; (*) significativo al 5%; (**) = significativo al 1%; (***) = significativo al 1%.

El efecto del genotipo y de la interacción genotipo x año para la acumulación de materia seca en los distintos cortes y el rendimiento de grano se estimó realizando los Biplot GGE (Figura 4). El CP1 de esta herramienta representa respuestas de los materiales cuando hay interacción GE pero ello no implica cambio de orden, mientras que el CP2 hace lo propio cuando hay cambio de orden (Yan et al., 2000). Cuando la situación analizada muestra alta correlación entre los valores medios de los genotipos y el CP1, los ambientes clasifican de manera similar a los genotipos y, por lo tanto, aquellos con mayor CP1 serán los de mayor rendimiento (Yan et al., 2000).

Los cultivares de cereales sintéticos se caracterizan por una tasa de crecimiento inicial lenta (Covas, 1976; Frecentese y Covas, 1984; Hernández et al., 1987; Ferri et al., 1995). El primer corte se realizó a fines del otoño, a los 70 días de la siembra en promedio. La materia seca acumulada en el primer corte fue 1.499 \pm 535 kg MS ha⁻¹, valor que representó 35,8% del total acumulado promedio para los 4 años. La interacción genotipo x ambiente fue significativa (F = 1,71*) y el CP1 representó 68,5% de la variación ocurrida entre ambientes y genotipos y, de acuerdo al biplot, la línea experimental TCP-U50, con 1.091 \pm 535 kg MS ha⁻¹ fue el que menos

acumuló (21,9% del total), junto con los triticales testigo Yagán-INTA, Tehuelche-INTA y Quiñé-UNRC, que tuvieron similar comportamiento (Figura 4a).

El valor logrado con la línea TCP-U50 resultó superior al obtenido con el tricepiro Anguil 3/40, que acumuló 758 kg MS ha⁻¹ a los 84 días de la siembra durante 1993, en un ensayo realizado en Balcarce sobre un argiudol típico bien drenado con 5,7% de materia orgánica y precipitaciones en el primer semestre del año 44% superiores al promedio de la década anterior (Brizuela et al., 1997). Por otro lado, las líneas de tricepiro probadas por Tosso et al. (1997) durante 1994 en Santa Rosa, cortadas cuando tenían 25 cm de altura, acumularon en promedio 1.563 kg MS ha⁻¹, valor 50% superior al de TCP-U50. La diferencia puede en parte explicarse por un estado fenológico algo más avanzado y por la muy buena disponibilidad de agua otoño-invernal en ese año y lugar, ya que las precipitaciones acumuladas desde abril a julio fueron de 160 mm.

Covas y Ruiz (2001) en un ensayo realizado con dos fechas de siembra durante 1995, año de típico invierno seco de la región semiárida pampeana, informan que el tricepiro Don René INTA acumuló algo menos de 1.500 kg MS ha⁻¹ cuando se cortó a los 78 días de la siembra de mediados de febrero, mientras

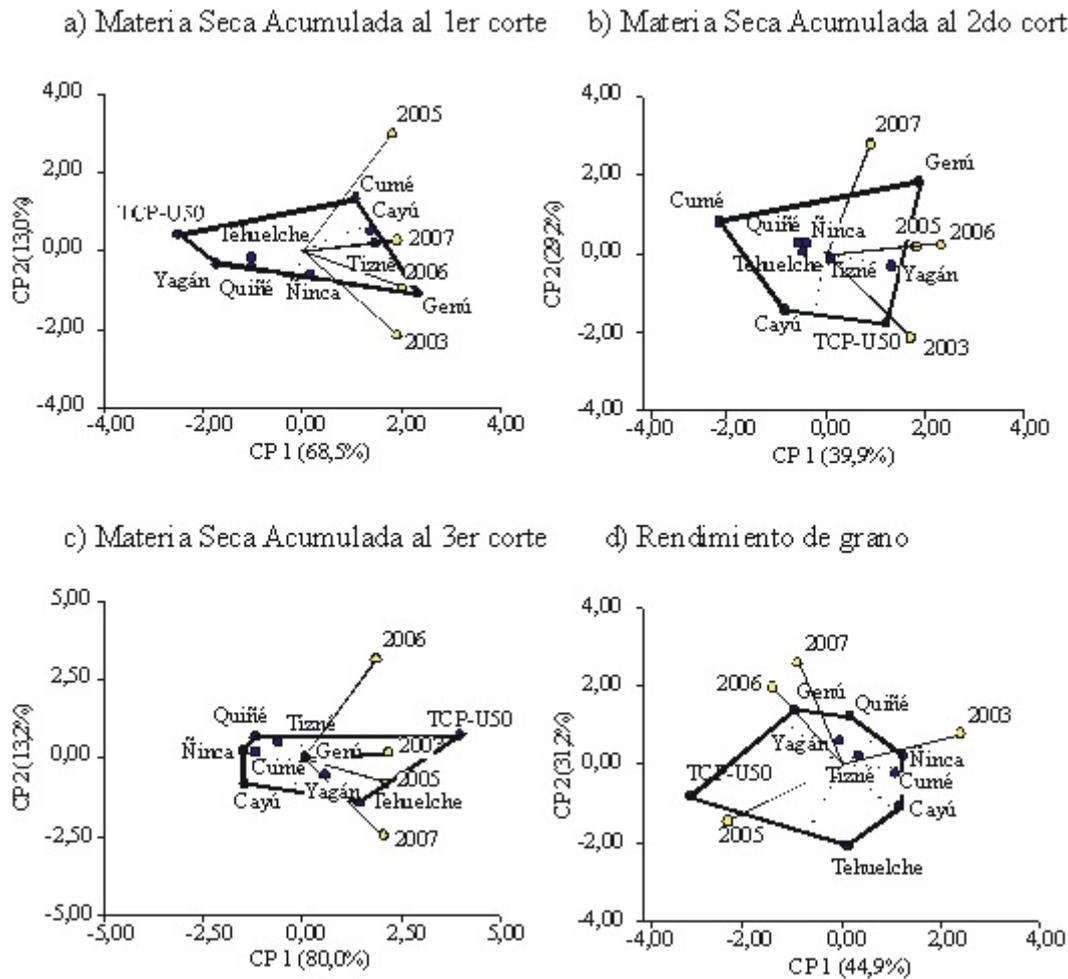


Figura 4: Biplot GGE para la acumulación de materia seca y rendimiento de grano en la línea de tricepiro TCP-U50 y triticales registrados. 2003 y 2005-07. Río Cuarto, Córdoba.
Figure 4: GGE Biplot for dry matter accumulation and grain yield in TCP-U50 tricepiro strain and released triticales. 2003, 2005-07. Río Cuarto, Córdoba.

que acumuló sólo 230 kg MS ha⁻¹ cuando se hizo la defoliación a los 50 días de la siembra de mediados de marzo. El ensayo comparativo llevado a cabo en Anguil durante 2005, año de fuerte sequía invernal, incluyó a TCP-U50 y la línea 3/40 (Don René), las que no difirieron significativamente entre si y acumularon al

primer corte 1.009 y 1.032 kg MS ha⁻¹ respectivamente (Ruiz et al., 2006), mientras que TCP-U50 en los ensayos 2005-08 realizados en Gral. Villegas, en el noroeste bonaerense, acumuló en promedio 1.144 kg MS ha⁻¹ (Méndez, com pers.), verificándose que todos los valores son muy semejantes a los obtenidos

en este estudio. Por otro lado, en el ambiente más húmedo del sureste cordobés, en Marcos Juárez, la TCP-U50 acumuló 1.800 kg MS ha⁻¹ en promedio para 2006-2009 (M. Amigone, com. pers.). Otros autores informan valores de acumulación mucho más altos; así, la línea 3/40 (Don René) con siembra el 1 de marzo de 1983 acumuló en el primer corte 2.055 y 4.282 kg MS ha⁻¹ durante 1984 con siembra del 15 de marzo (Frecentesse y Covas, 1984; 1985). Estos valores son representativos de la potencialidad del cultivo, a la vez que poco comparables dado que faltan consignar la fecha de corte y las condiciones agrometeorológicas.

El segundo corte se realizó en pleno invierno, a fines de julio, midiendo el rebrote ocurrido a los 60 días en promedio; la materia seca acumulada para el conjunto en los 4 años fue 1.642 ± 580 kg MS ha⁻¹, representando 39,2% del total producido con las 3 defoliaciones. La interacción genotipo x año fue no significativa pero la línea TCP-U50, con una acumulación de 1.822 ± 472 kg MS ha⁻¹ (36,5% de su producción total) y los triticales Genú-UNRC y Yagán-INTA fueron los de mayor acumulación en ese corte, donde el CP1 representó solo el 39,9% (Figura 4b). Los valores medios de los 4 años son muy similares para los tres materiales (1.849 ± 703 para Genú-UNRC, 1.828 ± 502 kg MS ha⁻¹ para Yagán-INTA y el valor ya mencionado para TCP-U50), por lo que resultaron estadísticamente similares en la prueba de diferencia de medias combinada para los 4 años.

Los ensayos realizados por otros autores reflejan en general una lenta acumulación durante la época invernal y valores inferiores a los aquí obtenidos. Así, Brizuela et al. (1997) analizaron la acumulación de biomasa cada 40 días durante 1993 en Balcarce, obteniendo a fines de julio 700 kg MS ha⁻¹ en el primer rebrote de la línea 3/40 (Don René), mientras que Covas y Ruiz (2001) en Anguil, en un segundo corte realizado a mediados de julio de 1995, logran con esa misma línea 1.150 kg MS ha⁻¹ para la siembra de febrero y 1.000 kg MS ha⁻¹ para la de marzo. Por otro lado, la línea experimental TCP-U50 se incluyó en ensayos realizados en Gral. Villegas (2005-

08) y Marcos Juárez (2006-09) en los que la acumulación promedio también fue inferior a la obtenida en Río Cuarto: 1.163 kg MS ha⁻¹ en el segundo corte con 50 días de acumulación en Gral. Villegas (D. Méndez, com. pers.) y 1.276 kg MS ha⁻¹ en Marcos Juárez con cortes de mediados de julio (M. Amigone, com. pers.). Otros autores obtuvieron con el tricepiro 3/40, posteriormente cv Don René, acumulaciones de 3.688 y 1.535 kg MS ha⁻¹ en 1983 y 1984 respectivamente (Frecentesse y Covas, 1984, 1985), pero falta especificar el lapso de acumulación.

El tercer corte se realizó a fines de setiembre-principios de octubre, midiendo la acumulación producida a los 60 días en promedio luego del segundo corte. La interacción línea x año fue aún mayor que en los anteriores (F = 4,35***) debido a que el rebrote a la salida del invierno es totalmente dependiente de la disponibilidad de agua, normalmente muy escasa en los ambientes subhúmedos secos y semiáridos. En el ensayo completo, la acumulación resultó 25% del total mientras que la línea TCP-U50, con 2.074 ± 1.860 kg MS ha⁻¹ fue la que mayor cantidad de forraje acumuló, correspondiendo ese valor al 41,6% de su producción total; por otro lado, el desvío estándar es un buen indicador de la variabilidad climática. En el análisis biplot GGE, el CP1 representó el 80% de la variación (Figura 4c), valor incluso superior al obtenido para la materia seca acumulada al primer corte. La línea experimental se distanció netamente del resto de los materiales y el alto valor del CP1 confirma la interpretación de Yan et al. (2000).

Este estudio refleja que el tricepiro tiene una buena aunque tardía acumulación, hecho ya verificado en trabajos anteriores que comprueban esta mayor acumulación a principios de la primavera, aunque obteniendo valores inferiores. Frecentesse y Covas (1984) logran una acumulación de 645 kg MS ha⁻¹ con la línea 3/40 (cv. Don René), Brizuela et al. (1997) con 40 días de rebrote logran 1.500 kg MS ha⁻¹ con la misma línea, mientras que Ruiz (2001), con un corte muy tardío a fines de octubre obtuvo alrededor de 2.500 kg MS ha⁻¹ para la siembra de febrero y 2.600 kg MS ha⁻¹

para la de marzo. La línea TCP-U50 probada en INTA Gral. Villegas en un tercer corte temprano, de principios de agosto, acumuló 1.330 kg MS ha⁻¹ promedio 2005-08 (Méndez, com. pers.), lográndose un valor similar en INTA Marcos Juárez, promedio 2006-09, con corte de fin de agosto (M. Amigone, com. pers.). Algunos ensayos como los llevados a cabo en INTA Gral. Villegas posibilitaron la realización de un cuarto corte a fines de setiembre para los años 2006-09, que en promedio acumularon 1.838 kg MS ha⁻¹ (Méndez, com. pers.) reflejando el ciclo largo del cultivo.

La materia seca suma de los tres cortes para el ensayo fue 4.185 ± 1.600 kg MS ha⁻¹ promedio de los cuatro años con CV = 21,6%, en tanto que el valor de la línea experimental fue 4.987 ± 2.023 kg MS ha⁻¹. La línea TCP-U50 y los triticales Genú-UNRC, Tehuelche-INTA y Yagán-INTA fueron los de mayor acumulación bajo la situación de defoliación. Los efectos genotipo, año y la interacción genotipo x año fueron significativos, p<0,001 para los dos primeros y p<0,05 para la interacción.

La mayoría de los antecedentes disponibles corresponden a ensayos donde falta cuantificar la interacción genotipo-ambiente. La acumulación de materia seca lograda con la línea 3/40 (cv. Don René) demuestra el potencial del cultivo que, en años favorables, varía desde 5.580 hasta 8.000 kg MS ha⁻¹ (Frecentese y Covas, 1985; Ferri et al., 1995; Ruiz et al., 2001; Amigone et al., 2005). La acumulación de la línea TCP-U50 resultó mayor que la lograda por Brizuela et al. (1997) con el tricepiro 3/40 (cv Don René), pero en ese estudio se emplearon frecuencias de corte más intensas que pueden haber afectado a la suma total; así, con una frecuencia de corte cada 40 días (4 cortes), se obtuvo 4.621 kg MS ha⁻¹, en tanto que con una frecuencia mayor, cada 30 días (5 cortes), la acumulación fue de 3.576 kg MS ha⁻¹. En otros ensayos, la línea experimental TCP-U50 acumuló 4.487 kg MS ha⁻¹, promedio 2005-08, en Gral. Villegas (D. Méndez, com. pers.) y 4.380 kg MS ha⁻¹ en Marcos Juárez promedio 2006-09 (M. Amigone, com. pers.).

La materia seca acumulada hasta hoja bandera sin defoliación duplicó la obtenida bajo corte. Los valores logrados fueron 9.236 ± 4.186 por hectárea para el ensayo, con CV = 25,2%, y 7.508 ± 4.468 para la línea experimental, demostrando el efecto detrimental de los cortes sobre la acumulación total. La interacción significativa se debió principalmente al efecto de la nevada y las heladas posteriores en el invierno del año 2007, que dañaron diferencialmente a los materiales según el estadio de desarrollo en el que se encontraban. El tricepiro TCP-U50 fue uno de los menos afectados por ser de ciclo largo y, aunque presentó acumulación inferior a la de los triticales, resulta apto para su empleo como forraje conservado (henolaje o ensilaje).

El rendimiento de grano resulta un carácter muy dependiente de las condiciones ambientales. El promedio del ensayo fue 883 ± 741 kg ha⁻¹ (CV = 25,8%) mientras que la línea TCP-U50 rindió 897 ± 672 kg ha⁻¹. El biplot GGE muestra claramente el efecto de la interacción ya que los genotipos se ordenaron de manera muy diferente en los distintos años (Figura 4d). Este carácter fue afectado tanto por las sequías invernales como por las heladas tardías ocurridas durante la floración. Ambos factores actuaron conjuntamente en el año 2005, disminuyendo drásticamente el rendimiento de grano. En ese año, TCP-U50 tuvo un rendimiento medio de 502 ± 197 kg ha⁻¹, triplicando lo producido por Tehuelche INTA, que fue el triticales comercial de mayor rendimiento (179 ± 62 kg ha⁻¹). El rendimiento medio en 2006 fue 649 ± 22 kg ha⁻¹ y nuevamente TCP-U50 estuvo entre los materiales más rendidores, mientras que en 2003 y 2007, años donde ocurrieron lluvias de 37 y 40 mm en julio y en los que se obtuvo el mayor rendimiento promedio en el ensayo, los triticales testigo tuvieron valores medios superiores a la línea experimental. El rendimiento en grano logrado en los secos inviernos de 2005 y 2006 sugiere una mayor tolerancia a la sequía del TCP-U50. La alta variación de los rendimientos de grano se verifica en varios ensayos realizados en la región semiárida pampeana. Así, Tosso et al. (1997) emplean-

do 9 líneas y el cv. Don René en Santa Rosa, La Pampa, obtuvieron rendimientos alrededor de 100 kg inferiores. En cambio Ruiz et al. (2001) logran valores 50% superiores con el cv. Don René sembrado a mediados de mayo de 1998 en Anguil (La Pampa), mientras que, en coincidencia en el presente ensayo, en los años 2005-06, Ruiz (2009) obtiene con la línea TCP-U50 rendimientos de 285 kg ha⁻¹ en seco y 511 kg ha⁻¹ con riego.

Conclusiones

El TCP-U50 presenta la mayor acumulación de forraje a la salida del invierno.

La sanidad de la línea TCP-U50 la hace apta para ser utilizada como progenitora para incorporar resistencia a roya de la hoja.

El rendimiento de grano forrajero de TCP-U50 es muy variable y fue aceptable en condiciones ambientales de fuerte estrés abiótico.

Los resultados sugieren profundizar el desarrollo fitotécnico de nuevos tricepiros con los objetivos de lograr una mayor tasa de crecimiento inicial para anticipar el primer aprovechamiento, y mejorar la acumulación de biomasa aérea y producción de grano forrajero.

Agradecimientos

A la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Río Cuarto por los aportes recibidos para la realización del trabajo. A la Ing. Agr. Ivana Varea por sus aportes en la corrección del manuscrito.

Bibliografía

- Allard, R.W. and Bradshaw A.D. 1964. Implications of Genotype-Environmental Interactions in Applied Plant Breeding. *Crop Sci.* 4:503-508.
- Amigone, M., Kloster, A. y Bertram, N. 2005. Verdeos de Invierno. Producción de forraje en el área de Marcos Juárez. In: www.inta.gov.ar/mjuarez/info/documentos/verdeos/Verdeos05.htm
- Brizuela, M., Passarotti, J. y Cseh, S. 1997. Rendimiento de forraje y valor nutritivo de tricepiro (*Triticum x Secale x Thinopyrum*) con diferente manejo de defoliación. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 17(4):385-393.
- Cardozo, M., Grassi, E., Szpiniak, B. y Ferreira, V. 2005. Relevamiento de enfermedades fúngicas en triticale forrajero. *Rev. Univ. Nac. Río Cuarto* 25(1):39-52.
- Castillo, E., Ferreira, A., Grassi, E., Paccapelo, H. y Ferreira, V. 2009. Tricepiro: comportamiento productivo y estabilidad de líneas avanzadas. *Lilloa* (Tucumán, Argentina) 45 Supl.:44.
- Covas, G. 1976. Tricepiro, un nuevo verdeo sintético que involucra al trigo, centeno y agropiro. Informativo de Tecnología Agropecuaria para la Región Semiárida Pampeana (INTA Anguil) 68:5.
- Covas, G. 1989. Pampa semiárida: nuevos cultivos. *Ciencia Hoy* 1(2):75-77.
- Covas, G.F. y Ruiz, M. de los A. 2001. Época de siembra y producción de forraje de tricepiro y otros verdeos invernales en la región semiárida pampeana. INTA, EEA Anguil. *Bol. Divulgación Téc.* N° 71:35-38.
- Del Duca, L.J. and Moraes-Fernandes, M.I. 1980. Meiotic instability in some Brazilian common wheat cultivars. *Cereal Res. Comm.* 8:619-625.
- Dreussi, L.W. 1994. Características de algunos cultivos obtenidos en la Estación Experimental Agropecuaria Anguil. INTA, EEA Anguil. *Bol. Divulgación Téc.* N° 54:13-14.
- Esteves Leyte, R., Braun, R.O., Cervellini, J.E., Pattacini, O. y Scoles, G. 1999. Utilización de cereales no tradicionales: tricepiro (*Triticum x Secale x Thinopyrum*) y triticale (*Triticum x Secale*) en alimentación de cerdos. *Rev. Facultad de Agronomía, UN La Pampa* 10(2):1-10.
- Falçao, T.M., Moraes-Fernandes, M.I. and Zanettini, M.H. 1990. Genotypic and environmental effects on chromosomal abnormalities in hexaploid triticale grown in southern Brazil and correlation between meiotic behavior and fertility of progenies. *Proc. 2nd Int. Triticale Symp.*:320-328. Passo Fundo, R.G. do Sul, Brasil.
- Ferrari, M.R. 2004. Estudio de la composición genómica de forrajeras mediante técnicas electroforéticas y de citogenética clásica y molecular. Tesis Doctoral, Buenos Aires, Argentina. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. 161p.
- Ferrari, M., Greizerstein, E., Paccapelo, H., Naranjo, C., Cuadrado, A., Jouve, N. and Poggio, L. 2005. The genomic composition of Tricepiro, a synthetic forage crop. *Genome* 48:154-159.

- Ferreira, V. y Szpiniak, B. 1994. Mejoramiento de triticale y tricepiro para forraje en la UN de Río Cuarto. In: Semillas Forrajeras: producción y mejoramiento: 110-120. Orientación Gráfica Ed., Buenos Aires, Argentina.
- Ferreira, V., Scaldaferrro, M., Grassi, E. y Szpiniak, B. 2007. Nivel de ploidía, estabilidad citológica y fertilidad en cruzas de triticale x trigopiro (tricepiros). J. Basic and Applied Genetics 18(1):15-22.
- Ferri, C.M., Hernández, O.A. y Frecentese, M.A. 1995. Comportamiento de verdeos invernales en Santa Rosa La Pampa. I. Distribución estacional y rendimientos acumulados de materia seca. Rev. Facultad de Agronomía, UN La Pampa 8(2):1-8.
- Ferri, C.M., Ferreira, V., Veneciano, J.H., Grassi, E.M., Pagella, J.H. y Stritzler, N.P. 2008. Interacción genotipo ambiente para la acumulación de materia seca en verdeos invernales. Rev. Arg. Prod. Anim. 28 (Supl. 1):436-437.
- Frecentese, M. y Covas, G. 1984. Comportamiento de nuevos verdeos en la región pampeana semiárida. Informativo de Tecnología Agropecuaria para la Región Semiárida Pampeana (INTA EEA Anguil) 82:2-4.
- Frecentese, M. y Covas, G. 1985. Comportamiento de nuevos verdeos invernales para la región pampeana semiárida. Informativo de Tecnología Agropecuaria para la Región Semiárida Pampeana (INTA EEA Anguil) 84:6-7.
- Goedert, C., Clausen, A. y Puignau, J.P. 1995. Programa Cooperativo para el desarrollo tecnológico agropecuario del Cono Sur (PRO-CISUR). Subprograma Recursos Genéticos, Documento marco. 52 pp.
- Grassi, E., Ferreira, A., Castillo, E., Ganum Gorriz, M.J. y Ferreira, V. 2008. Interacción genotipo-ambiente en siembras tempranas de triticale forrajero. VII Cong. Nac. de Trigo, I Encuentro del Mercosur y V Simp. Nac. de Cereales de Siembra Otoño-Invernal. Actas sin paginar. Resumen S24. Santa Rosa, La Pampa.
- Grassi, E., Ferreira, A., Castillo, E. y Ferreira, V. 2009. Forage Triticale: production and stability of strains in the sub humid central region of Argentina. 7° Intern. Triticale Symposium. Actas en CD, Panel 132. CIMMYT, Ciudad Obregón, Sonora, México.
- Hernández, R.A., Gonella, C.A. y Maddaloni, A.W. 1987. Verdeos invernales para el noroeste de la provincia de Buenos Aires. INTA, EEA General Villegas. Bol. Inf. 5:3-7.
- INASE. 2006. Producción de semilla fiscalizada. Boletín Octubre, Año IV N° 5:13. SAGPyA, MECON, B. Aires.
- INASE. 2008. Producción de semilla fiscalizada. Boletín Septiembre, Año VI, N° 3:12. SAGPyA, MECON, B. Aires.
- INDEC. 2002. Censo Nacional Agropecuario. Ministerio de Economía, Buenos Aires.
- InfoStat 2002. InfoStat versión 1.1 Grupo InfoStat, FCA, UN de Córdoba, Argentina.
- InfoGen 2006 InfoGen versión 1.0 Grupo InfoStat, FCA, UN de Córdoba, Argentina.
- Magnabosco, G., Szpiniak, B., Grassi, E. y Ferreira, V. 2001. Avance por selección de la fertilidad en cruzas de triticale x tricepiro. J. Basic and Applied Genetics 14(2) Suppl.:107.
- Mariotti, J. 1986. Fundamentos de genética biométrica. Aplicaciones al mejoramiento genético vegetal. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Monografía 32:33-38.
- Ruiz, M. de los A., Paccapelo, H.A. y Covas, G.F. 2001. Tricepiro: una planta con múltiples aplicaciones. INTA, EEA Anguil G. Covas. Bol. Divulgación Téc. N° 71:95-99.
- Ruiz, M. de los A., Romero, N.A., Urquiza, C.A. y Pordomingo, A. 2006. Verdeos de invierno: ensayos comparativos de rendimiento de cultivares y líneas experimentales bajo corte. Temporada 2005. INTA, EEA Anguil G. Covas. Bol. Divulgación Téc. 90:39-46.
- Ruiz, M. de los A. 2009. Comportamiento ecofisiológico del tricepiro (*X Triticosecale* Wittmack) x *X Agrotriticum* Ciferri & Giacom) en relación a triticale (*X Triticosecale* Wittmack) y trigopiro (*X Agrotriticum* Ciferri & Giacom). Tesis doctoral, Córdoba, Argentina. Escuela para Graduados, Facultad de Agronomía, UN Córdoba. 254 p.
- Steel, R.G. y Torrie, J.H. 1980. Bioestadística: principios y procedimientos. 1ª Ed. en Español. McGraw Hill/Interamericana, México. 621p.
- Szpiniak, B. 1983. Relación entre fertilidad e índice meiótico en 8 cultivares de triticale (*X Triticosecale* Wittmack). Mendeliana 6(1):43-52.
- Tosso, H., Paccapelo, H.A. y Covas, G.F. 1997. Caracterización de las líneas avanzadas de tricepiro. II. Producción de forraje, producción de grano y evaluación de componentes del rendimiento. RIA (Buenos Aires, Argentina) 28(1):47-53.

- Tosso, H., Paccapelo, H.A. y Covas, G.F. 2000. Caracterización de las líneas avanzadas de tricepro. I. Descripción morfológica y citológica. RIA (Buenos Aires, Argentina) 29(1):39-51.
- Yan, W., Hunt, L., Sheng, Q. and Szlavnic, Z. 2000. Crop breeding and mega-environment investigation based on the GGE biplot. Crop Sci. 40:597-605.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T. and Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Res. 14:415-421.