

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

ANALISIS DE LA INTERACCIÓN GENOTIPO AMBIENTE DEL RENDIMIENTO DE FORRAJE Y GRANO DE TRITICALES Y TRICEPIROS EN LA REGIÓN PAMPEANA SEMIARIDA Y SUBHÚMEDA SECA.

Tesistas:

**Benito, Tamara Ayelén
Recoulat, Francisco**

Director: Dr. Héctor A. Paccapelo

**Ingeniería Agronómica
Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa**

Año: 2014

INDICE

1. RESUMEN	Pág. 3
2. INTRODUCCIÓN 2.1. Hipótesis 2.2. Objetivo	Pág. 4 Pág. 8 Pág. 9
3. MATERIALES Y MÉTODOS 3.1. Análisis de la interacción genotipo por ambiente 3.1.1. Análisis de la varianza combinado 3.1.2. Modelo de regresión lineal y desviaciones de la regresión 3.1.3. Modelo de los Efectos Aditivos Principales e Interacciones Multiplicativas (Modelo AMMI) 3.1.4. Los modelos de regresión por sitio (SREG)	Pág. 9 Pág. 12 Pág. 12 Pág. 14 Pág. 16
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 4.1. Análisis combinado de la varianza 4.1.1 Producción de forraje 4.1.1.1. Análisis de componentes principales 4.1.2 Rendimiento de grano 4.2. Modelo de regresión lineal y desvíos de la regresión 4.2.1. Producción de materia seca del primer corte 4.2.2. Producción de materia seca del segundo corte 4.2.3. Producción de materia seca del tercer corte 4.2.4. Producción acumulada de materia seca 4.2.5. Rendimiento de grano 4.3. Modelo de los efectos aditivos principales e interacciones multiplicativas (Modelo AMMI) 4.3.1. Producción de materia seca del primer corte 4.3.2. Producción de materia seca del segundo corte 4.3.3. Producción de materia seca del tercer corte 4.3.4. Producción acumulada de materia seca 4.3.5. Rendimiento de grano 4.4. Análisis por el modelo de regresión por sitio (SREG) 4.4.1. Producción de materia seca del primer corte 4.4.2. Producción de materia seca del segundo corte 4.4.3. Producción de materia seca del tercer corte 4.4.4. Producción acumulada de materia seca 4.4.5. Rendimiento de grano	Pág. 17 Pág. 17 Pág. 17 Pág. 19 Pág. 21 Pág. 23 Pág. 24 Pág. 26 Pág. 28 Pág. 30 Pág. 32 Pág. 36 Pág. 36 Pág. 37 Pág. 38 Pág. 39 Pág. 41 Pág. 42 Pág. 43 Pág. 44 Pág. 45 Pág. 46 Pág. 48
5. CONCLUSIONES	Pág. 50
6. BIBLIOGRAFÍA	Pág. 51
7. ANEXOS	Pág. 59

1. RESUMEN

El cultivo de cereales forrajeros resulta un eslabón casi ineludible en las cadenas de pastoreo para dar continuidad a la producción forrajera en la época invernal cuando decae la productividad de las pasturas o pastizales. En este sentido, los triticales y tricepiros constituyen alternativas interesantes tanto en su producción de forraje como de grano. En los programas de fitomejoramiento resulta importante detectar la interacción genotipo por ambiente, ya que constituye una de las principales dificultades en los procesos de selección. Las metodologías aplicables al análisis de la interacción son útiles al momento de detectar líneas experimentales de buen rendimiento y estables a diferentes ambientes permitiendo la expansión de estos incipientes cultivos. En el presente trabajo se analizaron conjuntamente los datos de los ensayos comparativos de rendimiento tanto de forraje como de grano de germoplasma introducido y líneas propias de los programas de mejoramiento de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa y de la Universidad Nacional de Río Cuarto. Se utilizaron los siguientes modelos: a) Modelo de regresión lineal y desvíos de la regresión; b) Modelo de los efectos aditivos principales e interacciones multiplicativas (Modelo AMMI); y c) Análisis por el modelo de regresión por sitio (SREG). El análisis para la producción de forraje por el método de regresión permitió detectar que las líneas de triticales 7, 8 y 9, presentaron rendimientos de materia seca acumulados superiores a la media general y además resultaron de estabilidad altamente pronosticable. El modelo AMMI (2) detectó una correlación positiva de las líneas de triticales 13, 5, 6, 4 con el ambiente SR 2010, de los tricepiros 15, 16, 17, 18, 21 y 22 con SR 2009 y RC 2009. El tricepiro 23 se asoció a RC 2010. Por su parte el modelo SREG, detectó que el ambiente SR 2010 permite discriminar la mayoría de las líneas experimentales de triticales, dando como genotipos ganadores al 5 y 13; en sentido opuesto detectó un mega-ambiente constituido por SR 2009 y RC 2009, que dio por ganadora a la línea 15. Respecto al análisis del rendimiento de grano el método de regresión permitió detectar que las líneas de triticales forrajero 1, 4 y 9 presentaron estabilidad general, pero solo la última resultó pronosticable. El AMMI (2) permitió detectar una asociación del ambiente SR 2010 con las líneas de triticales graníferas 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40 y 44. Las líneas de triticales forrajero 2, 4, 5, 6, 7, la de tricepiro 27 y el triticales granífero 43 se asociaron a RC 2010. El cultivar de triticales 14 y la línea de tricepiro 24 se asociaron al ambiente SR 2012. El modelo SREG permitió discriminar los ambientes en forma similar al modelo anterior y detectó a los triticales graníferos 40 y 37 como de mayor rendimiento y estabilidad. La recomendación de genotipos basados en rendimientos modelados a partir de las observaciones en diferentes ambientes reducen el error experimental que afecta la estimación del rendimiento, favorecen la predicción de las futuras respuestas en cada sitio y simplifica las recomendaciones de cultivares al reducirse el número de subregiones. La interpretación de la interacción genotipo por ambiente en base a la regresión lineal no es capaz de predecir la respuesta no lineal de los genotipos a los ambientes. En ese aspecto el modelo AMMI permite analizar con mayor detalle los efectos de la interacción genotipo por ambiente a través de una representación simultánea de los genotipos y ambientes en un biplot. En el AMMI se pueden observar las diferencias entre ambientes, el grado de interacción de los genotipos con los mismos y su estabilidad y adaptación específica, por su parte el modelo SREG permitió detectar mega-ambientes, los genotipos adaptados para esos ambientes y su respectiva estabilidad.

Palabras clave: adaptabilidad, estabilidad, regresión, AMMI (2), SREG (GGE biplot).

2. INTRODUCCION

La introducción de nuevos recursos genéticos es esencial en la evolución de la agricultura destinada a la producción de materia prima de alta calidad. Según Goedert *et al.* (1995), la agricultura del Cono Sur necesita del aporte de germoplasma relevante para el desarrollo de cultivares con características especiales de actual y futura importancia económica. Esto es impulsado por la necesidad de una mayor productividad acorde a las características edáficas y climáticas de cada ambiente, que requiere de cultivares con aptitud para hacer un aprovechamiento adecuado de los mismos.

El cultivo de cereales forrajeros resulta un eslabón casi ineludible en las cadenas de pastoreo para dar continuidad a la producción forrajera en la época invernal (Covas, 1975) cuando decae la productividad de las pasturas o pastizales. La región pampeana subhúmeda seca y semiárida posee sistemas de producción predominantemente mixtos. Los inviernos son secos y con heladas frecuentes e intensas. La oferta forrajera invernal es deficiente y si bien han disminuido en su importancia, las gramíneas anuales de invierno ocupan alrededor del 20 % de la superficie (INDEC, 2002).

Triticale

El triticale (*X Triticosecale* Wittmack) es un cereal ínterespecífico, producto de la cruce de *Triticum* y *Secale* en sentido amplio, obtenido con la finalidad de reunir la calidad del trigo con la rusticidad del centeno, y así poder cubrir una mayor área con un cultivo harinero. Se conoce desde hace más de un siglo; los primeros estudios de mejoramiento comenzaron en la década del 30 y se potenciaron a partir de la creación del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en 1966.

En Argentina, los triticales se han difundido para uso forrajero en invernada, recría y tamo tanto para pastoreo directo, henificado o como grano, contribuyendo a dar continuidad a las cadenas forrajeras durante la época invernal. Se han publicado numerosos trabajos en los que se evaluó el rendimiento en forraje (Coraglio *et al.*, 1998; Tomaso, 1997; Di Nucci *et al.*, 2004; Grassi *et al.*, 2008; Tomaso, 2008; Castro *et al.*, 2011).

La Encuesta Nacional Agropecuaria no lo contempla como cultivo pero existen indicadores de su adopción. La producción de semilla fiscalizada fue de 290 tn en 2005/06, con un pico de 822 tn en 2004/05 (INASE, 2005, 2006). Si se considera la semilla identificada, la comercializada ilegalmente y la destinada a uso propio, la producción de semilla estimada podría superar las mil toneladas.

El triticale se utiliza en gran diversidad de ambientes; regiones subtropicales, templadas o frías, a nivel del mar o en zonas elevadas donde la avena y el trigo tienen un pobre crecimiento, en suelos ácidos, etc., demostrando su gran adaptabilidad y la posibilidad de encontrar cultivares desarrollados para cada situación (Mergoum, 1998).

Es un cultivo de uso múltiple que puede emplearse en la alimentación humana y animal (Varughese *et al.*, 1987). A nivel mundial su uso principal es como grano forrajero en la alimentación animal integrando alimentos balanceados y en menor medida en pastoreo directo como forraje fresco. En nuestro país la tendencia actual a la

estabulación de los animales bovinos hace necesario formular objetivos de mejoramiento que contemplen la elección de materiales graníferos (Denaro *et al.*, 2010; Ramaciotti *et al.*, 2010).

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) es un proveedor mundial de germoplasma; periódicamente el Criadero UNINARC (Criadero de la Universidad Nacional de Río Cuarto) recibe materiales del ensayo de adaptación de líneas forrajeras invernales (FWTCL) y del vivero internacional de selección (ITSN). A partir de las líneas o segregantes introducidas se realiza selección preliminar, en función de su adaptabilidad a la zona subhúmeda pampeana, según ciclo de cultivo, tolerancia a enfermedades y diferentes aptitudes de uso. En la UNRC (Universidad Nacional de Río Cuarto) se efectúa un programa continuo de mejoramiento con el objetivo de obtener cultivares con diferentes capacidades de uso.

Este cultivo resulta interesante en la zona pampeana subhúmeda seca y semiárida, pudiendo ser adoptado sin mayores inconvenientes por los agricultores que producen trigo, que tienen conocimientos, infraestructura y maquinarias y verían este cereal como una alternativa de los cultivos de invierno tradicionales.

En la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Río Cuarto (Córdoba) a partir de 1982 se inició un programa de mejoramiento genético con el objetivo de obtener variedades para pastoreo directo en tambos, recría e invernada; henificación en grano lechoso y como grano forrajero para raciones. Se han registrado seis cultivares forrajeros (INASE, 1992; 1997) y se solicitó la inscripción de un nuevo cultivar en 2006. La transferencia se realiza mediante convenios de vinculación con semilleros que producen semilla certificada.

En 1992 se inició en la UNLPam (Universidad Nacional de La Pampa) la selección de genotipos con aptitud granífera a partir de una colección de triticales provenientes de la EEA Bordenave-INTA. Algunas de ellas se destacaron por su rápido crecimiento inicial, sanidad, resistencia al frío y sequía en floración y llenado de grano, lo que se tradujo en alto rendimiento de grano. La comparación en la producción de granos se efectuó teniendo como referencia los trigos más rendidores de la zona (Fernández, 2007). Este objetivo se incorporó en 2005 en la UNRC.

Tricepiro

La otra alternativa invernal, mucho más nueva, la constituyen los tricepiros. Tricepiro es el nombre vulgar aplicado por Covas (1976) a las combinaciones trigenéricas obtenidas a través de cruzamientos entre triticales (*Triticum* L. x *Secale* L.) y trigopiros (*Triticum* L. x *Thinopyrum* Á. Löve). Este híbrido intergenérico puede constituirse en el segundo cereal sintético de características forrajeras en los sistemas de producción ganadera de la pampa subhúmeda seca y semiárida. En ellos se busca una tarea de ingeniería genómica que combine trigo, centeno y agropiro, intentando reunir la calidad del primero con la rusticidad de los otros dos.

Este híbrido intergenérico se trabaja sólo en la Argentina. El trabajo fitogenético efectuado es aún escaso y, en consecuencia, también lo es el germoplasma disponible, el cual está en etapa de desarrollo experimental. Los tricepiros son motivo de investigación y desarrollo por las potenciales recombinaciones que pueden ofrecer y su

rusticidad y productividad (Frecentese y Covas, 1985, 1986; Covas, 1989; Ferreira y Szpiniak, 1994; Tosso *et al.*, 1997; Paccapelo *et al.*, 2004). Su condición de híbrido intergenérico múltiple donde intervienen diferentes genomios, citoplasmas y sistemas de reproducción, exige un intenso trabajo de mejoramiento. Existe sólo un cultivar registrado, del cual se han producido 2.300 kg de semilla en 2005/6 (INASE, 2006). La zona productora actual es muy restringida en la provincia de La Pampa y sur de Córdoba; la zona potencial es similar a la del triticale.

Las fuentes de germoplasma son escasas. A partir del material original obtenido en la EEA Anguil y la UNLPam se han efectuado diversos estudios que abarcan la reselección de líneas donde se estudió la producción de biomasa seca y grano (Tosso *et al.*, 1997, 2000; Funaro y Paccapelo, 2001; Scaldaferrero *et al.*, 2001; Grassi *et al.*, 2001; Magnabosco *et al.*, 2001; Paccapelo *et al.*, 2004; Pochettino *et al.*, 2007).

En cuanto al desarrollo de germoplasma; se han logrado nuevos tricepiros (Ferreira y Szpiniak, 1994; Ferreira *et al.*, 1998; Bergues *et al.*, 2002) así como retrocruzamientos con triticale, donde se estudia la fertilidad, la estabilidad meiótica, el nivel de ploidía y la variabilidad fenotípica (Szpiniak *et al.*, 1997; 1998; Scaldaferrero *et al.*, 1999; Grassi *et al.*, 1999; Bergues *et al.*, 2002; Stefanazzi *et al.*, 2004), la producción de forraje (Mombelli y Spada, 1992; Ruiz *et al.*, 2001) y grano (Ruiz *et al.*, 2007) y su valor nutritivo, y se continúa la selección (Scaldaferrero *et al.*, 1999, 2001; Grassi *et al.*, 1999, 2001, 2006; Magnabosco *et al.*, 2001; Funaro *et al.*, 2002 a, b) También se está estudiando la composición genómica (Fradkin *et al.*, 2005; 2006).

Los tricepiros son muy escasos y no difundidos. En 1972 se obtuvo en nuestro país un híbrido entre el triticale 6x ($2n = 42$) "6TA 203" (*Triticum turgidum* x *Secale cereale*) y el trigopiro 8x ($2n = 56$) "Don Noé" (*Triticum aestivum* x *Elytrigia pontica*) (Covas, 1976), con la finalidad de lograr un cultivo rústico con aptitudes forrajeras de doble propósito.

Existe un cv. registrado, Don René INTA, derivado del cruzamiento antes mencionado, de alta variación fenotípica. La mayoría del material disponible está en desarrollo experimental. En la Facultad de Agronomía de la UNLPam se inició en 1994 un proyecto de obtención de tricepiros mejorados con el objetivo de producción de grano, utilizando como progenitores al triticale Don Santiago INTA x el trigopiro Don Noé INTA.

En la UNRC, desde 1990, se han obtenido reselecciones de Don René INTA donde se ha estudiado producción de pasto y grano, así como varias nuevas combinaciones que *per se* o en retrocruza con triticale están incluidas en programas de mejoramiento.

Los tricepiros tendrían el mismo destino que los triticales como alternativa para la provisión de forraje fresco invernal y grano forrajero para la alimentación animal (Tosso *et al.*, 1997; Funaro *et al.*, 2002b; Esteves Leyte *et al.*, 1999; Castro *et al.*, 2011).

Los ensayos de rendimiento conducidos en etapas avanzadas de evaluación de un programa de mejora genética contienen un número reducido de genotipos y varios cultivares comerciales usados como testigos y se deben realizar antes de su liberación y recomendación como variedad comercial para una localidad o región determinada, ya

que normalmente se comportan en forma diferencial en los diversos ambientes (Lozano del Río, *et al.* 2009).

Las etapas finales de un programa de mejoramiento incluyen experimentos de evaluación conducidos en diferentes localidades y durante varios años. La presencia de interacción genotipo x ambiente exige la realización de estudios adicionales con el propósito de atenuar sus efectos. Por este motivo la selección de material utilizando solo el rendimiento es inadecuada, debido a que ignora completamente la consistencia del comportamiento (Solano *et al.*, 1998).

Las interacciones genotipo x ambiente (G x A), definidas como cambios en el comportamiento relativo de los genotipos cuando son evaluados en diferentes ambientes, suele explicar una proporción mayor de variación que la explicada por el efecto genotipo (Balzarini *et al.* 2005).

La mayoría de los programas de fitomejoramiento intentan producir variedades estables en su producción, particularmente para rendimiento de materia seca o grano que resultan importantes para los agricultores cuando adoptan nuevos cultivares. La interacción genotipo por ambiente (IGA) representa una de las principales dificultades encontradas en los procesos de selección, lo que puede ocasionar que los mejores genotipos en una localidad no sean los mejores en otras localidades dificultando el proceso de recomendación de cultivares para una amplia gama de ambientes, siendo necesaria la selección de genotipos para un ecosistema o sistema de producción específico (Pérez *et al.* 2005; Barriga, 1980).

Aún cuando las medias de rendimiento resultan de la suma de efectos de genotipos (G), ambientes (A) y de efectos de interacción (G x A) solamente G y G x A parecieran relevantes para recomendación de cultivares.

Cuando los efectos de la interacción G x A son limitados o despreciables en los sitios con similares respuestas genotípicas se pueden identificar mega-ambientes que se pueden definir como fracciones del área de cultivo de una especie que muestra condiciones ambientales homogéneas y que causa que ciertos genotipos se desempeñen similarmente (Gauch & Zobel, 1996,1997).

La interacción G x A ha sido estudiada y caracterizada por medio de varios modelos estadísticos: (a) análisis de la variancia (b) regresiones sobre medias ambientales (Finlay & Wilkinson, 1963; Eberhart & Russell, 1966) , (c) modelos de efectos principales aditivos e interacción multiplicativos (AMMI) (Gauch, 2006) y de regresión por sitio (SRG, Cornelius *et al.*, 1996; Crossa y Cornelius, 1997; Crossa *et al.*, 2002) y (d) gráficos biplot GGE (Yan y Hunt, 2002) que utilizan el rendimiento (forraje o grano) como variable de interés.

(a) El análisis de la variancia conjunto (ANAVA) permite determinar el efecto del genotipo, el ambiente y de la interacción genotipo-ambiente de los datos de grupos de experimentos, repetidos en diferentes localidades y diferentes años (Venkovsky & Barriga, 1992).

(b) La interacción genotipo-ambiente del análisis de variancia es particionada en sumas de cuadrado debido a la regresión y a las desviaciones de la regresión (Eberhart

& Russell, 1966). Según estos autores tanto el coeficiente de regresión como las desviaciones de la recta de regresión " S^2d " deben tomarse en cuenta para identificar genotipos estables, y sugiere que un genotipo con $b=1$ y $S^2d=0$ puede ser definido como estable. Se han publicado estudios de estabilidad en triticales a nivel internacional (Dogan *et al.*, 2011; Lozano-del Río *et al.*, 2009; Goyal *et al.*, 2011).

(c) El modelo de efectos principales aditivos y la interacción multiplicativa (AMMI) consiste esencialmente en combinar las técnicas del análisis de varianza y el análisis de componentes principales (ACP).

El análisis de varianza permite estudiar los efectos principales de genotipos y ambientes, en tanto que la interacción genotipo x ambiente (G x A) es tratada de forma multivariada mediante el ACP que permiten la representación simultánea de genotipos y ambientes en un gráfico de dos dimensiones llamado Biplot que permite interpretar fácilmente los resultados obtenidos (Gauch, 2006). Se pueden observar las diferencias entre ambientes, el grado de interacción de los genotipos con el ambiente, la estabilidad y adaptaciones específicas de algunos genotipos a determinados ambientes.

(d) Los modelos de regresión por sitio son modelos lineales-bilineales que remueven el efecto de sitio y sólo expresan la respuesta en función de $G + G \times A$. Son aconsejables cuando los sitios (o ambientes) constituyen la fuente de variación más importante en relación a la contribución de los genotipos y la interacción $G \times A$ sobre la variabilidad total, situaciones comunes en la práctica (Balzarini *et al.*, 2005).

Para visualizar los patrones de interacción con remoción de los efectos de ambientes (Yan *et al.*, 2000) proponen los gráficos GGE biplots. Un mérito de este modelo es que permite agrupar ambientes con similar desempeño e identificar gráficamente cuales genotipos presentan mayor potencial dentro de cada subgrupo de ambientes.

Las interacciones $G \times A$ pueden ser utilizadas desde el punto de vista predictivo ya que permiten señalar nichos ambientales propicios para una mayor productividad y recomendar variedades y ayudar a localizar sitios de prueba cruciales para la selección de germoplasma (Balzarini *et al.* 2005).

Los efectos de interacción que son de importancia práctica pueden ser maximizados para el desarrollo de germoplasma específicamente adaptado o minimizados para el desarrollo de material ampliamente adaptado.

2.1. Hipótesis

Las metodologías aplicables a detectar interacción genotipo-ambiente son útiles al momento de detectar genotipos mas adaptados.

La detección de líneas experimentales de buen rendimiento y estables a diferentes ambientes permitiría la expansión de cultivos incipientes como los triticales y tricepiros.

2.2. Objetivo

1. Evaluar el comportamiento de germoplasma introducido y líneas derivadas de los programas de mejora genética en dos localidades ubicadas en la región semiárida pampeana. Para ello, el objetivo específico fue:

2. Realizar el análisis conjunto de los datos de ensayos de rendimiento para determinar la estabilidad de líneas experimentales de triticales y tricepiros para identificar genotipos de buen comportamiento y estables o bien adaptados a ambientes específicos tanto en la producción de forraje como el rendimiento de grano.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron los datos de los ensayos comparativos de rendimiento de forraje y grano conducidos en los campos experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa y de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto (Córdoba).

Se analizó la producción de forraje de 11 líneas avanzadas de triticales y tres cultivares como testigos; 8 líneas avanzadas de tricepiro y un cultivar como testigo durante el periodo 2008-2012 (Anexos 1 a 10).

Se analizó la producción de grano de 11 líneas avanzadas de triticales forrajeros y cinco cultivares testigos; 10 líneas avanzadas de tricepiro y un testigo y 14 líneas experimentales de triticales graníferos con los datos durante el período 2009-2012 (Anexos 11 y 12).

El Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la UNLPam se encuentra ubicado a 36° 46' de latitud Sur y 64° 17' longitud Oeste a 210 msnm (metros sobre el nivel del mar) y el suelo se clasifica como Haplustol éntico (Soil Survey Staff, 1975).

La siembra para la producción de forraje en Santa Rosa se realizó con una máquina de precisión el 15 de marzo de 2008, 25 de marzo de 2009, 9 de abril de 2010, 10 de marzo de 2011 y el 16 de marzo de 2012 a razón de 250 semillas viables por m⁻² con buen perfil de humedad edáfica al momento de la siembra producto de las precipitaciones ocurridas durante los meses de enero, febrero y marzo (Figura 1).

El diseño utilizado fue en bloques completos al azar con tres repeticiones. La parcela experimental consistió de siete surcos de 5,50 m de largo y una separación entre surcos de 20 cm (7,70 m²) de los cuales se cosecharon los 5 m² centrales con motosegadora manual.

La altura de corte fue a 9 cm del suelo, cuando en promedio alcanzaron una altura aproximada de 25 cm, descartando las borduras de cada parcela y se realizaron tres cortes de forraje en cada evaluación.

Se analizaron las variables:

Materia seca del primer, segundo, tercer corte: una alícuota de 200 g de materia verde se llevó a estufa de aire forzado a 60°C hasta peso seco constante. El peso seco resultante se proyectó a MS kg ha⁻¹ (AOAC, 1990).

Materia seca acumulada en el ciclo productivo: como la suma de los cortes efectuados.

Año	Mes											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
SR 2008 (522)	110,0	84,6	4,6	0,0	12,3	25,5	9,0	5,9	35,6	94,4	54,3	86,3
SR 2009 (375)	3,2	38,1	70,4	2,2	21,8	0,0	5,1	0,0	53,9	8,0	72,4	100,3
SR 2010 (719)	66,9	143,3	231,6	4,5	11,2	5,5	2,8	0,0	133,6	58,9	36,0	24,8
SR 2011 (719)	170,8	47,0	70,2	140,2	8,6	8,8	28,0	11,5	3,8	62,3	126,1	42,1
SR 2012 (923)	88,1	178,8	69,3	61,0	1,0	1,1	0,0	144,3	18,9	192,6	82,3	86,1

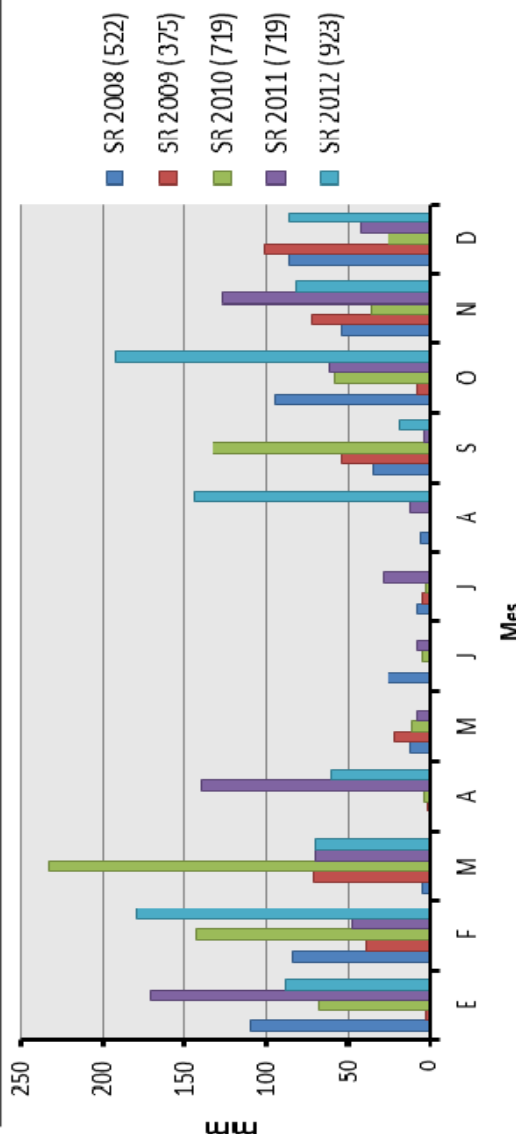


Figura 1. Precipitaciones anuales del período 2008-2012 en Santa Rosa (La Pampa). Datos aportados por la Cátedra de Agroclimatología de la Facultad de Agronomía de la UNLPam.

La siembra para la producción de grano se realizó con máquina de precisión el 17 de junio de 2009, 9 de junio de 2010, 8 de junio de 2011 y el 12 de junio de 2012 a razón de 250 semillas viables por m².

El diseño utilizado fue en bloques completos al azar con tres repeticiones. La parcela experimental fue similar a la utilizada para la determinación de forraje.

La cosecha se realizó a madurez comercial y se analizó la variable:

Rendimiento de grano: sobre una muestra de 1 m² por parcela y se proyectó a kg ha⁻¹.

El Campo Experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto (Córdoba) se encuentra ubicado a 33° 8' de latitud Sur y 64° 2' longitud Oeste a 438,62 msnm (metros sobre el nivel del mar) y el suelo se caracteriza como un haplustol típico y lluvias centradas entre octubre y marzo (Figura 2).

La siembra para la producción de forraje en Río Cuarto (Córdoba) se realizó con una máquina de precisión el 17 de marzo de 2008, 18 de marzo de 2009, 26 de marzo de 2010, 16 de marzo de 2011 y el 29 de marzo de 2012 a razón de 250 semillas viables por m² con humedad suficiente para la implantación del cultivo.

La siembra para la producción de grano en Río Cuarto (Córdoba) se realizó con una máquina de precisión el 8 de junio de 2009, 26 de mayo de 2010, 27 de mayo de 2011 y el 31 de mayo de 2012 a razón de 250 semillas viables por m².

Se utilizaron los mismos genotipos, diseño estadístico y se analizaron las mismas variables que en Santa Rosa.

Año	Mes											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
RC 2008 (851)	214,0	96,0	145,0	22,0	10,0	15,0	6,0	5,0	16,0	30,0	140,0	152,0
RC 2009 (620)	115,0	74,0	45,0	3,0	19,0	0,0	5,0	0,0	69,0	15,0	72,0	203,0
RC 2010 (585)	47,0	60,0	39,0	38,0	8,0	2,0	1,0	0,0	77,0	88,0	125,0	100,0
RC 2011 (756)	205,0	117,0	88,0	39,0	12,0	8,0	9,0	3,0	20,0	88,0	136,0	40,0
RC 2012 (894)	22,0	187,0	80,0	78,0	17,0	0,0	1,0	13,0	84,0	140,0	166,0	106,0

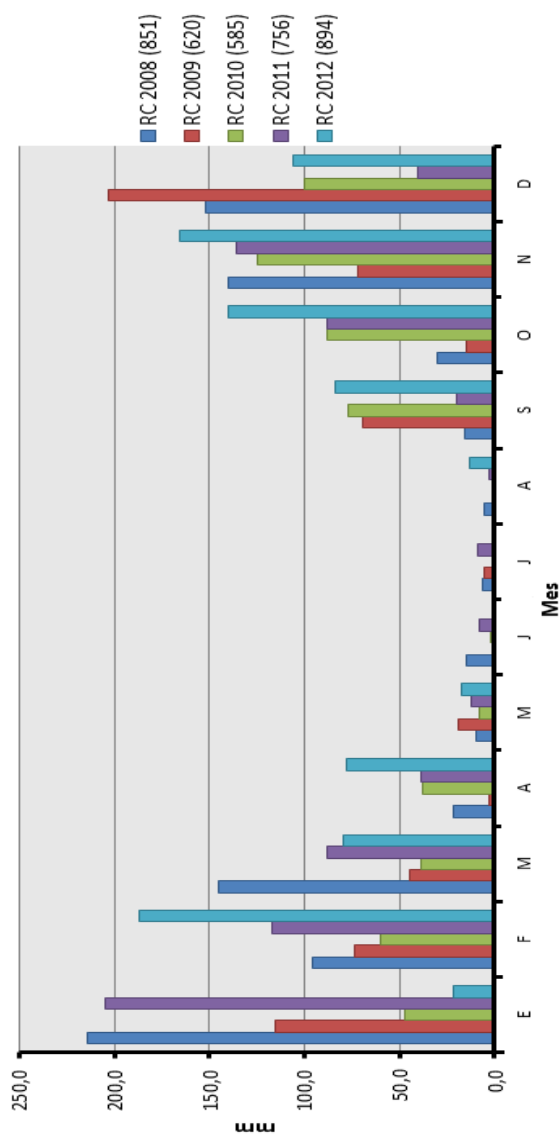


Figura 2. Precipitaciones anuales del período 2008-2012 en Río Cuarto (Córdoba). Datos aportados por la Cátedra de Climatología de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UNRC

3.1. Análisis de la interacción genotipo por ambiente

3.1.1. Análisis de la varianza combinado.

La determinación de la magnitud de la interacción genotipo por ambiente se realizó mediante un análisis combinado de varianza de ocho ambientes que surgen de la combinación de dos localidades y cuatro años de evaluación.

El análisis de varianza para un diseño experimental de bloques completos al azar para evaluar genotipos en varios ambientes se fundamenta en el siguiente modelo (Sahagún, 1998):

$$Y_{ijk} = \mu + A_j + G_i + (GA)_{ij} + B_{k(j)} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : rendimiento (kg ha⁻¹)

μ : es la media general

G_i : desviación debida a genotipos

A_j : desviación debida a ambientes (combinación de localidades y años de evaluación)

$(GA)_{ij}$: interacción genotipo x ambiente

$B_{k(j)}$: repeticiones (3 repeticiones)

ε_{ijk} : el error experimental .

Para la separación de promedios se utilizó la prueba de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 0,05 de probabilidad.

La asociación de las variables de producción (forraje y grano) y los genotipos se analizó mediante el análisis de componentes principales para el período 2008 a 2012 (Arroyo *et al.*, 2005).

3.1.2. Modelo de regresión lineal y desviaciones de la regresión.

El análisis de la estabilidad de los genotipos se realizó por medio de un análisis de regresión lineal entre el comportamiento de cada genotipo (rendimiento individual) con respecto a un Índice Ambiental (I. A.). Este I. A. se determina como el rendimiento promedio de los genotipos en cada ambiente menos el promedio de todos los genotipos en todos los ambientes (Finlay & Wilkinson, 1963; Eberhart & Russell, 1966).

El coeficiente de regresión obtenido, en cada caso, es una medida de la estabilidad de los genotipos a lo largo de los ambientes analizados (Finlay & Wilkinson, 1963; Eberhart & Russell, 1966) y el rendimiento promedio es una medida de la adaptabilidad. Así, cuando los genotipos presentan coeficientes de regresión iguales a uno, se los consideran de estabilidad media (sentido agronómico). Cuando se asocian a promedios altos, se consideran de adaptabilidad general, en caso contrario son considerados poco adaptados.

Según estos autores el mejor cultivar es aquel que presenta el mayor rendimiento medio (promedio del genotipo en todos los ambientes evaluados) y la estabilidad promedio (coeficiente de regresión, b=1).

Los genotipos con coeficientes de regresión mayores que uno ($b > 1$), se adaptarían específicamente a los ambientes con mayores promedios (ambientes favorables), mientras que, con coeficientes de regresión menores que uno ($b < 1$), se dice que se adaptan específicamente a los ambientes con promedios bajos (ambientes desfavorables).

Eberhart & Russell (1966) propusieron analizar las desviaciones de la regresión (S^2_d) de cada variedad como indicativas del grado de confiabilidad de la respuesta lineal estimada. La misma caracteriza cuán predecible es un genotipo a través de los ambientes.

Para un mejor entendimiento de la interpretación de los parámetros de estabilidad de este modelo se presenta la Tabla 1.

Tabla 1. Interpretación de los parámetros de estabilidad del Método de Eberhart y Russell (1966).

Parámetro	Interpretación
$\beta_{1i} = 1$	Estabilidad media. Si tiene un promedio alto: adaptabilidad general; promedio bajo: pobre adaptabilidad
$\beta_{1i} > 1$	Genotipos sensibles. Adaptación a ambientes favorables.
$\beta_{1i} < 1$	Resistencia a cambios ambientales. Adaptación a malos ambientes
$\beta_{1i} = 0$	Estabilidad absoluta. Si tiene un promedio alto: genotipo ideal
$S^2_{di} = 0$	Buena estabilidad.
$S^2_{di} > 0$	Mala estabilidad

El modelo de estabilidad de Eberhart & Russell (1966) es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i I_j + \delta_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : media del genotipo i en el ambiente j ($i = 1, 2, \dots, v$) y $j = 1, 2, \dots, n$)

μ : es la media del i -ésimo genotipo en el j -ésimo ambiente

β_i : coeficiente de regresión que mide la respuesta del i -ésimo genotipo a la variación ambiental.

δ_{ij} : es la desviación de la línea de regresión del i -ésimo genotipo sobre I_j en el j -ésimo ambiente.

I_j : el índice ambiental obtenido como el promedio de todas las variedades en el j ambiente menos la media general.

La interpretación de la interacción genotipo por ambiente basada en la técnica de regresión lineal de Finlay & Wilkinson (1963) y Eberhart & Russell (1966) fue criticada por varios autores (Lin *et al.*, 1986; Zobel *et al.*, 1988; Crossa *et al.*, 1990; Mariotti, 1994; Anicchiarico, 1997) debido a que:

a) los índices ambientales no son independientes de las variedades probadas (el índice ambiental es obtenido a partir de los propios datos) y esto significa una dependencia entre el índice ambiental y la productividad media de cada genotipo cuya estabilidad se quiere determinar, violando así uno de los principios del análisis de regresión que es la independencia entre las variables X e Y. Alternativamente, se ha propuesto utilizar un juego independiente de genotipos que sirva al único propósito de medir la calidad ambiental relativa.

b) la estabilidad de un determinado genotipo depende del comportamiento del grupo de genotipos con que esté comparado.

c) no es capaz de predecir la respuesta no lineal de los genotipos a los ambientes.

3.1.3. Modelo de los Efectos Aditivos Principales e Interacciones Multiplicativas (Modelo AMMI).

El Modelo de los Efectos Aditivos Principales e Interacciones Multiplicativas o su equivalente de las siglas AMMI provenientes del inglés “Additive Main Effects and Multiplicative Interaction” fue propuesto por Mandel en 1971.

Este modelo realiza primero un Análisis de Varianza (ANAVA) con dos factores a partir de la matriz de medias para calcular los principales efectos aditivos de genotipo y ambiente, para posteriormente realizar un Análisis de Componentes Principales (ACP) sobre los residuos de este modelo aditivo para estudiar los efectos no aditivos de la interacción genotipo x ambiente.

El análisis de Efectos Principales Aditivos e Interacción Multiplicativo (AMMI) denominado por Gauch (1988) y Zobel *et al.*, (1988) presenta el modelo:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + e_j + \sum_n \lambda_k \alpha_k \gamma_k + R_{ij}$$

donde:

Y_{ij} : rendimiento del i-ésimo genotipo en el j-ésimo ambiente.

Los parámetros aditivos son:

μ : media general

g_i : desviación de la media de los genotipos

e_j : desviación de las medias de los ambientes

Los parámetros multiplicativos son:

λ_k : valor singular para cada Análisis de Componentes Principales (ACP)

n : número de componentes principales retenidos en el modelo.

$\alpha_k \gamma_k$: calificación del ACP para el k-ésimo eje del i-ésimo genotipo y j-ésimo ambiente respectivamente.

R_{ij} : residual del modelo.

Los modelos AMMI suelen denominarse como AMMI (1), AMMI (2),..., AMMI(n) dependiendo del número de componentes principales usadas para modelar la interacción. Se debiera seleccionar un número de componentes tal que se explique un alto porcentaje de la variación de la interacción (Balzarini *et al.*, 2005).

Normalmente, en el modelo son retenidos solamente los dos primeros componentes principales (CP). Los ejes (CP) no significativos son enviados al residual.

El objetivo del modelo AMMI es estudiar la interacción entre los dos factores (genotipo x ambiente), es decir identificar comportamientos diferenciales de los niveles de un factor (por ejemplo genotipo) a través de los distintos niveles del otro (por ejemplo ambientes).

En el análisis se representan gráficamente en un plano o biplot (denominado biplot de Gabriel, 1971) los genotipos y los ambientes simultáneamente.

Los genotipos o ambientes que poseen coordenadas elevadas para el primer eje principal (positivas o negativas) tienen una mayor aportación a la interacción genotipo por ambiente que los genotipos o ambientes con valores próximos a cero en dicho eje, en este caso son considerados ambientes o genotipos estables (menor interacción).

En el gráfico de componentes principales se pueden hacer agrupaciones de genotipos y ambientes de manera que cuando sus coordenadas respecto al primer eje de componentes principales CPI tienen el mismo signo poseen interacción positiva, y cuando tienen distinto signo poseen interacción negativa.

En el biplot se encuentran representados los genotipos y los ambientes respecto de los dos primeros ejes de componentes principales respectivamente, de tal forma que podemos interpretar a la distancia entre dos genotipos como la cantidad de interacción que existe entre ellos.

El coseno del ángulo entre los vectores de dos genotipos o ambientes indica la correlación entre ellos con respecto a su interacción. Así que, ángulos agudos entre los vectores indican correlación positiva. Si los vectores son paralelos y en la misma dirección, entonces existe correlación igual a 1. Cuando los ángulos son obtusos, esto indica que existe correlación negativa, y si las direcciones son opuestas la correlación es de -1. Direcciones perpendiculares indican correlación 0.

El efecto de interacción entre un genotipo y un ambiente está dado por la proyección ortogonal del vector del genotipo sobre la dirección determinada por el vector del ambiente. Aquellos vectores de los ambientes que poseen la misma dirección que los vectores del genotipo se dice que tienen interacción positiva, es decir dichos ambientes son favorables para esos genotipos; por el contrario los vectores ambientes y genotipos en direcciones opuestas indican interacción negativa, es decir los ambientes son desfavorables para esos genotipos.

El modelo AMMI ha sido usado en el estudio de la interacción Genotipo por Ambiente en triticale por Moreno-González y Crossa (1998); Goyal *et al.* (2011) en genotipos de triticales en Canadá y Lozano- del Río *et al.* (2009) en triticales forrajeros en México.

3.1.4. Los modelos de regresión por sitio (SREG).

Los modelos que descomponen los datos centrados en el ambiente se conocen como modelos de sitios de regresión o SREG (Cornelius *et al.*, 1996; Crossa & Cornelius, 1997 y Crossa *et al.*, 2002). Son modelos lineales-bilineales que remueven el efecto de sitio y sólo expresan a la función de $G + GA$. Son aconsejables cuando los ambientes constituyen la fuente de variación más importante a la contribución de los genotipos y la interacción $G \times A$ sobre la variabilidad total, situaciones que se dan comúnmente en la práctica (Balzarini, 2005).

Se proponen los gráficos $G + GA$ biplots para visualizar los patrones de interacción con remoción de los efectos de ambiente (datos centrados por sitio) cuyo mérito es que puede mostrar gráficamente que cultivar gana en que localidad en un conjunto de datos (Yan *et al.*, 2000).

Las marcas de los genotipos mas alejados del origen (0,0) se conectan con líneas rectas para formar un polígono; de tal manera que las marcas de los otros cultivares están dentro del polígono.

Para cada lado del polígono se traza una línea perpendicular, desde el origen del biplot y se extiende mas allá del polígono; así, el biplot se divide en varios vectores y las marcas de los sitios de prueba son separadas dentro de esos sectores.

El cultivar en el vértice de cada sector es el que tiene mejor comportamiento en los sitios incluidos en dicho sector, siempre que la proporción de los efectos de GGE sea explicada suficientemente por CP1 y CP2. Así los grupos de sitios que presentan comportamiento similar son identificados gráficamente.

La gráfica del GGE Biplot permite:

1. Determinar el genotipo con mejor comportamiento en un ambiente específico.
2. La identificación del ambiente más apropiado para un genotipo específico.
3. La comparación de cualquier par de genotipos en un ambiente.
4. El mejor genotipo para cada ambiente y la diferenciación de mega-ambientes.

Yan *et al.* (2001) consideran que este gráfico permite identificar además al genotipo ideal como aquel con alta puntuación en el primer eje del componente principal (CP1) que está asociada a altos rendimientos (si fuese la variable en estudio) y las puntuaciones cercanas a cero en el segundo eje del componente principal (CP2), está relacionado con buena estabilidad del genotipo a través de todos los ambientes.

Además en el Biplot GGE, los genotipos que se encuentran ubicados hacia el centro de la figura son menos respondedores que aquellos localizados en las esquinas o vértices del polígono (positiva o negativamente). También pueden ser identificados los mejores y peores sitios, esta información es utilizada para identificar los mega-ambientes en las regiones de interés. Los genotipos ubicados en los sectores donde no hay localidades son consideradas de pobre comportamiento en rendimiento (si esta fuese la variable estudiada) en la mayoría de las localidades testadas (Yan *et al.* 2000; Yan *et al.* 2001; Yan & Rajcan 2002; Kaya *et al.* 2002).

El modelo para construir un GGE biplot con las dos primeras componentes principales, a partir de la descomposición por valor singular de datos centrados por efecto de ambiente (Yan & Hunt, 2001) es:

$$y_{ij} - \bar{y}_j = \lambda_1 \varepsilon_{i1} \pi_{j1} + \lambda_2 \varepsilon_{i2} \pi_{j2} + \varepsilon_{ij}$$

donde :

y_{ij} : es el rendimiento del genotipo i en el ambiente j.

\bar{y}_j : es la media de los genotipos en el ambiente j.

λ_1 y λ_2 son los autovalores para la CP1 y CP2 respectivamente.

ε_{i1} y ε_{i2} son los scores del genotipo i en ls CP1 y CP2 respectivamente

π_{j1} y π_{j2} son los scores del ambiente j en la CP1 y CP2 respectivamente

y ε_{ij} : es el término residual asociado a la observación promedio del genotipo i en el ambiente j centrado por el efecto del ambiente j.

Los datos se procesaron con el software estadístico Info-Gen (Balzarini *et al.*, 2005).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Análisis combinado de la varianza.

4.1.1. Producción de forraje.

En la Tabla 2 se presentan los resultados del análisis combinado de la varianza para el rendimiento de materia seca en los diferentes momentos de corte y acumulado para las localidades de Río Cuarto y Santa Rosa en el período de evaluación 2008-2012.

Tabla 2. Valores de F y su significancia estadística para el ANAVA conjunto de dos localidades (Río Cuarto y Santa Rosa) durante el periodo 2008-2012 para la producción de materia seca de triticales y tricepiros forrajeros.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Primer corte	Segundo corte	Tercer corte	TOTAL ciclo productivo
Genotipo (G)	22,0	1,9**	2,5**	11,9**	2,1**
Ambientes (A)	9,0	99,0**	158,6**	25,1**	150,9**
Interacción G x A	198,0	2,2**	4,1 **	3,3**	3,3**
C.V		27,9	27,2	29,9	22,4
SC Interacción GxA		9,3	14,7	2,5	12,9
SC Genotipos					

** significativo al 1%

Los resultados muestran la existencia de diferencias altamente significativas para los efectos principales de genotipo (G) y ambientes (A) en todas las variables analizadas. El análisis combinado detectó diferencias altamente significativas para los efectos de interacción genotipo por ambiente (GA). Los coeficientes de variación resultaron considerables para este tipo de variables.

El efecto principal de genotipos manifestó diferencias altamente significativas ($p \leq 0,01$). La suma de cuadrados debida a la interacción GA fue 9,3 veces más grande que la correspondiente a genotipos para materia seca del primer corte, 14,7 mas grande para el segundo corte, 2,58 para el tercer corte y 12,9 para la materia seca correspondiente al total del ciclo del cultivo.

Estos resultados ponen de manifiesto la dificultad para detectar genotipos con rendimientos estables y predecir su comportamiento, haciéndose necesario considerar las interacciones GA y explotar las ventajas de su existencia. El mero hecho de detectarla no brinda las bases para predecir la estabilidad de un genotipo particular cuando se cultiva en ambientes variables (Solano *et al.*, 1998).

No se observa diferencia estadística significativa entre los rendimientos promedios de triticales y tricepiros, en los distintos momentos de corte y producción total de materia seca.

Las líneas experimentales TCP LP 116, C95/68, TCP 3/40-50, C95/46, LF 65 x Horovitz/4, C95/88, TCP LP 114, Don René INTA, C94/510, C94/404, C95/88 y TCP 115 presentaron rendimientos de materia seca superiores a la media general.

Tabla 3. Rendimiento de materia seca (kg ha^{-1}) por corte y acumulado (promedio de 10 ambientes) de cada uno de los genotipos evaluados en Rio Cuarto y Santa Rosa durante 2008 a 2012.

	Genotipo	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Acumulado
1	C94/404	1591 bcde	982 abcdefg	626 fg	3199 bcde
2	C94/510	1733 abcde	938 bcdefg	623 fg	3295 abcde
3	C94/528	1359 de	922 cdefg	702 efghi	2984 de
4	C95/140	1592 de	951 bcdefg	598 ghi	3041 de
5	C95/8	1643 de	864 fg	555 i	3064 cde
6	C95/28	1328 e	908 defg	721 efgh	2975 e
7	C95/46	1338 abc	1106 a	887 cd	3435 abc
8	C95/68	1435 ab	1008 abcde	1082 b	3526 ab
9	C95/88	1659 abcd	997 abcdef	687 efghi	3345 abcd
10	Genú	1509 cde	898 defg	719 efgh	3127 cde
11	Tizné	1667 cde	862 g	566 i	3097 cde
12	Yagán	1240 de	983 abcdefg	800 de	3024 de
13	Genú HA	1293 bcde	1063 ab	817 de	3173 bcde
14	Quiñé RA	1514 e	880 efg	580 hi	2975 e
15	LF 65 X Horovitz/2	1282 e	925 cdefg	755 def	2954 e
16	LF 65 X Horovitz/4	1528 abcde	1026 abcd	716 efgh	3271 abcde
17	Lasko x Horovitz/11	1413 de	999 abcde	623 fg	3037 de
18	TCP LP 114	1491 abcde	1052 abc	728 efg	3271 abcde
19	TCP LP 117	1398 e	860 g	690 efghi	2949 e
20	Don René INTA	1427 abcde	1089 a	785 de	3302 abcde
21	TCP 115	1526 bcde	1026 abcd	674 efghi	3228 bcde
22	TCP 116	1578 a	1049 abc	974 bc	3601 a
23	TCP 3/40-50	1212 abc	877 efg	1357 a	3454 abc
	Promedio	1460,3	968,0	750,7	3188,1
	Desvío estándar	136,6	77,0	184,2	193,6

*,** Niveles de probabilidad significativos al 0,05 y 0,01, respectivamente

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas DMS (0,05)

Lozano del Río *et al.* (2009) para el norte de México reportaron rendimientos acumulados de dos cortes de entre 8863 y 9981 kg ha^{-1} de materia seca en triticales forrajeros en cultivo bajo riego y fertilización respectivamente.

En Argentina, los triticales se han difundido para uso forrajero en invernada, recría y tambo tanto para pastoreo directo, henificado o como grano forrajero. Se han publicado numerosos trabajos de evaluación del rendimiento en forraje.

Di Nucci *et al.* (2004) evaluaron la producción de materia seca de 6 cultivares de triticales y 4 líneas experimentales de INTA Bordenave y la Universidad Nacional de Río Cuarto (Córdoba) en Paraná y Concepción del Uruguay. En Paraná el promedio fue de 6.700 Kg ha⁻¹ en el 2000 y 7.500 tn ha⁻¹ en 2001 mientras que en Concepción del Uruguay el promedio de ambos años fue de 4,3 tn ha⁻¹.

Amigone *et al.* (2006) evaluaron triticales en 2002, 2003 y 2004 en la Estación Experimental Regional Agropecuaria de Marcos Juárez y obtuvieron un rendimiento promedio de materia seca de 5839 kg ha⁻¹.

Grassi *et al.* (2008) evaluaron la producción de materia seca en 10 líneas experimentales de triticales forrajero de la Universidad Nacional de Río Cuarto, cuatro cultivares (Genú-UNRC, Quiñé, Tizné-UNRC y Yagán-INTA) y una línea de tricepiro entre 2004 y 2007. El promedio general fue de 3810 kg ha⁻¹. Los cultivares Quiñé-UNRC y Yagán-INTA resultaron los más estables en la producción de forraje.

Tomaso (2008) registró un promedio de materia seca de 5400 kg ha⁻¹ en tres años de ensayos de triticales en Bordenave (Buenos Aires).

Se han logrado nuevos tricepiros y evaluado su producción forrajera. Tosso *et al.* (1997) evaluaron el rendimiento de materia seca de líneas experimentales de tricepiro y en Santa Rosa, y obtuvieron un promedio de 1563 kg ha⁻¹.

En ensayos realizados desde 1983 a 1995, en localidades de las provincias de La Pampa y Buenos Aires, la producción de materia seca del tricepiro Don René INTA osciló entre los 5000 kg ha⁻¹ y 6000 kg ha⁻¹ (Ruiz *et al.*, 2001).

Ruiz *et al.* (2007) evaluaron líneas experimentales de tricepiros en la EEA (INTA) Anguil obteniendo un promedio de 4177 kg MS ha⁻¹ en secano y 6509 kg MS ha⁻¹ bajo riego. Los tricepiros fueron intermedios entre el progenitor triticales y el trigopiro.

El tricepiro presenta estabilidad de la producción con un rendimiento mínimo de 3500 kg ha⁻¹ de materia seca y un comportamiento intermedio entre triticales y trigopiro (Coraglio *et al.* 1998). Mombelli y Spada (1992) en la EERA (INTA) Manfredi (Córdoba) obtuvieron una producción de materia seca de 2943 kg ha⁻¹ para tricepiro, como sumatoria de tres cortes y de 4151 kg ha⁻¹ para triticales.

4.1.1.1. Análisis de componentes principales.

En la Tabla 4 se muestra el aporte de las variables correspondientes al primer, segundo, tercer corte, materia seca acumulada y rendimiento de grano para las dos primeras componentes principales para los genotipos de triticales y tricepiros analizados. La Componente Principal 1 (CP1) estaría definida por las variables Tercer corte (kg ha⁻¹) y Materia Seca Total (kg ha⁻¹). La Componente Principal 2 (CP2) por el Primer corte (kg ha⁻¹).

Tabla 4. Correlaciones de los autovectores con las variables originales de líneas experimentales de triticales y tricepiros en Río Cuarto y Santa Rosa durante el período 2008 a 2012.

Variable	CP 1	CP 2
Primer corte	-0,49	0,76
Segundo corte	0,61	0,47
Tercer corte	0,87	-0,19
MST (kg ha ⁻¹)	0,76	0,59
Grano (kg ha ⁻¹)	-0,50	0,39

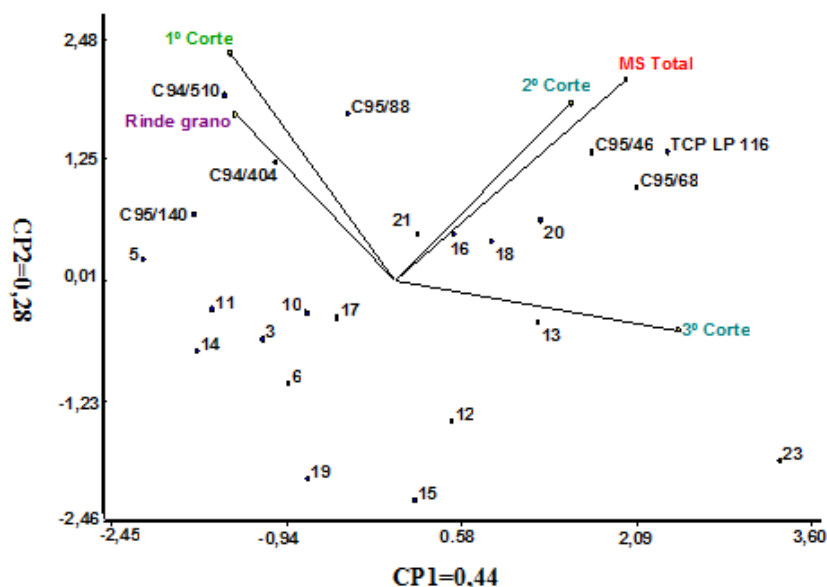
Correlación cofenética = 0,926.

En la Figura 3 se muestra el biplot correspondiente al análisis de componentes principales. El plano conformado por las dos primeras componentes principales explica un 72% de la variabilidad total, siendo el aporte de la CP1 de un 44 % y de la CP2 de un 28 %. Se considera un porcentaje adecuado como para representar confiablemente las relaciones entre los casos y las variables analizadas (Arroyo *et al.*, 2005).

En cuanto a las variables que definen el CP1 se puede observar que las variables materia seca total y segundo corte de forraje (kg ha⁻¹) forman un ángulo muy agudo entre los vectores que la representan, lo cual da una idea de estar fuerte y positivamente correlacionadas. La correlación entre materia seca total y el segundo corte resultó significativa ($r = 0,56$, $p < 0,01$) de igual manera que entre materia seca total y el tercer corte ($r = 0,65$, $p < 0,001$). La correlación entre el Rendimiento de granos y el Primer corte de forraje es ($r = 0,29$, $p < 0,18$).

Ambos pares de variables asociadas forman un ángulo de 90° indicando la falta de asociación entre ellas.

Figura 3. Biplot para los dos primeros componentes principales de los genotipos de triticales y tricepiro para variables de producción de forraje y rendimiento de grano en Río Cuarto y Santa Rosa durante las campañas 2008 a 2012.



Respecto a la ubicación de los genotipos en el biplot se observa que las líneas experimentales de triticales forrajero C95/46, C95/68 y la de tricepiro TCP LP 116 se asocian a la variable Materia Seca Total (kg ha⁻¹) mientras que las líneas C94/510, C94/404 y C95/88 lo hacen al Rendimiento de Grano (kg ha⁻¹).

4.1.2 Rendimiento de grano.

Los resultados del análisis combinado de la varianza para el rendimiento de grano en las localidades de Río Cuarto y Santa Rosa en el período de evaluación 2009-2012 muestran la existencia de diferencias altamente significativas ($p \leq 0,01$) para los efectos principales de genotipo (G) y ambientes (A) y para los efectos de interacción genotipo por ambiente (G x A). El coeficiente de variación resultó aceptable para este tipo de variable (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis de la Varianza (ANAVA) conjunto para el rendimiento de grano de triticales forrajeros, graníferos y tricepiros en Río Cuarto y Santa Rosa durante el periodo 2009-2012.

Fuente de variación	Grados de libertad	Rendimiento de grano (kg ha ⁻¹)	
		CM	F
Genotipo (G)	43	2930191,0	5,64**
Ambientes (A)	7	224359359,0	431,50**
Interacción G x A	301	863720,7	1,66**
Error	702	519907,1	

Coefficiente de variación (%): 27,05

Por su parte, en los Anexos 11 y 12 se detalla el rendimiento de grano para los años evaluados en Santa Rosa y Río Cuarto, respectivamente.

La comparación de los rendimientos promedios a través de ambientes variaron entre 1888 kg ha⁻¹ (línea experimental de tricepiro LF 97 x T312/11) y 3243 kg ha⁻¹ (línea de triticales C94/528) con un valor promedio de 2605 kg ha⁻¹ como muestra la Tabla 6.

Generalizando, los promedios más elevados se encontraron para las líneas experimentales de triticales forrajeros (genotipos numerados de 1 a 16) con un rendimiento promedio de 2782 kg ha⁻¹, luego le sigue en orden decreciente los triticales graníferos (genotipos 28 a 44) con 2681,5 kg ha⁻¹ y por último los rendimientos de los tricepiros (genotipos 17 a 27) con un promedio de 2321 kg ha⁻¹.

El triticales fue ampliamente evaluado en la región semiárida central en la producción de grano. Cardozo *et al.* (2005) registraron el rendimiento de 39 introducciones de triticales y seis testigos en Río Cuarto (Córdoba). La proyección del testigo de mayor rendimiento fue de 1055 kg ha⁻¹ mientras que el de menor rendimiento fue de 400 kg ha⁻¹. En ensayos previos, estos cultivares rindieron entre 2000 y 3000 kg ha⁻¹ (Grassi *et al.*, 2003, 2004).

Di Santo *et al.* (2005) analizaron cinco cultivares de la Universidad Nacional de Río Cuarto (Cayú, Genú, Ñincá, Quiñé y Tizné) durante 2004 y 2005. Como promedio general obtuvieron 1670 kg ha⁻¹ en el rendimiento de grano.

Ramacciotti *et al.* (2010) en Córdoba, obtuvieron un rendimiento promedio de 1551 kg ha⁻¹ para los triticales forrajeros y 2508 kg ha⁻¹ para los triticales de uso granífero.

Denaro *et al.* (2010) analizaron en Río Cuarto la producción de grano y estabilidad de 23 líneas experimentales de triticales durante 2004, 2007, 2008 y 2009

conjuntamente con Santa Rosa, La Pampa, en 2006, 2008 y 2009. El promedio fue de 918,9 kg ha⁻¹.

Tabla 6. Rendimientos promedio de granos (kg ha⁻¹) para Santa Rosa y Río Cuarto durante 2009-2012.

	Genotipo	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	
1	C94/404	3067,9	abc
2	C94/510	3152,9	abc
3	C94/528	3243,4	a
4	C95/140	3146,8	ab
5	C95/8	2709,0	cdefghi
6	C95/28	2903,5	abcde
7	C95/46	2923,3	bcd
8	C95/68	2838,5	abcde
9	C95/88	3085,5	abc
10	Genú HA	2329,2	hijklm
11	Quiñé RA	2496,8	efghijklm
12	Genú	2599,6	defghijk
13	Tizné	2252,7	ijklm
14	Yagán	2325,0	hijklm
15	Eronga	2723,5	cdefghi
16	Don Santiago INTA	2718,3	cdefghi
17	Don René	2229,0	ijklm
18	LF 65 X Horovitz/2	2227,6	ijklm
19	LF 65 X Horovitz/4	2413,3	fghijklm
20	Lasko x Horovitz/11	2098,8	fghijklm
21	TCP LP 114	2039,6	lm
22	TCP LP 117	2355,3	lm
23	TCP 115	2127,2	ghijklm
24	TCP 116	2108,7	lm
25	TCP 3/40-50	2250,5	lm
26	LF53 x Horovitz /6	2631,0	ijklm
27	LF98 x Horovitz /5	3057,1	abc
28	LF 53x LF37/12	2371,0	ghijklm
29	(T60xTehuelche) x LF65/6	2302,0	ijklm
30	LF 97 x T 312/11	1888,0	ijklm
31	Cim 03 FW/61	2154,0	klm
32	Cim 03FW/64	2952,0	abcde
33	Cim 03 FW/75	2600,0	defghijk
34	Cim 03 FW/77	2793,0	bcdef
35	Cim 03 IT/8	2616,0	defghijk
36	Cim 03 IT/12	2945,1	abcde
37	Cim 05 IT/809	2919,9	abcdef
38	Cim 05 IT/810	2896,3	abcde
39	Cim 05 IT/826	2841,3	abcde
40	Cim 05 IT/829	2810,9	abcdef
41	CIM 05 IT/832	2974,3	abcd
42	CIM 05 IT/830	2866,2	abcde
43	CIM 05 IT/834	2749,3	abcdefg
44	CIM 05 IT/835	2911,2	abcd
	Promedio	2603,6	
	Desvío estándar	365,2	

*,** Niveles de probabilidad significativos al 0,05 y 0,01, respectivamente.
Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas DMS (0,05).

Los triticales graníferos actuales tienen, comparándolos con el trigo, buen potencial de rendimiento en ambientes sujetos a déficit hídrico y/o nutricional, resultando apto para ambientes con bajos costos de producción. Los progresos logrados en el CIMMYT se debieron principalmente al aumento del índice de cosecha, de los granos por metro cuadrado, del número de espigas por metro cuadrado, del peso hectolítrico y a la disminución de la altura de planta (Mergoum *et al.*, 2005).

Fernández (2008) analizó en Santa Rosa (La Pampa) durante el período 1996 a 2000 el rendimiento y estabilidad del triticale Eronga CIMMYT comparativamente con variedades de trigo candeal y del trigo pan Buck Guaraní encontrando que el triticale sobrepaso entre un 15,4 y 22,4 % al rendimiento de los tres mejores trigos candeales. En el triticale se registró un rendimiento promedio de 3904 kg ha⁻¹. Esta diferencia entre las especies fue semejante a la observada por Hede (2000) que comparó triticale con trigo pan y cebada cervecera.

4.2. Modelo de regresión lineal y desvíos de la regresión

El modelo de análisis de estabilidad propuesto por Eberhart y Russell (1966) considera que un genotipo es estable cuando su productividad media es alta, el coeficiente de regresión no difiere estadísticamente de uno, y la desviación de la regresión cercana a cero, en otras palabras, sería un genotipo que responde a las mejoras ambientales y de comportamiento previsible.

En la Tabla 7 se presentan los índices ambientales y el promedio de rendimiento de la materia seca en los diferentes cortes y acumulado para los ambientes definidos por las dos localidades (Río Cuarto y Santa Rosa) y el periodo 2008-2012. Se observa que los ambientes favorables se manifestaron en la localidad de Río Cuarto, alternándose los diferentes años de evaluación.

Tabla 7. Índice ambiental y promedio de rendimiento de forraje para las diferentes fechas de corte y producción total para los ambientes conformados por las localidades de Río Cuarto y Santa Rosa durante cuatro años de evaluación (2008-2012).

	Primera fecha de corte		Segunda fecha de corte		Tercera fecha de corte		Total ciclo productivo	
	Índice Ambiental	Promedio	Índice Ambiental	Promedio	Índice Ambiental	Promedio	Índice Ambiental	Promedio
1	Río Cuarto 2009 1706,9	3161,7	Río Cuarto 2008 1384,6	2357,4	Río Cuarto 2008 827,2	1589,5	Río Cuarto 2008 2824,9	6009,7
2	Río Cuarto 2008 601,7	2062,5	Río Cuarto 2011 373,1	1345,9	Río Cuarto 2012 787,7	1543,1	Río Cuarto 2009 1776,9	4961,7
3	Río Cuarto 2010 545,1	1893,3	Río Cuarto 2009 177,6	1150,4	Río Cuarto 2010 478,8	1241,7	Río Cuarto 2010 950,1	4134,9
4	Río Cuarto 2011 432,6	2005,1	Río Cuarto 2010 -108,7	864,0	Río Cuarto 2009 -59,1	703,2	Río Cuarto 2012 929,4	4114,2
5	Río Cuarto 2012 372,6	1833,4	Santa Rosa 2008 -149,2	823,6	Santa Rosa 2011 -137,4	624,9	Río Cuarto 2011 409,1	3593,9
6	Santa Rosa 2010 -266,2	1194,4	Río Cuarto 2012 -175,4	797,3	Santa Rosa 2010 -263,2	498,6	Santa Rosa 2010 -740,1	2444,3
7	Santa Rosa 2012 -643	817,3	Santa Rosa 2010 -213,6	759,5	Santa Rosa 2009 -310,9	451,3	Santa Rosa 2012 -1330,7	1854,1
8	Santa Rosa 2009 -707,4	753,3	Santa Rosa 2012 -231,5	741,2	Río Cuarto 2011 -408,2	354,1	Santa Rosa 2009 -1372,8	1811,5
9	Santa Rosa 2008 -949,2	511,4	Santa Rosa 2009 -365	607,1	Santa Rosa 2008 -440,5	321,8	Santa Rosa 2008 -1527,9	1656,8
10	Santa Rosa 2011 -1093,2	367,5	Santa Rosa 2011 -691,5	281,3	Santa Rosa 2012 -467,1	295,2	Santa Rosa 2011 -1919,2	1265,5

4.2.1. Producción de materia seca del primer corte.

En la Tabla 8 se muestran los parámetros definidos por Eberhart & Russell (1966) para el análisis de estabilidad de los 23 genotipos de triticales y tricepiros en las dos localidades bajo evaluación.

Tabla 8. Parámetros de estabilidad en la Materia Seca del primer corte de triticales y tricepiros forrajeros en Río Cuarto y Santa Rosa durante 2008-2012 de acuerdo a la metodología de Eberhart y Russell (1966).

	Genotipo	Rendimiento promedio (kg ha ⁻¹)	b Coeficiente de regresión	S ² Desviación de la regresión
1	C94/404	1591 bcde	1,00 ns	0,34 ns
2	C94/510	1733 abcde	0,91 **	3,00 **
3	C94/528	1359 de	1,01 **	2,00 **
4	C95/140	1592 de	1,07 ns	-0,67 ns
5	C95/8	1643 de	0,90 **	2,20 **
6	C95/28	1328 e	0,84 ns	0,38 ns
7	C95/46	1338 abc	0,80 ns	0,21 ns
8	C95/68	1435 ab	0,92 *	1,10 *
9	C95/88	1659 abcd	1,02 **	1,77 **
10	Genú	1509 cde	1,01 ns	-0,46 ns
11	Tizné	1667 cde	1,15 **	2,27 **
12	Yagán	1240 de	0,81 ns	0,03 ns
13	Genú HA	1293 bcde	0,74 ns	0,33 ns
14	Quiñé RA	1514 e	1,00 ns	0,93 ns
15	LF 65 X Horovitz/2	1282 e	0,93 **	5,00 **
16	LF 65 X Horovitz/4	1528 abcde	1,15 *	1,55 *
17	Lasko x Horovitz/11	1413 de	1,12 ns	0,95 ns
18	TCP LP 114	1491 abcde	1,21 **	2,13 **
19	TCP LP 117	1398 e	1,01 **	2,55 **
20	Don René INTA	1427 abcde	0,98 ns	-0,08 ns
21	TCP 115	1526 bcde	1,19 **	1,72 **
22	TCP 116	1578 a	1,28 ns	0,52 ns
23	TCP 3/40-50	1212 abc	0,89 ns	0,26 ns
	Promedio	1460	1,00	1,22
	Desvio estándar	137	0,14	1,31

*** Niveles de probabilidad significativos al 0,05 y 0,01, respectivamente
Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas DMS (0,05)

En la Figura 4 se muestran los coeficientes de regresión vs. el rendimiento promedio de los genotipos. Respecto al rendimiento, las líneas 11, 9 y 5 resultaron ser las más productivas y por ende tendrían una adaptación general (superan la banda de confianza para el rendimiento). La mayoría de las líneas se ubican dentro de la banda de confianza del coeficiente de regresión igual a 1. De las tres mencionadas como de alto rendimiento, las líneas 9 y 5 se ubicaron dentro de la banda, indicativo de su estabilidad promedio.

Las líneas 22, 18, 21 y 16 mostraron adaptación a ambientes favorables (un b estadísticamente superior a 1 y ubicadas fuera de la banda de confianza) pero con rendimientos inferiores a los de las líneas mencionadas como de adaptación general. Los ambientes favorables resultaron ser RC 2008, RC 2009, RC 2010, RC 2012 y RC 2011.

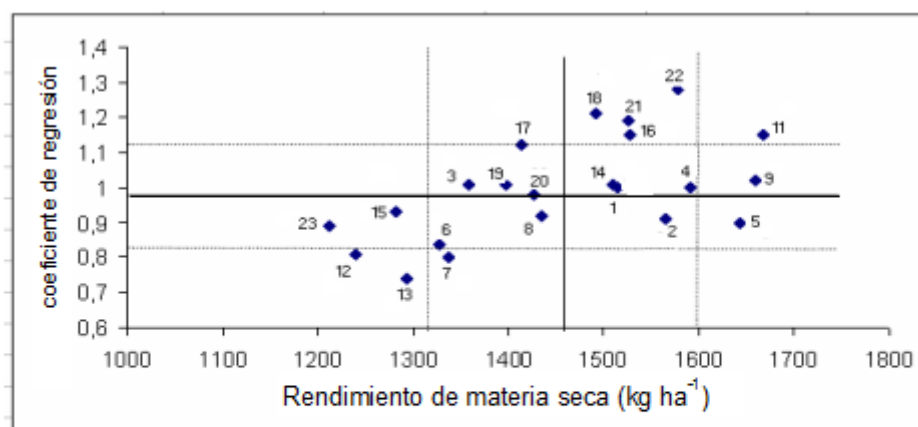


Fig 4. Modelo de Eberhart-Russell relacionando los coeficientes de la regresión vs. rendimiento promedio de los cultivares para el primer corte de forraje de triticales y tricepsiros en Río Cuarto y Santa Rosa durante 2008-2012. Las líneas horizontales punteadas representan la desviación de la regresión, y las verticales las del rendimiento de forraje. Los números indican las líneas experimentales

Por su parte, las líneas 7, 12 y 13 presentaron adaptación a ambientes desfavorables, tal como los que se presentaron en SR 2010, SR 2012, SR 2009, SR 2008 y SR 2011, ubicándose fuera de la banda de confianza para la regresión siendo la línea 7 la de mayor rendimiento.

En la Figura 5 se muestra la relación entre los desvíos de los coeficientes de regresión y el rendimiento promedio para los años y localidades analizados.

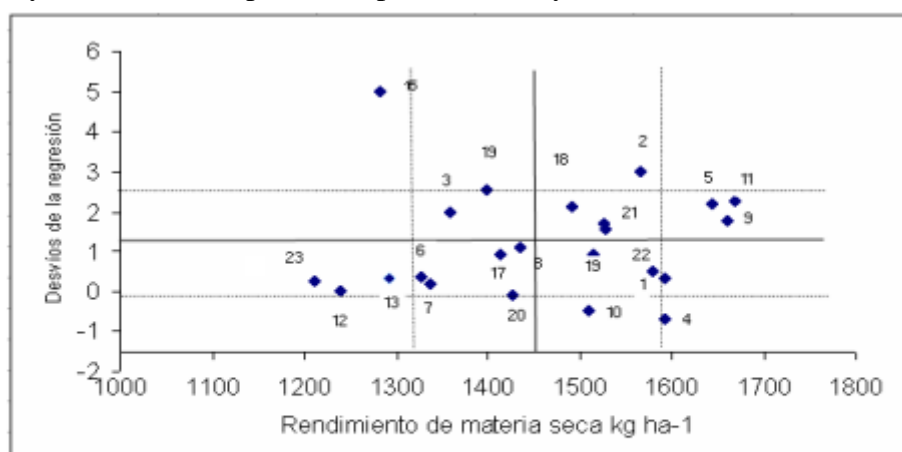


Fig 5. Modelo de Eberhart-Russell relacionando las desviaciones de la regresión vs. rendimiento promedio para la materia seca del primer corte de triticales y tricepsiros en Río Cuarto y Santa Rosa durante 2008-2012. Los números indican las líneas experimentales.

Aquellas líneas experimentales que se ubican dentro de una banda de confianza son consideradas con buena estabilidad entendiéndose a ésta como la capacidad de los genotipos a tener respuestas altamente pronosticables en función de las variaciones

ambientales. En este sentido, las líneas 5, 9 y 11 presentaron buena estabilidad y los mayores rendimientos de materia seca.

En resumen, las líneas de triticales 5, 9 y 11 tendrían estabilidad promedio según los parámetros de Eberhart & Russell (1966) porque estadísticamente sus coeficientes de regresión son iguales a 1 y los desvíos de la regresión no difieren de 0 y adaptabilidad general porque tienen rendimientos altos.

Los triticales 6, 7, 12 y 13 presentarían adaptabilidad a ambientes desfavorables ($b < 1$) y buena estabilidad en la producción de forraje (desvíos de la regresión cercanos estadísticamente a cero).

El genotipo de tricepiro 15 (LF 65 x Horovitz/2) se considera estable pero no pronosticable.

4.2.2. Producción de materia seca del segundo corte.

En la Tabla 9 se muestran los parámetros de estabilidad correspondiente al segundo corte de forraje.

Tabla 9. Parámetros de estabilidad en la Materia Seca del segundo corte de triticales y tricepiros forrajeros en Río Cuarto y Santa Rosa durante 2008-2012 de acuerdo a la metodología de Eberhart y Russell (1966).

	Genotipo	Rendimiento Promedio (kg ha ⁻¹)	b (coeficiente de regresión)	S ² (desvíos de la regresión)
1	C94/404	982 abcdefg	1,00 ns	0,22 ns
2	C94/510	938 bcdefg	1,14 ns	0,08 ns
3	C94/528	922 cdefg	0,94 ns	0,17 ns
4	C95/140	951 bcdefg	0,98 ns	0,04 ns
5	C95/8	864 fg	0,77 **	0,53 ns
6	C95/28	908 defg	1,00 ns	0,18 ns
7	C95/46	1106 a	1,19 *	0,30 ns
8	C95/68	1008 abcde	0,98 ns	0,10 ns
9	C95/88	997 abcdef	1,21 *	0,10 ns
10	Genú	898 defg	1,10 *	0,70 ns
11	Tizné	862 g	1,01 ns	0,31 ns
12	Yagán	983 abcdefg	0,97 ns	0,94 ns
13	Genú HA	1063 ab	1,28 *	0,48 ns
14	Quiñé RA	880 efg	0,73 *	0,21 ns
15	LF 65 X Horovitz/2	925 cdefg	0,77 *	2,56 **
16	LF 65 X Horovitz/4	1026 abcd	1,07 *	0,25 ns
17	Lasko x Horovitz/11	999 abcde	0,90 ns	0,98 ns
18	TCP LP 114	1052 abc	1,19 *	1,32 **
19	TCP LP 117	860 g	0,85 ns	0,31 ns
20	Don René INTA	1089 a	1,01 ns	1,69 **
21	TCP 115	1026 abcd	1,04 ns	0,73 ns
22	TCP 116	1049 abc	0,96 ns	1,66 **
23	TCP 3/40-50	877 efg	0,81 *	2,39 **
	Promedio	968	1,00	0,71
	Desvío estándar	77	0,15	0,74

*,** Niveles de probabilidad significativos al 0,05 y 0,01, respectivamente
Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas DMS (0,05)

En la Figuras 6 se presentan los coeficientes de regresión versus los rendimientos promedios de materia seca del segundo corte en los años y ambientes analizados observándose a las líneas 11, 12 y 22 como estables y de adaptación general.

Las líneas de triticale 7, 13 y 9 y los tricepiros 18 y 20 presentaron adaptabilidad a ambientes favorables ($b > 1$) tal como los que se presentaron en RC 2008 y RC 2011.

Por su parte, los triticales 5, 14 y 15 manifestaron adaptación a ambientes desfavorables ($b < 1$) como los que se presentaron en SR 2011, SR 2009, SR 2010, SR 2012 y SR 2008 siendo el genotipo 15 el de mayor rendimiento.

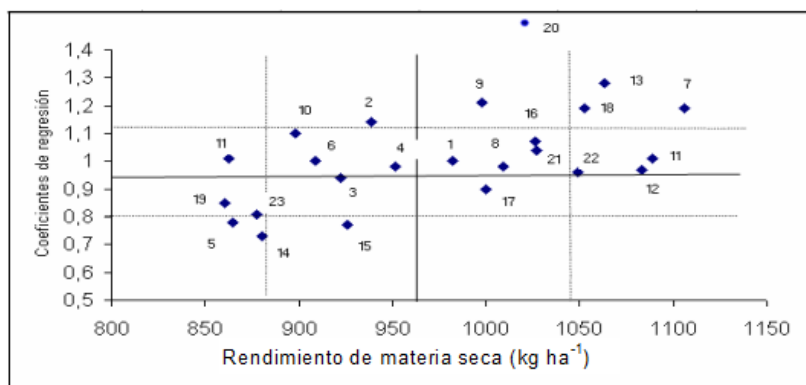


Fig 6. Modelo de Eberhart-Russell relacionando los coeficientes de la regresión vs. rendimiento promedio de los cultivares para el segundo corte de forraje de triticales y tricepiros en Río Cuarto y Santa Rosa durante 2008-2012. Las líneas horizontales punteadas representan la desviación de la regresión, y las verticales las del rendimiento de forraje. Los números indican las líneas experimentales

En la Figura 7 se presentan los desvíos de la regresión considerando una banda de confianza de un desvío estándar. Los genotipos 7, 12, 13 y 18 tuvieron buena estabilidad (caen dentro de la banda de confianza de los coeficientes de regresión).

Las líneas 20, 22, 15 y 23 serían consideradas de estabilidad no pronosticable (caen fuera de la banda de confianza).

En resumen, las líneas experimentales 7, 13 y 18 presentarían adaptación a ambientes favorables y buena estabilidad, así como las 5 y 14 lo serían en ambientes desfavorables.

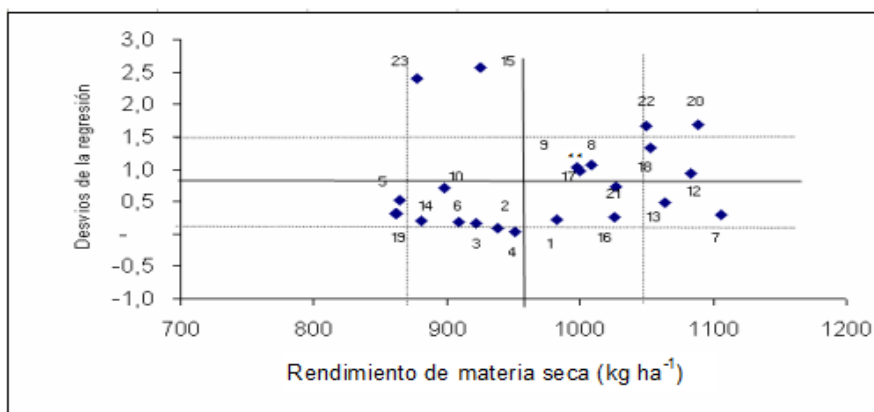


Fig 7. Modelo de Eberhart-Russell relacionando las desviaciones de la regresión vs. rendimiento promedio de la materia seca del segundo corte de triticales y tricepiros en Río Cuarto y Santa R durante 2008-2012. Los números indican las líneas experimentales.

4.2.3. Producción de materia seca del tercer corte.

En la Tabla 10 se presentan los parámetros de estabilidad de la producción de forraje del tercer corte.

De acuerdo a los coeficientes de regresión graficados en la Figura 7 la mayoría de las líneas experimentales presentaron estabilidad media (caen dentro de la banda de confianza de los coeficientes de regresión) siendo las líneas 22 y 8 las de mayores rendimientos promedios indicativos de adaptabilidad general.

El triticale 2 y el tricepiro 23 presentaron adaptación a ambientes favorables tal como los que se presentaron en RC 2008, RC 2012 y RC 2010.

La línea de triticale 14 se ubicó fuera de la banda de confianza indicando buena adaptación a los ambientes desfavorables como SR 2012, SR 2008, RC 2011, SR 2009, SR 2010, SR 2011 y RC 2009.

Tabla 10. Parámetros de estabilidad en la Materia Seca del tercer corte de triticales y tricepiros forrajeros en Río Cuarto y Santa Rosa durante 2008-2012 de acuerdo a la metodología de Eberhart y Russell (1966).

	Genotipo	Rendimiento Promedio (kg ha ⁻¹)	b (coeficiente de regresión)	s ² (desvíos de la regresión)
1	C94/404	626 fghi	0,70 *	-0,20 ns
2	C94/510	623 fghi	1,50 **	0,91 **
3	C94/528	702 efghi	0,93 ns	-0,30 ns
4	C95/140	598 ghi	0,78 ns	-0,08 ns
5	C95/8	555 i	0,82 ns	0,46 *
6	C95/28	721 efgh	0,83 ns	-0,02 ns
7	C95/46	887 cd	1,20 **	1,30 **
8	C95/68	1082 b	1,20 **	0,71 **
9	C95/88	687 efghi	0,90 ns	-0,05 ns
10	Genú	719 efgh	0,70 **	0,78 **
11	Tizné	566 i	0,74 *	0,03 ns
12	Yagán	800 de	1,37 **	0,01 ns
13	Genú HA	817 de	0,94 ns	0,22 ns
14	Quiñé RA	580 hi	0,55 **	0,07 ns
15	LF 65 X Horovitz/2	755 def	0,80 ns	0,21 ns
16	LF 65 X Horovitz/4	716 efgh	1,12 *	-0,19 **
17	Lasko x Horovitz/11	623 fghi	0,68 **	0,96 **
18	TCP LP 114	728 efg	1,01 ns	0,19 ns
19	TCP LP 117	690 efghi	0,75 *	0,16 ns
20	Don René INTA	785 de	0,97 ns	0,36 *
21	TCP 115	674 efghi	0,73 *	-0,08 ns
22	TCP 116	974 bc	1,16 *	1,48 **
23	TCP 3/40-50	1357 a	2,31 **	1,44 **
	Promedio	751	0,99	0,4
	Desvío estándar	184	0,37	0,5

*** Niveles de probabilidad significativos al 0,05 y 0,01, respectivamente
 Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas DMS (0,05)

En la Figura 8 se muestran los desvíos de la regresión y se observa que las líneas 17, 7, 22 y 23 no serían consideradas de estabilidad pronosticable así como tampoco las líneas 1 y 3.

En resumen, para esta fecha de corte la mayoría de las líneas evaluadas presentaron adaptabilidad promedio siendo la línea 8 la de mayor adaptación general y si bien la línea de tricepiro 23 aprovecha los ambientes favorables no presenta un comportamiento pronosticable.

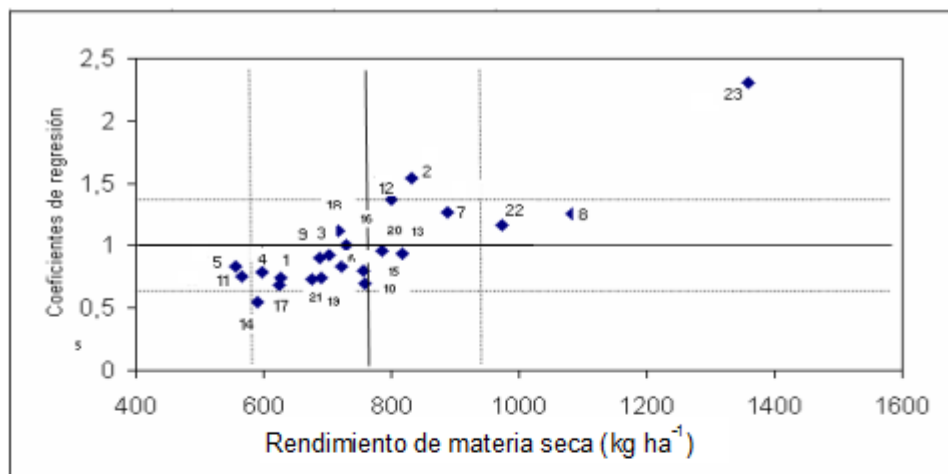


Fig. 7. Modelo de Eberhart-Russell relacionando los coeficientes de la regresión vs. rendimiento promedio de los cultivares para el tercer corte de forraje de triticales y tricepiros en Río Cuarto y Santa Rosa durante 2008-2012. Las líneas horizontales punteadas representan la desviación de la regresión, y las verticales las del rendimiento de forraje. Los números indican las líneas experimentales.

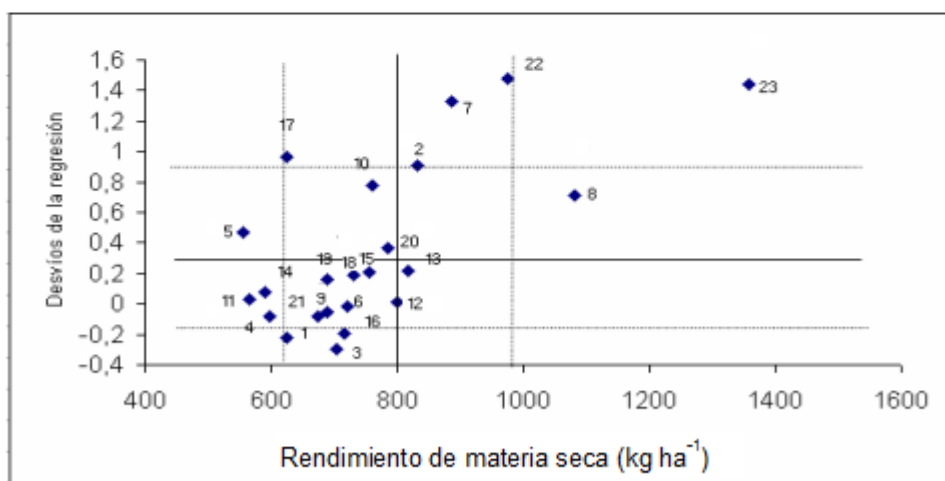


Fig. 8. Modelo de Eberhart-Russell relacionando las desviaciones de la regresión vs. rendimiento promedio de los cultivares para el tercer corte de forraje de triticales y tricepiros creciendo en Río Cuarto y Santa Rosa durante 2008-2012. Los números indican las líneas experimentales.

4.2.4. Producción acumulada de materia seca.

En la Tabla 11 se muestran los parámetros de estabilidad para la producción acumulada de materia seca.

En la Figura 9 se graficaron los coeficientes de regresión versus el rendimiento promedio de materia seca acumulada y en ambos parámetros se consideró una banda de confianza de un desvío estándar. Nuevamente se observa que la mayoría de las líneas manifestaron una adaptación general siendo las líneas de triticale 8 y 7 las de mayores rendimientos.

Tabla 11. Parámetros de estabilidad en la Materia Seca del total del ciclo productivo de triticales y tricepiros forrajeros en Río Cuarto y Santa Rosa durante 2008-2012 de acuerdo a la metodología de Eberhart y Russell (1966).

	Genotipo	Rendimiento Promedio		b		s ²	
		(kg ha ⁻¹)		(coeficiente de regresión)		(desvíos de la regresión)	
1	C94/404	3199	bcde	0,91	ns	-15,10	ns
2	C94/510	3295	abcde	1,07	ns	-13,90	ns
3	C94/528	2984	de	0,93	ns	-16,50	ns
4	C95/140	3041	de	0,91	ns	-16,10	ns
5	C95/8	3064	cde	0,86	ns	-14,70	ns
6	C95/28	2975	e	0,92	ns	-14,80	ns
7	C95/46	3435	abc	1,07	ns	-11,40	ns
8	C95/68	3526	ab	1,09	ns	-16,30	ns
9	C95/88	3345	abcd	1,03	ns	-16,80	ns
10	Genú	3127	cde	0,93	ns	-16,60	ns
11	Tizné	3097	cde	0,97	ns	-15,30	ns
12	Yagán	3024	de	0,97	ns	-17,00	ns
13	Genú HA	3173	bcde	0,89	ns	-13,20	ns
14	Quiñé RA	2975	e	0,88	ns	-16,10	ns
15	LF 65 X Horovitz/2	2954	e	0,93	ns	-1,17	*
16	LF 65 X Horovitz/4	3271	abcde	1,08	ns	-13,30	ns
17	Lasko x Horovitz/11	3037	de	0,89	ns	-8,70	ns
18	TCP LP 114	3271	abcde	1,16	ns	-9,10	ns
19	TCP LP 117	2949	e	0,89	ns	-13,30	ns
20	Don René INTA	3302	abcde	0,87	ns	-12,20	ns
21	TCP 115	3228	bcde	1,02	ns	-11,10	ns
22	TCP 116	3601	a	1,33	*	-9,18	ns
23	TCP 3/40-50	3454	abc	1,31	*	-1,57	*
Promedio		3188		1,00		-12,76	
Desvío estándar		194		0,13		4,41	

*,** Niveles de probabilidad significativos al 0,05 y 0,01, respectivamente
 Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas DMS (0,05)

Las líneas experimentales de tricepiro 18, 23 y 22 resultaron sensibles a los ambientes favorables como los ocurridos en RC 2008, RC 2009, RC 2010, RC 2012. La línea de tricepiro 22 superó en rendimiento de materia seca a las otras dos.

En la Figura 10 se muestran las desviaciones de los coeficientes de regresión vs. los rendimientos y salvo la línea 15 de triticale y la línea 23 de tricepiro el resto se ubicó dentro de la banda de confianza representada por un desvío estándar que es indicativo de buena estabilidad.

A modo de resumen de toda la información presentada con respecto al análisis de la metodología de Eberhart & Russell (1966) para la producción de materia seca en los sucesivos cortes y acumulada se encontró que el índice ambiental permitió diferenciar entre localidades siendo Río Cuarto la que manifestó los ambientes mas favorables.

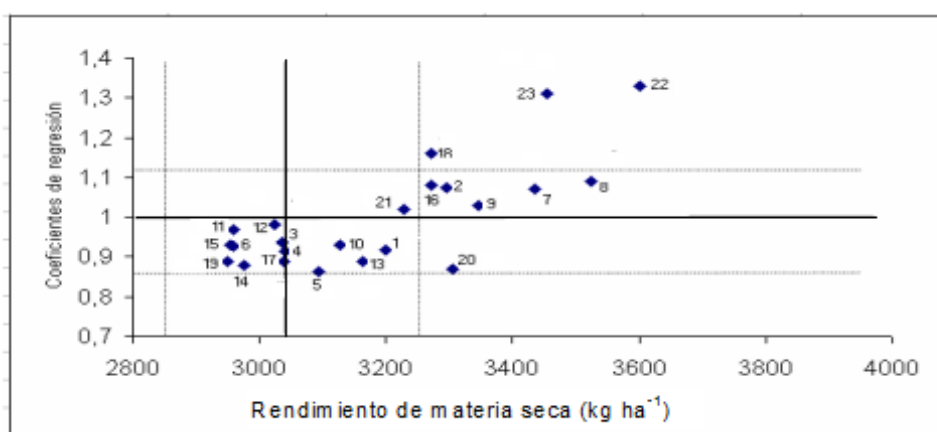


Fig. 9. Modelo de Eberhart-Russell relacionando los coeficientes de la regresión vs. rendimiento promedio de los cultivares para el total de forraje de triticales y tricepiros en Río Cuarto y Santa Rosa durante 2008-2012. Las líneas horizontales punteadas representan la desviación de la regresión, y las verticales las del rendimiento de forraje. Los números indican las líneas experimentales

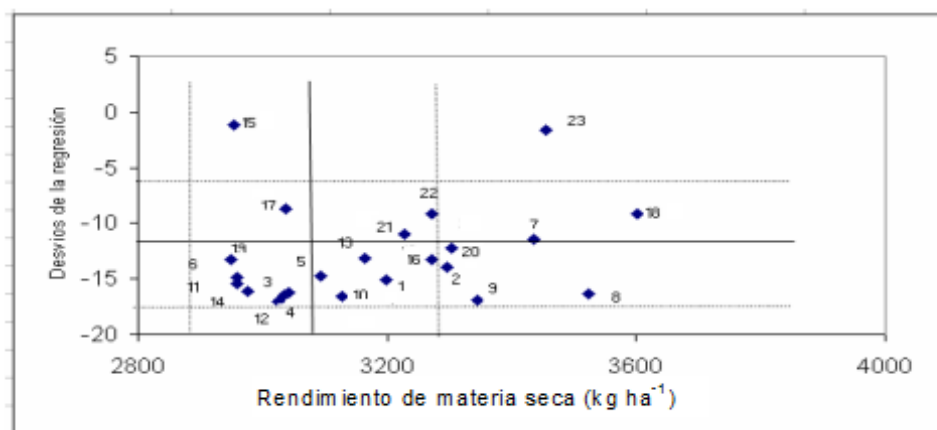


Fig. 10. Modelo de Eberhart-Russell relacionando las desviaciones de la regresión vs. rendimiento promedio de los cultivares para el total de forraje de triticales y tricepiros en Río Cuarto y Santa Rosa durante 2008-2012. Las líneas horizontales punteadas representan la desviación de la regresión, y las verticales las del rendimiento de forraje. Los números indican las líneas experimentales

La utilización de ambientes que son una combinación de localidades y años puede enmascarar las respuestas específicas a condiciones ambientales repetibles (como es el caso de localidades) de las interacciones impredecibles como las derivadas de las diferencias entre años agrícolas (Mariotti, 1994).

En cuanto a la posibilidad de recomendación de los genotipos evaluados surge que las líneas de triticale 8 (C95/68), 7 (C95/46) y 9 (C95/88), en ese orden, mostraron rendimientos de materia seca acumulados superiores a la media general y sus coeficientes de regresión se ubicaron dentro del intervalo de confianza ($b = 1$) y además resultaron de estabilidad altamente pronosticable (sus desvíos de la regresión no difieren significativamente de cero).

En el mismo sentido, se comportó la variedad de tricepiro Don René INTA (20) que presentó rendimientos superiores a la media pero inferior a las líneas experimentales de triticale mencionadas en el párrafo anterior.

La línea de tricepiro TCP LP 116 (22) se podría recomendar en ambientes favorables debido a que su coeficiente de regresión fue mayor que la unidad ($b > 1$) y desvíos cercanos a cero, mientras que la línea 3/40-50 (23) manifestó buen comportamiento a ambientes favorables en la producción acumulada de materia seca, sin embargo, al caer fuera de la banda de confianza de los desvíos de la regresión se considera que su rendimiento sería inconsistente.

4.2.5. Rendimiento de grano.

En la Tabla 12 se muestran los índices ambientales determinados por las localidades de Río Cuarto y Santa Rosa durante el período 2009-2012, observándose que no se separaron las localidades (Río Cuarto y Santa Rosa) por calidad ambiental como en la producción de forraje sino que se presenta una alternancia de localidades y años de evaluación.

Tabla 12 - Índices ambientales correspondientes al rendimiento de grano de triticales forrajeros, graníferos y tricepiros para las evaluaciones de dos localidades (Río Cuarto y Santa Rosa) durante 2009-2012.

	Índice Ambiental (Ij)	Localidad y año	Rendimiento promedio
1	1475	Santa Rosa 2010	4103,9
2	1125	Río Cuarto 2010	3753,6
3	934	Santa Rosa 2012	3562,6
4	376	Río Cuarto 2011	3004,7
5	73,4	Santa Rosa 2011	2701,7
6	-142,8	Río Cuarto 2012	2485,0
7	-1807	Río Cuarto 2009	821,0
8	-2034,5	Santa Rosa 2009	593,7

En la Tabla 13 se detallan los promedios generales, coeficientes de regresión y desvíos de la regresión de los 44 genotipos analizados (triticales forrajeros, graníferos y tricepiros).

Se observo un amplio rango de valores de b con diferencias estadísticas altamente significativas. Veinte genotipos de los 44 analizados presentaron valores de F ($p \leq 0,01$) altamente significativos, lo que indica que la respuesta de esos genotipos a los cambios ambientales no ajusta al modelo de regresión lineal.

	Genotipo	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	b (coeficiente de regresión)	S ² d (desvíos de la regresión)
1	C94/404	3068 abc	1,18 ns	0,88 **
2	C94/510	3153 abc	1,26 **	0,18 ns
3	C94/528	3243 a	1,25 **	0,17 ns
4	C95/140	3147 ab	1,19 ns	0,11 **
5	C95/8	2709 cdefghi	1,13 ns	0,24 ns
6	C95/28	2903 abcde	1,12 ns	0,19 ns
7	C95/46	2923 bcd	1,17 ns	0,22 ns
8	C95/68	2839 abcde	1,07 ns	0,21 ns
9	C95/88	3085 abc	1,14 ns	0,32 ns
10	Genú HA	2329 hijklm	0,72 **	0,11 **
11	Quiñé RA	2497 efghijklm	0,89 ns	0,10 **
12	Genú	2600 defghijk	0,90 ns	0,23 ns
13	Tizné	2253 jklm	0,80 **	0,33 ns
14	Yagán	2325 hijklm	0,92 ns	0,22 ns
15	Eronga	2724 cdefghi	0,91 ns	0,36 ns
16	Don Santiago INTA	2718 cdefghi	1,14 ns	0,24 ns
17	Don René	2229 jklm	0,89 ns	0,40 ns
18	LF 65 X Horovitz/2	2228 jklm	0,79 **	0,33 ns
19	LF 65 X Horovitz/4	2413 fghijklm	0,96 ns	0,21 ns
20	Lasko x Horovitz/11	2099 fghijklm	0,77 **	0,11 **
21	TCP LP 114	2040 lr	0,80 ns	0,17 ns
22	TCP LP 117	2355 lm	0,97 ns	0,08 **
23	TCP 115	2127 ghijklm	0,78 **	0,31 ns
24	TCP 116	2109 lm	0,68 **	0,19 ns
25	TCP 3/40-50	2251 lm	0,94 ns	0,25 ns
26	LF53 x Horovitz /6	2631 jklm	1,09 ns	0,13 ns
27	LF98 x Horovitz /5	3057 abc	1,30 **	0,21 ns
28	LF 53x LF37/12	2371 ghijklm	0,77 **	0,54 **
29	(T60xTehuelche) x LF65/6	2302 ijklr	0,97 **	0,30 ns
30	LF 97 x T 312/11	1888 ijklr	0,81 ns	0,34 ns
31	Cim 03 FW/61	2154 kln	0,79 **	0,25 ns
32	Cim 03FW/64	2952 abcde	1,11 **	0,31 ns
33	Cim 03 FW/75	2600 defghijk	0,96 ns	0,30 ns
34	Cim 03 FW/77	2793 bcdef	0,94 ns	0,44 **
35	Cim 03 IT/8	2616 defghijk	0,77 **	0,16 **
36	Cim 03 IT/12	2945 abcde	1,19 **	0,45 **
37	Cim 05 IT/809	2920 abcdef	1,08 ns	0,30 ns
38	Cim 05 IT/810	2896 abcde	1,21 **	0,06 **
39	Cim 05 IT/826	2841 abcde	1,04 ns	0,19 ns
40	Cim 05 IT/829	2811 abcdef	1,04 ns	0,61 **
41	CIM 05 IT/832	2974 abcd	1,04 ns	0,25 ns
42	CIM 05 IT/830	2866 abcde	0,95 ns	0,29 ns
43	CIM 05 IT/834	2749 abcdefg	1,18 **	0,21 ns
44	CIM 05 IT/835	2911 abcd	1,20 **	0,23 **
	Promedio	2604	0,99	0,27
	Desvío estándar	365	0,17	0,16

**, Niveles de probabilidad significativos al 0,05 y 0,01, respectivamente
 Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas DMS (0,05)

Del análisis de la Figura 11 se desprende que los genotipos de triticale forrajero 1 (C94/404), 4 (C95/140) y 9(C95/88) presentaron adaptabilidad general (rendimiento promedio superior al desvío estándar) y estabilidad promedio (coeficientes de regresión estadísticamente no diferentes de 1).

Las líneas experimentales 3, 2 y 27 presentaron rendimientos fuera de la banda de confianza, pero con un valor de b superior al desvío estándar, por lo que se comportarían como respondedoras a ambientes favorables como lo son SR 2010, RC 2010, SR 2012, RC 2011 y SR 2011.

Las líneas experimentales 20, 23, 24, 18, 31, 10, 28 y 35 se ubicaron por debajo del desvío estándar del coeficiente de regresión indicando tener un buen desempeño en ambientes desfavorables como los de RC 2012, RC 2009 y SR 2009.

Respecto a las desviaciones de los valores de b se encontró que las líneas 28, 40, 34, 36 y 1 se ubicaron por encima de la banda de confianza del desvío promedio siendo entonces consideradas inestables; por su parte, también son consideradas inestables las líneas 20, 10, 22, 11, 38 y 4 al ubicarse por debajo de dicha banda de confianza (Figura 12).

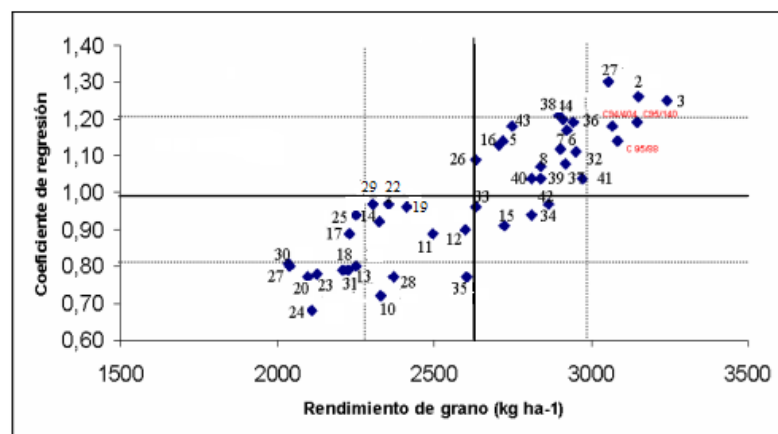


Fig.11. Modelo de Eberhart-Russell relacionando los coeficientes de la regresión vs. rendimiento de grano promedio de triticales y tricepiros en Río Cuarto y Santa Rosa durante 2009-2012. El desvío estándar (± 1 DE) se representa con líneas punteadas. Los números representan las líneas experimentales evaluadas.

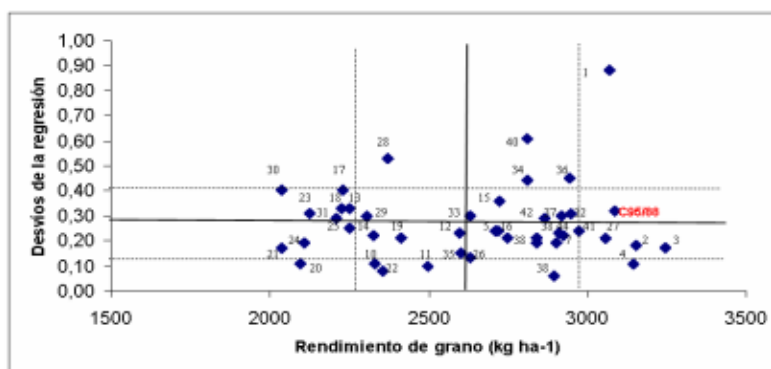


Fig.12. Modelo de Eberhart-Russell relacionando las desviaciones promedio de la regresión vs. rendimiento promedio para el rendimiento de grano de triticales y tricepiros en Río Cuarto y Santa Rosa durante 2009-2012. La línea llena horizontal representa la desviación media del parámetro de estabilidad (b) y la vertical el rendimiento promedio. El desvío estándar (± 1 DE) se representa con líneas punteadas. Los números representan las líneas experimentales.

A partir de los datos obtenidos se puede afirmar que, las líneas de triticales 1(C94/404), 4(C95/140) y 9(C95/88) manifestaron adaptabilidad general manteniendo mayores rendimientos tanto en años de buen potencial como en años de mayores limitaciones y sólo la 9 (C95/88) resultó de comportamiento pronosticable a través de los años (se ubicó dentro de la banda de confianza de los desvíos de la recta de regresión).

El análisis de la metodología de Eberhart & Russell (1966) fue realizado para trigo por Barnett *et al.* (2006) en EEUU; Dogan *et al.* (2011) para analizar genotipos de triticales en Turquía y Goyal *et al.* (2011) en Canadá.

La seguridad y valor práctico de esta metodología depende de la existencia de variabilidad entre genotipos y de ambientes en evaluación (Barnett *et al.*, 2006). En este estudio se detectaron valores de F altamente significativos para genotipos, ambientes y para la interacción de ambos (genotipo por ambiente). Sin embargo, como los ambientes fueron la combinación de localidades y años, pudo haberse reducido la eficiencia para identificar respuestas específicas a condiciones ambientales repetibles, como son las propias de las localidades en evaluación.

Eberhart & Russell (1966) observaron que sería preferible un Índice Ambiental independiente de las variedades participantes y que se obtenga a partir de factores ambientales, como la lluvia, la temperatura o la fertilidad del suelo. Sin embargo, cuando el estrés hídrico es la principal causa de las interacciones, el análisis se vuelve complejo debido a las grandes variaciones interanuales (Royo *et al.*, 2006).

Verón *et al.* (2002) sugirieron que la precipitación es la principal determinante no sólo de la productividad primaria neta del cultivo de trigo en la Argentina sino también de su variabilidad interanual sobre todo en suelos donde la capacidad de almacenaje de agua es baja y el sistema se vuelve más dependiente de la precipitación en el ciclo del cultivo.

Sobre la base de lo expresado en el párrafo anterior, se determinó la asociación entre las precipitaciones del mes de octubre y los rendimientos promedios correspondiente a los índices ambientales notándose una asociación entre ambas variables de $r=0,60$ de acuerdo al coeficiente de Pearson. Considerando conjuntamente el mes de octubre y de septiembre la asociación aumenta a $r = 0,66$.

En octubre ocurre la determinación de la cantidad de espigas fértiles por unidad de superficie y el número de granos potenciales por espiga (número de granos potenciales por unidad de superficie) importantes en la definición del rendimiento en los cultivos invernales en la Región Semiárida Pampeana (Fagioli y Bono, 1984).

Por su parte, Fernández (2008) encuentra una asociación entre las precipitaciones de octubre y el índice ambiental de ($r = 0,868$) en Santa Rosa (La Pampa) durante el período 1996-2000 cuando analiza la estabilidad del triticales Eronga CIMMYT comparativamente con variedades de trigo candeal y el trigo pan Buck Guaraní.

Fagioli *et al* (1982) trabajando en tres sitios distintos de la región semiárida pampeana no encontraron una asociación entre ambas variables y tuvieron que incluir

más meses en el período de crecimiento para aumentar la explicación (1 de julio al 30 de noviembre; $r = 0,53$).

4.3. Modelo de los efectos aditivos principales e interacciones multiplicativas (Modelo AMMI).

Se utilizó el Modelo AMMI (2) para interpretar la interacción GA de los genotipos de triticale y tricepiros en las dos localidades y años de evaluación y se interpretó en un biplot la asociación de genotipos con ambientes particulares. En dicho gráfico de componentes principales se pueden hacer agrupaciones de genotipos y ambientes de manera que cuando sus coordenadas respecto al primer eje de componentes principales CP1 tienen el mismo signo poseen interacción positiva, y cuando tienen distinto signo poseen interacción negativa.

En general, la presencia de alto grado de variabilidad entre los genotipos se expresa con un alto grado de dispersión en el biplot.

Por otro lado, los cultivares más estables (menos sensibles) a la influencia ambiental se encuentran cercanos al punto de origen.

Yang *et al.* (2009) recomiendan ser cautelosos con el uso del biplot puesto que si bien es una herramienta útil para interpretar los datos no tiene un sustento de hipótesis estadística.

4.3.1. Producción de materia seca del primer corte.

Se generó un biplot que muestra el efecto de la interacción genotipo por ambiente y donde el primer componente principal (CP1) representó el 47,4% de la varianza total y el componente principal dos (CP2) representó el 25,1%. En total explicaron un 72,5% de la variabilidad de la tabla de residuos y por ello se puede suponer suficiente para explicar los patrones debido a la interacción.

En la Figura 13 se observa que los ambientes RC 2009 y SR 2009 en forma positiva y SR 2010 y RC 2010 en forma negativa son los que se ubican en los extremos del CP1 y por ello contribuyen más en explicar la interacción genotipo por ambiente.

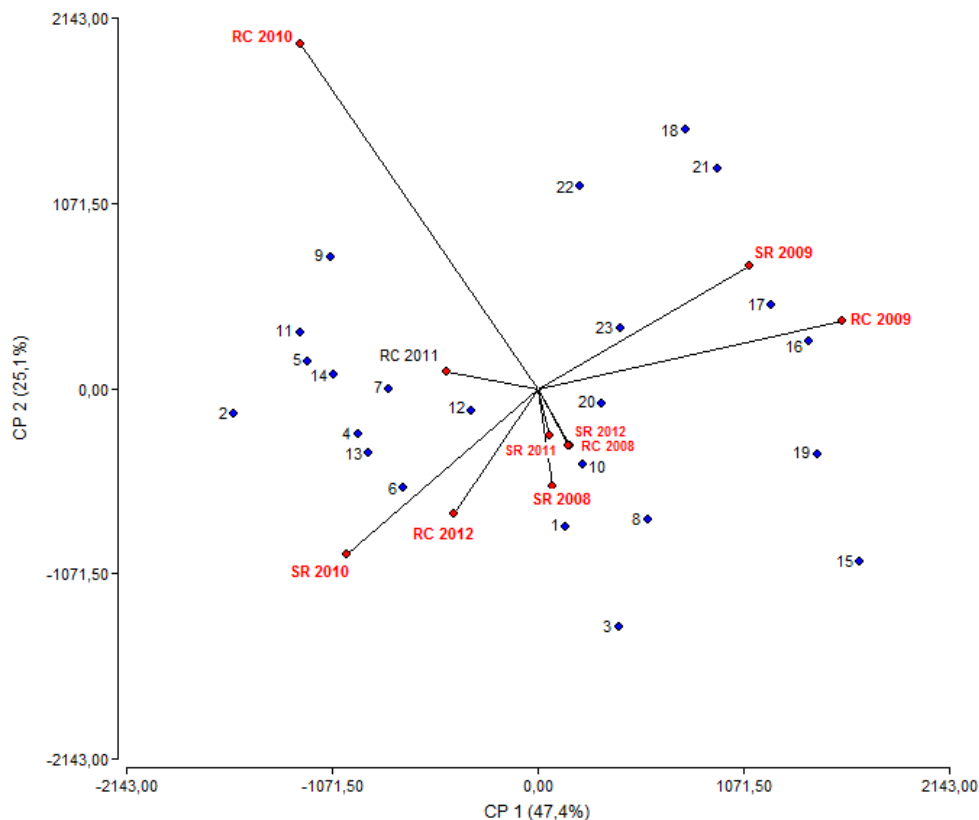


Figura 13 : Representación de genotipos y ambientes respecto a los dos primeros ejes de componentes principales del análisis AMMI (2) para el primer corte de forraje de triticales y tricepiros cultivados en Río Cuarto (Córdoba) y Santa Rosa (La Pampa) durante el período 2008 a 2012.

Los patrones de interacción genotipo por ambiente, es decir los cambios más importantes en las diferencias entre genotipos son observados en esos ambientes. Así, los ambientes RC 2009 y SR 2009 tienden a asociarse o manifestar correlación positiva con las líneas de tricepiro (numerados del 15 al 23) mientras que SR 2010, RC 2012 y RC 2011 se asocian positivamente a las líneas de triticale (numerados del 1 al 14).

En el CP2 la contribución fundamental es el ambiente RC 2010.

4.3.2. Producción de materia seca del segundo corte.

Para el promedio de la materia seca producida en el segundo corte se interpreta la interacción genotipo x ambiente con el biplot de la Figura 14. El CP1 representó el 52,3 % de la varianza total y el segundo eje representó el 14,1 %. En total, los dos primeros componentes explicaron más del 66,4 % de la variación total.

Los ambientes SR 2009 y SR 2010 fueron los que aportaron más a la interacción genotipo por ambiente al ubicarse en los extremos de la CP1.

Los genotipos 15, 22, 18, 21 y 17 registraron asociación positiva con SR 2009 y los genotipos 20 y 13 con SR 2010.

En el CP2 se separan con signos opuestos RC 2010 (positivo) y RC 2009 (negativo). El genotipo 23 se asocia positivamente a RC 2010.

El resto de los ambientes se ubican cercanos al cero y por tanto se los considera menos contribuyentes a la interacción y en ellos se asocian los genotipos más estables (menor interacción).

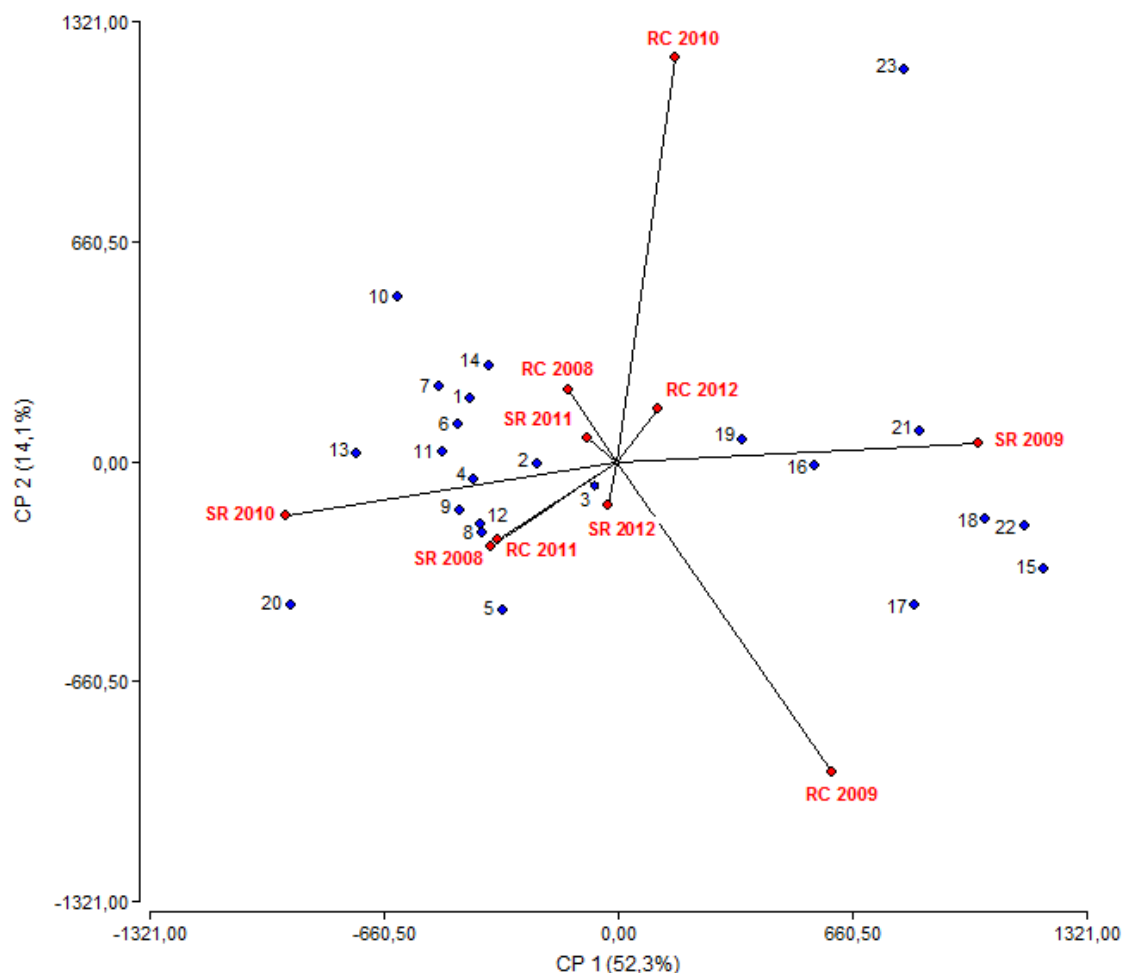


Figura 14 : Representación de genotipos y ambientes respecto a los dos primeros ejes de componentes principales del análisis AMMI (2) para el segundo corte de forraje de triticales y tricepiros cultivados en Río Cuarto (Córdoba) y Santa Rosa (La Pampa) durante el período 2008 a 2012.

4.3.3. Producción de materia seca del tercer corte.

En la Figura 15 se muestra el biplot generado por la aplicación del modelo AMMI 2 a los valores de materia seca del tercer corte: el CP1 representó el 50,2 % de la varianza total y el CP2 un 20,1 %. En total, los dos primeros ejes explican más del 70,3 % de la variabilidad total.

Generalizando, la mayoría de los genotipos y ambientes se ubican cercanos al cero indicando poca contribución a la interacción genotipo por ambiente (más estables).

En el CP1 el ambiente RC 2010 es el de mayor contribución a la interacción genotipo por ambiente y esta asociado positivamente con las líneas experimentales 23, 7 y 8.

En el mismo eje le sigue en orden decreciente la contribución del ambiente RC2008 y esta asociado positivamente con la línea experimental de tricepiro 22.

En el CP 2 la mayor contribución a la interacción genotipo por ambiente y en forma positiva es la del ambiente RC 2012.

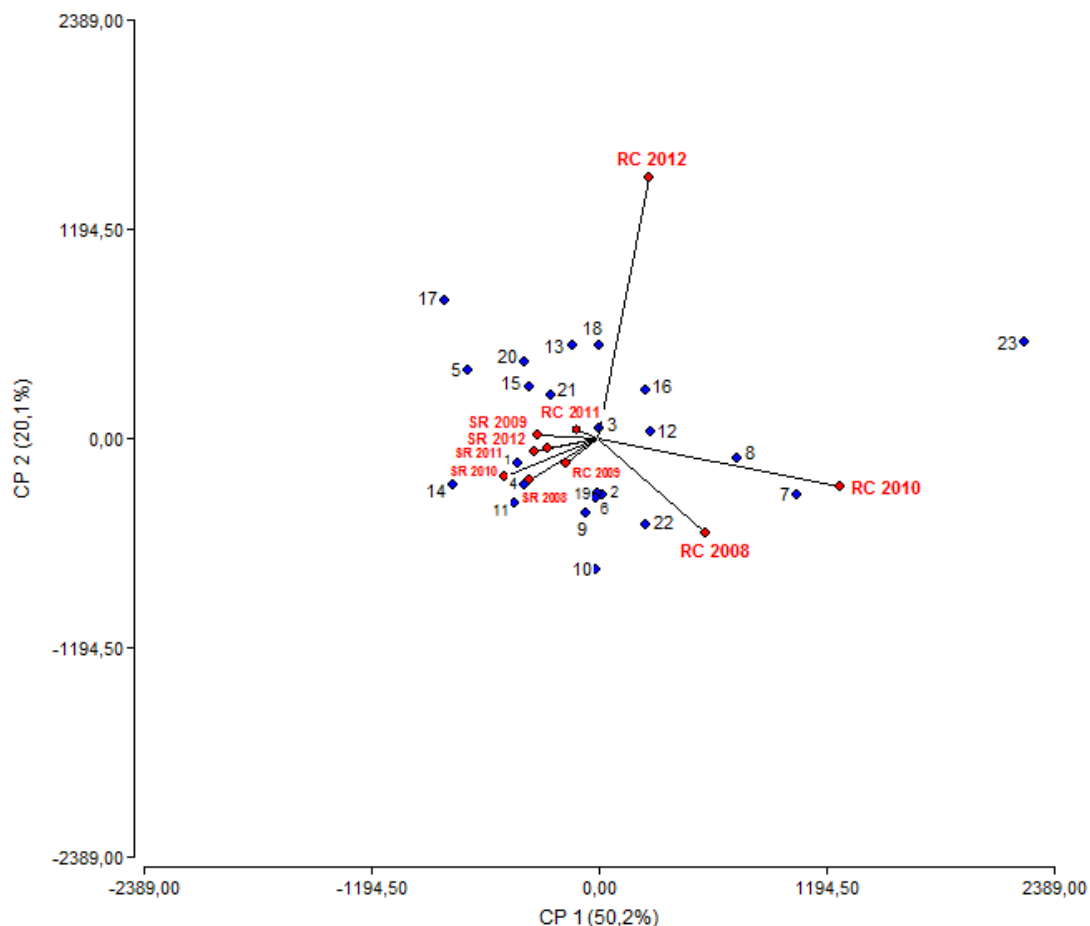


Figura 15 : Representación de genotipos y ambientes respecto a los dos primeros ejes de componentes principales del análisis AMMI (2) para el tercer corte de forraje de triticales y tricepiros cultivados en Río Cuarto (Córdoba) y Santa Rosa (La Pampa) durante el período 2008 a 2012

4.3.4. Producción acumulada de materia seca.

El biplot generado por la aplicación del modelo AMMI (2) a los valores de materia seca acumulada se muestra en la Figura 16. El CP1 explica un 52,3 % de la variabilidad y el CP2 un 26,3 %. En total ambos ejes explican un 78,6 % de la variabilidad debida a la interacción genotipo por ambiente.

En el CP1 el ambiente SR 2010 tiene una importante contribución positiva a la interacción y también los ambientes SR2009 y RC2009 pero en forma negativa.

Según la ubicación de los genotipos en el biplot podemos observar una correlación positiva de las líneas de triticale 13, 5, 6, 4 con SR2010. Por su parte, las líneas experimentales de tricepiro 15, 16, 17 a RC 2009 y 18, 21, 22 y 16 con SR 2009.

En el CP2 es significativa la contribución del ambiente RC 2010 y asociado positivamente a él se ubica la línea experimental de tricepiro 23.

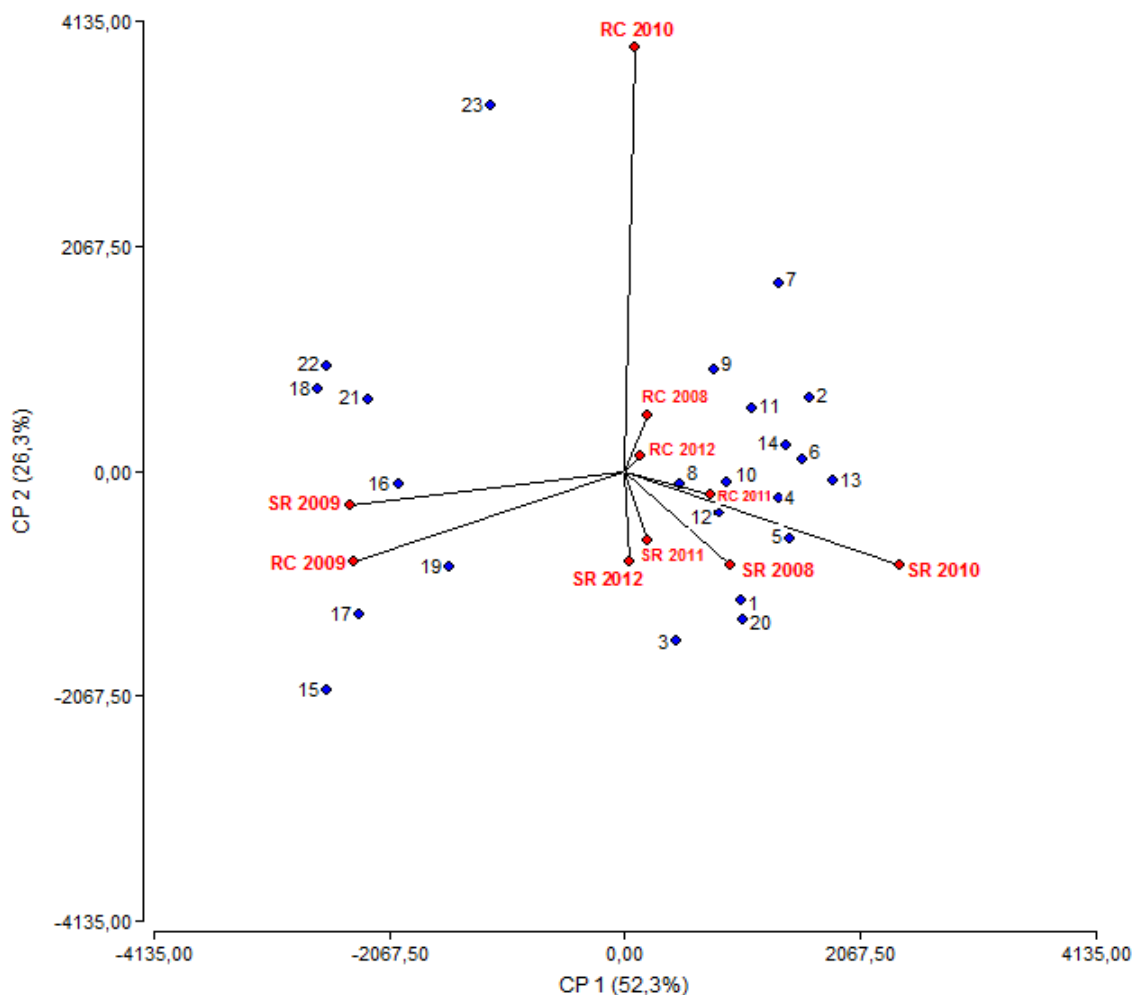


Figura 16 : Representación de genotipos y ambientes respecto a los dos primeros ejes de componentes principales del análisis AMMI (2) para el total de materia seca acumulada de triticales y tricepiros cultivados en Río Cuarto (Córdoba) y Santa Rosa (La Pampa) durante el período 2008 a 2012.

Gauch (1988) señala que la evaluación del rendimiento de numerosos genotipos en un ambiente heterogéneo presentaría diferentes comportamientos de los mismos, siendo unos más rendidores en un ambiente mientras otros lo son en otras localidades o en los diferentes años de evaluación. Con el propósito de reducir este problema, el modelo AMMI subdivide los ambientes de evaluación en zonas más pequeñas de ambientes homogéneos. De esta forma se explotan tanto la capacidad de adaptación amplia como específica de los genotipos.

En este sentido, los resultados de la Figura 16 indican que los ambientes de este estudio podrían subdividirse al menos en dos grupos relativamente homogéneos. El primero reúne los ambientes RC 2011, SR 2010, SR 2008, SR2011 y SR 2012 asociados positivamente a las líneas experimentales de triticales, mientras que el segundo reúne los ambientes SR 2009 y RC 2009 que se asocian a las líneas experimentales de tricepiro.

Se han publicado muy pocos trabajos que aplican la metodología AMMI para la evaluación de biomasa en triticales y no se han registrado publicaciones que consideren cortes múltiples (Lozano del Río *et al.*, 2009).

4.3.5. Rendimiento de grano.

Las dos primeras componentes principales explican el 58,5 % de la variabilidad de la tabla de residuos (Figura 17), siendo inferior a los obtenidos en la determinación de la producción de forraje. Se mencionan valores similares en la literatura, tal es el caso de Lozano del Río *et al.* (2009) analizando la producción de triticales forrajeros en México, con un 42% de explicación. En otros cultivos pueden mencionarse a Solano *et al.* (1998) que capturan un 59,1% en el análisis de trigos en Chile, Michelena *et al.* (1995b) en el rendimiento de trigo harinero en España con un 29% en el CP1 y Chisi *et al.* (1996) en el rendimiento de grano sorgo en México con valores de 29,4, 22,2 y 18,9 en los tres primeros componentes, respectivamente.

Los ambientes de mayor peso en el CP1 fueron SR 2010 y RC 2010 en sentido positivo y SR 2012 en sentido negativo.

Las líneas de triticales granífero 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40 y 44 se asociaron al ambiente SR2010. Las líneas de triticales forrajero 2, 4, 5, 6, 7 la línea de tricepiro 27 y el triticales granífero 43 se asociaron a RC 2010. El cultivar de triticales 14 (Yagán UNRC) y la línea de tricepiro 24 (TCP LP 116) se asociaron al ambiente SR 2012.

En el CP2 se observa a los ambientes RC 2011 y RC 2009 ubicados en sentido opuesto, con un comportamiento positivo y negativo, respectivamente. La línea de triticales forrajero 1 se asocia a RC 2011.

El empleo del modelo AMMI para ajustar los datos de interacción es efectivo en el sentido de que retiene un alto porcentaje de la suma de cuadrados en relación a la suma de cuadrados total dejando un residual con muchos grados de libertad pero con reducido valor en la suma de cuadrados. Por otro lado su aplicación tiene un significado agronómico y en el biplot se puede visualizar la estructura del grupo de datos, así como también las interacciones genotipo por ambiente específicas (Solano *et al.*, 1998).

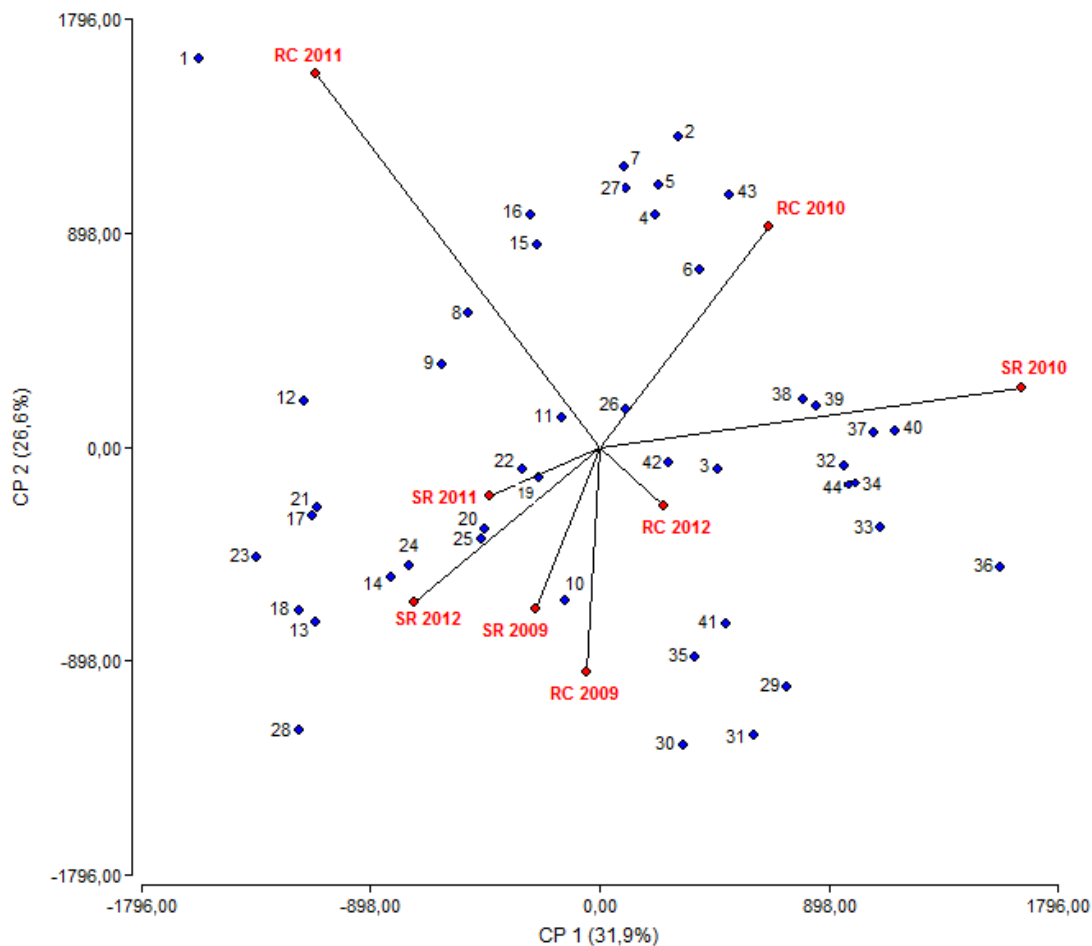


Figura 17: Representación de genotipos y ambientes respecto a los dos primeros ejes de componentes principales del análisis AMMI (2) para el rendimiento de grano de triticales forrajeros, graníferos y tricepiros cultivados en Río Cuarto (Córdoba) y Santa Rosa (La Pampa) durante el período 2009 a 2012

4. 4. Análisis por el modelo de regresión por sitio (SREG)

Los valores del primer componente principal (CP1) en las abscisas del biplot del modelo GGE representan el rendimiento de grano, y los del segundo componente principal (CP2) en las ordenadas representan la interacción genotipo x ambiente (IGA). Así, los genotipos o ambientes ubicados en la extrema derecha son los de mayor rendimiento y viceversa. Los genotipos con valores menores del CP2 son los más estables. Los dos ejes utilizan la misma escala, una condición importante para la visualización correcta de un biplot (Yan y Kang, 2003).

La gráfica GGE biplot permite visualizar el comportamiento de los cultivares en un ambiente dado. La distancia desde el origen del biplot a la marca de un ambiente se llama vector ambiental, y la longitud del vector es una medida de la habilidad de los ambientes para discriminar entre cultivares. Un vector corto respecto al tamaño del biplot implica que todos los cultivares tienen rendimiento similar en el ambiente asociado. Así, las diferencias entre cultivares basadas en proyecciones con vectores ambientales cortos no son confiables (Yan y Hunt, 2002)

Los cultivares en la esquina del polígono se denominan cultivares vértice, son los más alejados del origen del biplot y tienen los vectores más largos en sus direcciones respectivas; ésta es una medida de la capacidad de respuesta a los ambientes. Un cultivar que se encuentra en el origen se clasificaría igual en todos los ambientes; esto es, no respondería al cambio ambiental (Yan y Kang, 2003).

Yan y Kang (2003) señalan que la estabilidad es importante, aunque es sólo un modificador del rendimiento medio. Una medida de la estabilidad determinada por la IGA, es útil sólo cuando se considera conjuntamente con el rendimiento de los cultivares. Este modelo permite identificar los genotipos capaces de expresar su potencial máximo de rendimiento en una amplia región o a un ambiente específico.

4.4.1. Producción de materia seca del primer corte.

Mediante el uso del modelo SREG referido a los valores de la producción de materia seca del primer corte de las líneas experimentales y cultivares de triticales forrajeros y tricepiros se generó el biplot de la Figura 18 que incluye el efecto del genotipo más el efecto de la interacción genotipo por ambiente. El primer componente representó el 47,4% de la varianza total y el segundo representó el 25,1%. El total de los dos primeros componentes explicaron el 72,5% de la variabilidad total.

Los ambientes se agruparon en un sector o mega-ambiente que esta delimitado por líneas punteadas y en los vértices del polígono se ubican los mejores genotipos para esos ambientes.

En el gráfico se visualizan genotipos hacia la derecha y hacia la izquierda del centro del eje, por lo que podemos inferir que estos genotipos muestran comportamientos diferenciales en la producción de materia seca.

En el mega-ambiente del sector superior derecho se ubica el ambiente SR 2009 y se destacaron las líneas de tricepiro TCP 115 y TCP 114.

En el mega-ambiente superior izquierdo se ubicó el ambiente RC 2010 asociado a la línea de triticales C95/88.

En el mega-ambiente inferior izquierdo se ubicaron los ambientes RC 2011 y SR 2010 destacándose el triticales C94/510.

En el mega-ambiente inferior derecho se ubicaron SR 2011, RC 2012, SR 2008, RC 2008, SR 2012 y RC 2009 y se destacaron las líneas de triticales C94/528, y las líneas de tricepiro LF 65 x Horovitz/2 y LF 65 x Horovitz/4.

Los ambientes recientemente descritos y que se orientan hacia la derecha se consideran como favorables para los genotipos que se orientan en la misma dirección.

Los genotipos con mayor estabilidad fueron el LF 65 x Horovitz/4, 17, 23 y 20 por presentar puntuaciones cercanas a 0 en el CP2.

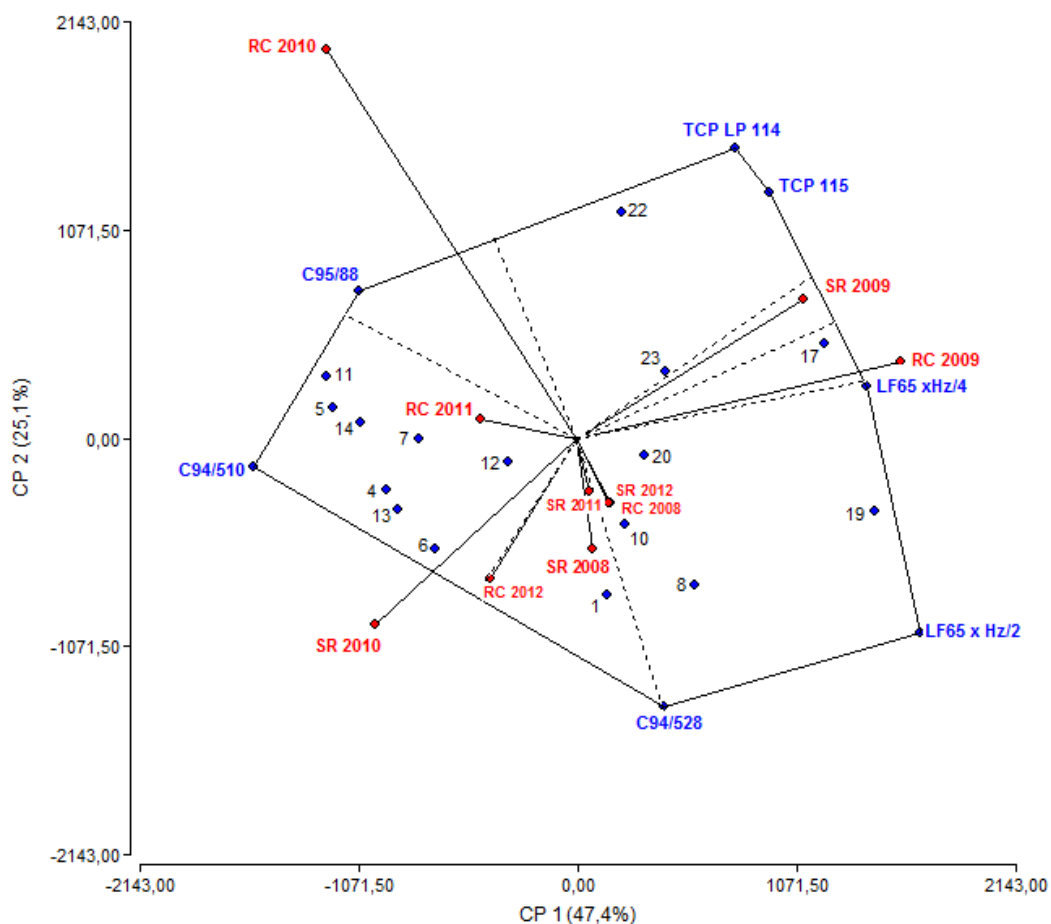


Figura 18: GGE biplot para la identificación de los mejores genotipos de triticales y tricepiros conducidos en los sitios determinados por las localidades de Río Cuarto y Santa Rosa durante el período 2008-2012 para el primer corte de forraje. Puntos oscuros representan genotipos y puntos claros sitios.

4.4.2. Producción de materia seca del segundo corte.

El modelo SREG aplicado a los valores de materia seca del segundo corte generó el biplot de la Figura 19. El primer componente representó el 52,3% de la varianza total mientras que el CP2 representó el 14,1%. En total, ambos explicaron el 66,4% de la variabilidad total.

En el sector superior derecho se ubicaron los ambientes RC 2010 y RC 2012 destacándose la línea experimental de tricepiro TCP 3/40-50.

En el sector o mega-ambiente superior izquierdo se ubicaron los ambientes RC 2008 y SR 2011 destacándose el cultivar de triticales Genú - UNRC.

En el sector inferior izquierdo se ubican los ambientes SR 2010, SR 2008, RC 2011 y SR 2012 y se destaca el cultivar de tricepiro Don René INTA.

En el sector inferior derecho se ubican los ambientes RC 2009 y SR 2009 y están asociados a las líneas experimentales de tricepiro Lasko x Horovitz/11 y LF 65 x Horovitz/2.

Los genotipos 22, 18, 21, 16 y 19 presentan rendimientos estables y en orden decreciente del primero al último.

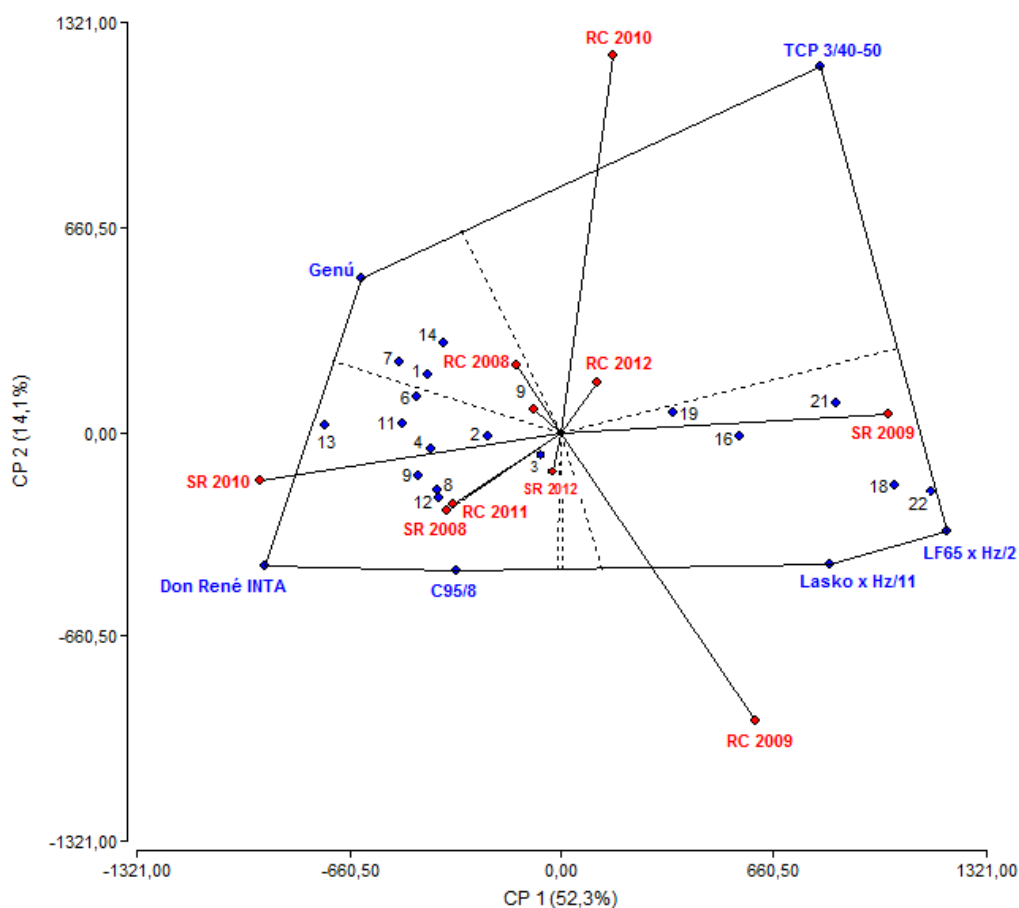


Figura 19: GGE biplot para la identificación de los mejores genotipos de triticales y tricepiros conducidos en los sitios determinados por las localidades de Río Cuarto y Santa Rosa durante el período 2008-2012 para el segundo corte de forraje. Puntos oscuros representan genotipos y puntos claros sitios.

4.4.3. Producción de materia seca del tercer corte.

El modelo SREG aplicado a los valores de materia seca del tercer corte generó el biplot de la Figura 20. El primer componente representó el 50,2% de la varianza total mientras que el CP2 representó el 20,1 %. En total, ambos explicaron el 70,3 % de la variabilidad total.

En el sector derecho se ubica el mega-ambiente constituido por RC 2008, RC 2010 y RC 2012. La línea de triticales C95/46 y la de tricepiro TCP 3/40-50 tuvieron un comportamiento destacado.

El sector superior izquierdo quedó comprendido por los ambientes RC 2011 y SR 2012 y a ellas se asoció la línea de tricepiro Lasko x Horovitz/11.

El mega-ambiente inferior izquierdo quedó comprendido por SR 2008, SR 2011, SR 2010, SR 2009 y RC 2009 destacándose el cultivar de triticales Quiñé- UNRC. Se

importancia de realizar la evaluación de varios ciclos productivos en el mismo lugar antes de seleccionar una línea candidata.

De acuerdo a la información que brinda un biplot se podría seleccionar una línea para un ambiente específico o para un ambiente general (las más estables). Bajo estas consideraciones en la región semiárida- subhúmeda pampeana, la línea experimental Genú HA cumpliría con los requisitos de estabilidad y rendimiento adecuado a un ambiente general.

Para un ambiente específico, por caso SR 2010, se podría recomendar a dos genotipos (C95/8 y Genú HA). Analizando las precipitaciones ocurridas durante este año en esta localidad, nos encontramos con un año excepcional ya que durante el mes de marzo se registró 231 mm, siendo la media histórica de este mes de 97,4 mm. Esto permitió un buen perfil hídrico al momento de la siembra que repercutió en la implantación y crecimiento del forraje durante el ciclo productivo.

En sentido opuesto, se ubican los ambientes RC 2009 y SR 2009, con valores de precipitación inferiores al promedio histórico. Estos ambientes permitirían discriminar varias líneas de tricepiro, destacándose por rendimiento LF65 x Horovitz/2, TCP LP 114 y TCP LP 116 y por estabilidad la línea 16 (LF 65 x Horovitz/4).

Generalizando, los tricepiros se asociaron a ambientes menos favorables (excepto el tricepiro Don René INTA) y los triticales a ambientes más favorables. El tricepiro por incluir un genoma de centeno y genes introgresados de agropiro podría presentar mecanismos fisiológicos que le permitan adaptarse a condiciones ambientales adversas tales como limitaciones hídricas, salinidad y bajas temperaturas, como así también un mejor comportamiento agronómico. Son en general, plantas de crecimiento vegetativo postrado, con muy buen macollamiento, largo período de producción, tardía elongación del ápice y excelente rebrote (Ruiz *et al.*, 2008).

4.4.5. Rendimiento de grano.

El modelo SREG aplicado a los valores del rendimiento de grano generó el biplot de la Figura 22 que incluye el efecto de genotipo más la interacción genotipo por ambiente. El primer componente representó el 31,4 % de la varianza total mientras que el CP2 representó el 27,1 %. En total, ambos explicaron el 58,5 % de la variabilidad total.

Se observa que el cuadrante que tiene como vértice al tricalc granífero CIM 03 IT/12 se encuentra el ambiente SR 2010. Dicho genotipo es el de mayor rendimiento en ese ambiente y le sigue en orden decreciente la línea CIM 05 IT/829. Este ambiente permite discriminar numerosos genotipos y se puede observar que los mismos corresponden a las líneas experimentales de triticales graníferos.

El cuadrante cuyo vértice está determinado por los genotipos CIM 05 IT/834 y C 94/510 involucran al sitio RC 2010. Luego le sigue en rendimiento las líneas experimentales de triticales forrajeros 5, 6, 4, 7 y la línea experimental de tricepiro 27.

El cuadrante cuyo vértice está determinado por la línea de tricalc forrajero C94/404 involucra al ambiente RC 2011.

En el cuadrante inferior izquierdo que tiene en los vértices a los genotipos TCP LP 115 y LF 53 x LF 37/12 corresponde a un mega-ambiente comprendido por los sitios SR 2012, SR 2011, SR 2009. Se encuentran asociados a estos sitios los cultivares de triticale forrajero Yagán INTA (14), Tizné UNRC (13) y la mayoría de las líneas experimentales de tricepiro.

Ruiz et al. (2007) encuentran que el tricepiro resultó menos afectado que el triticale por restricciones hídricas (potencial agua y respuesta estomática) en evaluaciones realizadas bajo secano y riego en INTA Anguil.

En el cuadrante inferior cuyo vértice esta determinado por el genotipo LF 97 x T 312/11 y se encuentra asociado al ambiente RC 2009.

Respecto a la estabilidad de los rendimientos (representados por el CP2) se destaca, en general, los triticales graníferos por tener valores más cercanos a 0 en ese componente, siendo los mas destacados en rendimiento y estabilidad los genotipos 40 y 37.

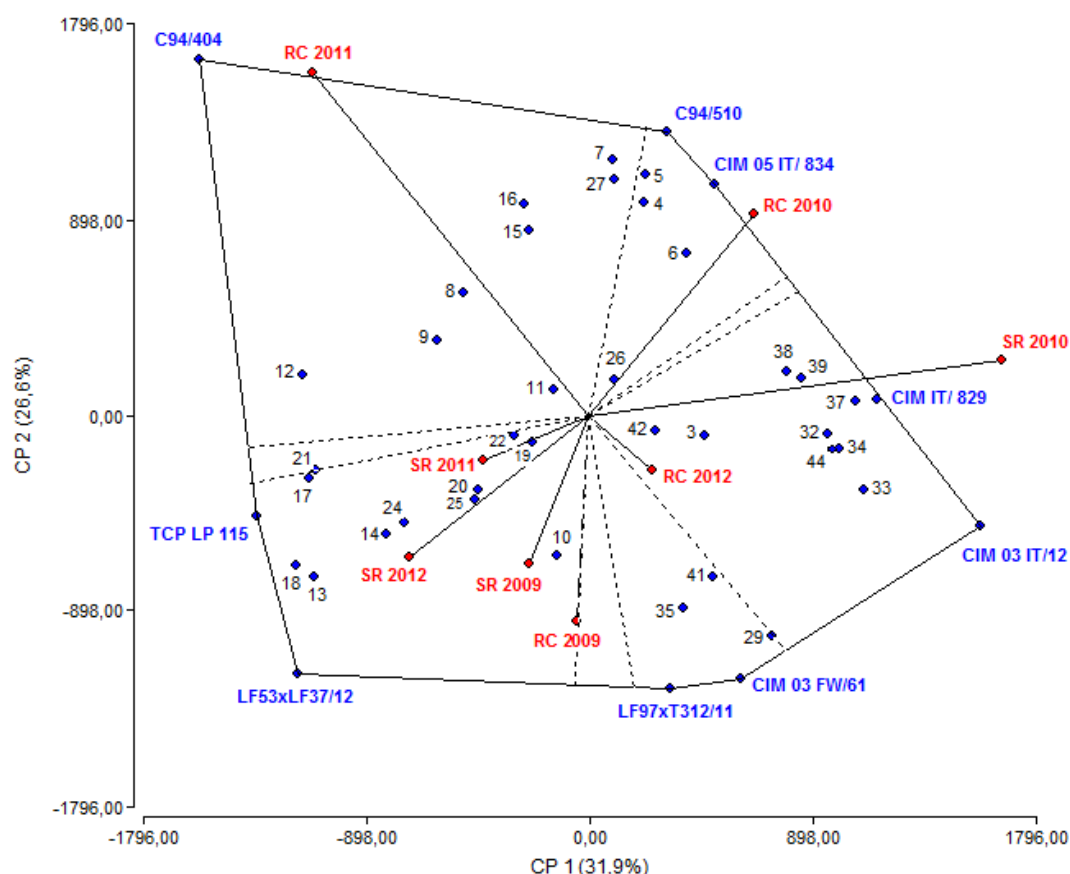


Figura 22: GGE biplot para la identificación de los mejores genotipos de triticales forrajeros, graníferos y tricepiros respecto al rendimiento de grano, conducidos en los sitios determinados por las combinaciones de las localidades de Río Cuarto y Santa Rosa durante el período 2009-2012. Puntos oscuros representan genotipos y puntos claros sitios.

5. CONCLUSIONES

Frecuentemente el comportamiento de los genotipos en un ambiente de evaluación no se repite en años sucesivos, implicando repetir ensayos durante varios años para detectar un patrón de comportamiento en esa localidad. Para acelerar un programa los mejoradores optan por evaluaciones en distintos ambientes suponiendo que existiría un mecanismo similar de respuesta adaptativa de los genotipos en ambas situaciones de evaluación.

La recomendación de genotipos basados en rendimientos modelados a partir de las observaciones en diferentes ambientes reducen el error experimental que afecta la estimación del rendimiento, favorecen la predicción de las futuras respuestas en cada sitio y simplifica las recomendaciones de cultivares al reducirse el número de subregiones.

La presencia de interacción genotipo por ambiente hace necesario buscar la forma de explotar las ventajas de su existencia. No obstante, el mero hecho de detectarla, por ejemplo en un análisis de la variancia combinado, no brinda las bases para predecir la estabilidad de un genotipo particular cuando se cultiva en ambientes variables.

La interpretación de la interacción genotipo por ambiente en base a la regresión lineal no es capaz de predecir la respuesta no lineal de los genotipos a los ambientes. En ese aspecto el modelo AMMI permite analizar con mayor detalle los efectos de la interacción genotipo por ambiente, y para la variable rendimiento ello resulta fundamental dada su importancia agronómica y mejora el proceso de selección.

La representación simultánea de los genotipos y ambientes en un biplot, permiten interpretar fácilmente los resultados. En el AMMI se pueden observar las diferencias entre ambientes, el grado de interacción de los genotipos con el ambiente, la estabilidad y las adaptaciones específicas de algunos genotipos a determinados ambientes y con el modelo SREG se pueden ver los ambientes similares, los mejores genotipos adaptados para esos ambientes y la estabilidad que presentaron.

6. BIBLIOGRAFÍA

- AOAC, 1990. Official methods of analysis (15th Ed). Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA.
- Anicchiario, P. 1997. Joint regresión vs AMMI analysis of genotype environment interactions for cereals in Italy. *Euphytica* 94:53-62.
- Arroyo, A., Balzarini, M., Bruno, C., Di Rienzo, J. 2005. Árboles de expansión mínimos: ayudas para una mejor interpretación de ordenaciones en bancos de germoplasma. *Interciencia*. Vol 30(9): 550-554.
- Balzarini, M.; Bruno, C. y Arroyo, A. 2005. Análisis de Ensayos Agrícolas Multiambientales. Ejemplos en Info-Gen. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Estadística y Biometría. 1º ed. 141 p.
- Barriga, R. H. M. P. 1980. Caracterização de cultivares de mandioca (*Manihot Esculenta* Crantz) com relação a produção e estabilidade. (Master's Thesis) Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil.
- Bergues, D. E., G. L. Cayssials y H. A. Paccapelo. 2002. Variabilidad fenotípica en las primeras generaciones segregantes de tricepiro (triticale x trigopiro). *Rev. Fac. Agronomía UN La Pampa* 12 (2): 5-22.
- Cardozo, M.; Grassi, E. Szpiniak, B. y V. Ferreira. 2005. Selección de introducciones de triticale para doble propósito. *Rev. UNRC*. 25(2):109-123
- Castro, N., Domínguez R. & H. Paccapelo. 2011. Análisis del rendimiento de grano y sus componentes en cereales sintéticos (tricepiros y triticales). *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa*. Vol.22: 22-31.
- Chisi, M., P. Bramel-Cox., M. Witt., M. Classen y D. Andrews. 1996. Breeding for grain yield stability using full-sib family recurrent selection in sorghum. *Crop Sci*. 36(5): 1083-1085.
- Coraglio, J.C.; Vieryra, C.A.; Casanoves, F. y L. Caponi. 1998. Estabilidad de la producción de triticale, tricepiro y trigopiro en el centro de la provincia de Córdoba. *Revista Argentina de Producción Animal*. Vol. 18. Sup. 1. Pág. 132.
- Cornelius, P.L. ; Crossa, J. & M.S. Seyedsardr. 1996. Statistical test and estimators of multiplicative models for genotype-by-environment interaction. In. M.S.Kang y H.G. Gauch, eds. *Genotyp-by-environment interaction*. P. 199-234. Boca Raton, FL, CRC Press.
- Covas, G. 1975 Triticales y trigopiros para la región semiárida pampeana. *Inf. Tec. Agrop. para la Reg. Semiár. Pamp.* 65:6-8.
- Covas, G. 1976 Tricepiro, un nuevo verdeo sintético que involucra al trigo, centeno y agropiro. *Inf. Tec. Agrop. para la Reg. Semiár. Pamp.* 68:5

- Covas, G. 1989 Pampa semiárida: nuevos cultivos. *Ciencia Hoy* 1(2):75-77.
- Crossa, J.K.; Gauch, H.G. and R.W. Zobel. 1990. Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivars trials. *Crop Science* 30:493-500.
- Crossa, J. & Cornelius, P.L. 1997. Sites regression and shifted multiplicative model clustering of cultivars trials sites under heterogeneity of variants. *Crop Sci.* 37: 406-415.
- Crossa, J.; Cornelius, P.L. & Yan W. 2002. Biplots of Linear-Bilinear Models for Studying Crossover Genotype-Environment interactions. *Crop Sci.* 42:619-633.
- Denaro F., Ferreira A., Castillo E., Grassi E., Paccapelo H. y Ferreira V. 2010. Producción de grano forrajero y estabilidad en líneas de triticale. Jornadas de Mejoramiento Genético de Forrajas. LLavallol, 9 y 10 de septiembre de 2010. Libro de Actas. Pág. 118.
- Di Nucci de Bedendo, E., J. De Battista, M. Díaz, M. Costa y N. Formento. 2004. Evaluación de genotipos de triticale en dos localidades de Entre Ríos. VI Cong. Nac. Trigo y IV Simp. Nac. de Cereales de siembra otoño-invernal. Actas en CD.
- Dogan R.; Kacar, O; Goksu, E. and N. Azkan. 2011. Evaluation of triticale genotypes in terms of yield stability for the Southern Marmara region. 2011. *Not Bot Horti Agrobo* 39(2):249-253.
- Eberhart, S.A. & Russell, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6 : 36-40.
- Esteves Leyte, R., R. O. Braun, J. E. Cervellini, O. Pattacini y G. Scoles. 1999. Utilización de cereales no tradicionales: tricepiro (*Triticum* x *Secale* x *Thinopyrum*) y triticale (*Triticum* x *Secale*) en alimentación de cerdos. *Revista de la Facultad de Agronomía de la UNLPam.* 10(2):1-10.
- Estrada, C; Melgarejo B.; Martínez, R.; Mergoum M. And W. Pfeiffer. 1998. Yield stability in triticale and wheat cultivars in central valley of México.). *Proc. 4th Int. Triticale Symp.* Vol 2: 327-330. Red Deer, Alberta, Canadá.
- Fagioli, M.; A. Bono & H. E. Torroba Gentilini. 1982. Productividad de los cultivos de trigo en la Región Semiárida Pampeana. INTA. EEA (Anguil). *Publicación Técnica* 24. 9 pp.
- Fagioli, M. y A. Bono. 1984. Relaciones entre lluvia y rendimiento del trigo en la región semiárida pampeana. INTA-EEA-Anguil. *Carpeta de Inf. Téc. Serie Ecología:* 19-20.
- Fernández M. A. 2007 Estrategias para mejorar el rendimiento de cereales graníferos invernales en la Región Semiárida Pampeana Central. Tesis de Maestría UN Sur. En *Biblioteca Facultad de Agronomía de la UN La Pampa.*

- Fernández M. A. 2008. La estabilidad del rendimiento de trigo candeal (*Triticum durum* desf.) en la región de planicies con tosca de la provincia de La Pampa. *Rev. Fac. Agronomía, UNLPam.* Vol 19:41-62.
- Ferreira, V. y Szpiniak, B. 1994 Mejoramiento de triticales y tricepiros para forraje en la U.N. de Río Cuarto. En: *Semillas Forrajeras, Prod. y Mejoramiento:110-120.* Orient. Gráf. Ed., B. Aires.
- Ferreira, V., B. Szpiniak, E. Grassi y D. Croatto. 1998. Tricepiros forrajeros [Triticales x (*X Agrotricum*)]: obtención y mejora. XXII Cong. Arg. de Producción Animal. RAPA 18 Supl. 1:182. Río Cuarto, Córdoba.
- Finlay, K.W. & Wilkinson, G.N. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research* 14, 742-754.
- Fradkin, M., M. R. Ferrari, H. A. Paccapelo, E. J. Greizerstein, C. A. Naranjo y L. Poggio. 2005. Estudio citogenético y de caracteres morfológicos-agronómicos de un híbrido artificial de tricepiros y líneas segregantes. XXXIV Congreso Argentino de Genética. JBAG 17 (Suppl.)122. Trelew, Chubut.
- Fradkin, M., M.R. Ferrari, V. Ferreira, E. Grassi, E.J. Greizerstein y L. Poggio. 2006. Estudios citogenéticos en líneas avanzadas de tricepiros mediante técnicas de FISH-GISH. 52° Cong. Brasileiro y XII Cong. Latinoam. de Genética. Actas en CD formato pdf pág. 1117. Foz de Iguazú
- Frecentese, M. y G. Covas. 1985. Comportamiento de nuevos verdeos en la región pampeana semiárida. *Informativo de Tecnología Agrop. para la Reg. Semiár. Pampeana* 82:2-4.
- Frecentese, M. y G. Covas. 1986. Comportamiento de nuevos verdeos en la región pampeana semiárida. *Informativo de Tecnología Agrop. para la Reg. Semiár. Pampeana* 84:6-7.
- Funaro, D. O. y H. A. Paccapelo. 2001. Efectos directos e indirectos de componentes sobre el rendimiento de granos por planta en cereales sintéticos (Triticales y Tricepiros). CD y Actas del V Congreso Nacional de Trigo y III Simposio Nacional de Cereales de siembra otoño-invernal. Carlos Paz, Córdoba. 25 al 28 de septiembre.
- Funaro, D. O., O. A. Melis y H. A. Paccapelo. 2002a. Evaluación de genotipos de triticales y tricepiros en Santa Rosa, La Pampa. VIII Jorn. Pampeanas de Ciencias Naturales. Actas: 123-125. Santa Rosa.
- Funaro, D. O., G. Ginart, T. M. Sanchez y H. A. Paccapelo. 2002b. Valor nutritivo del forraje y del grano de líneas F4 y F5 de tricepiros (*Triticum x Secale x Thinopyrum*). V Jornadas de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Formosa.
- Gabriel, K.R. 1971. Biplot display of multivariate matrices with application to principal components analysis. *Biometrika*, 58: 453-467.

- Gauch, H.G. 1988. Model selection and validation for yield trials with interaction. *Biometrics* 44: 705-715.
- Gauch, H.G. & Zobel, R.W. 1996. AMMI analysis of yield trials. In M:S:Kang & H.G.Gauch, eds. *Genotype-by-environments interactions*. P. 85-122. Boca Raton, FL, CRC Press.
- Gauch, H.G. & Zobel, R.W. 1997. Identifying mega-environments and targeting genotypes. *Crop. Sci.*37:311-326.
- Gauch, H.G. Jr. 2006. Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE. *Crop Sci.* 46:1488-1500.
- Goedert, C.; Clausen, A.; Puignau, J.P. 1995. Documento marco. Subprograma Recursos Genéticos, Programa Cooperativo para el desarrollo tecnológico agropecuario del Cono Sur (PROCISUR). 52 pp.
- Goyal, A.; Beres, B.L., Randhawa, H. S.; Navabi, A.; Salmon, D.F. and F. Eudes. 2011. Yield stability analysis of broadly adaptive triticale germplasm in southern and central Alberta, Canadá, for industrial end-use suitability. *Can. J. Plant Sci.* 91: 125-135.
- Grassi, E., M. Scaldaferrro, B. Szpiniak y V. Ferreira. 1999. Tricepiros: relación entre condición citológica y fertilidad. XXIX Cong. Arg. y III Jorn. Chileno - Argentina de Genética. *Actas de Res.*:388. Rosario de Santa Fe, Argentina.
- Grassi, E., D. Croatto, G. Magnobosco, L. Reynoso, B. Szpiniak y V. Ferreira. 2001. Rendimiento de materia seca en líneas de tricepiro en Río Cuarto, Córdoba. V Cong. de Trigo / III Simp. Nacional Cereales de Siembra Otoño-Invernal. *Actas s/ paginar Panel 26*. Carlos Paz, Córdoba.
- Grassi, E.; L. Reynoso L.; Odorizzi, A; Szpiniak, B. Y V. Ferreira. 2003. Producción de semilla en triticales forrajeros con riego suplementario en Río Cuarto, Córdoba. *Rev. UNRCuarto* 23 (1-2)49-57.
- Grassi, E. ; Odorizzi, A. ;Reynosos L.; Szpiniak B. Y V. Ferreira. 2004. Producción de semilla en triticales forrajeros. Efecto de diferentes practicas agronomicas. *Rev. De la UNRC.* 24(1-2):43-56.
- Grassi, E., B. Szpiniak y V. Ferreira. 2006. Características productivas de líneas de tricepiro obtenidas en la UN de Río Cuarto. XXXV Congreso Argentino de Genética. *JBAG* 17 Suppl. 2:149. San Luis
- Grassi, E., Ferreira, A., Castillo, E. , Ganum Gorriz, M. J. y V. Ferreira. 2008. VII Congreso Nacional de Trigo. V Simposio Nacional de Cereales de Siembra Otoño Invernal. Santa Rosa, La Pampa. 2-4 de Julio. *Actas en CD*.
- Hede, A.R. 2000. A new approach to triticale improvement. In: *Research highlight of the CIMMYT wheat program, 1999-2000*. p. 21-26.

- INASE Res. N° 48/92. Bol. Oficial N° 27.487, 1a. Sección, p. 26, 06/10/92.
- INASE Res. N° 11/97.
- INASE 2003, 2005, 2006 Producción de semilla fiscalizada. Boletines del Instituto Nacional de Semillas, SAGPyA, MECON, B. Aires. INASE 2007
- INDEC 2002 Encuesta Nacional Agropecuaria 2001. Min. Economía, B. Aires.
- Kang, M.; Balzarini, M. & Guerra, J. 2004. Genotype-by-environment interaction. In A: Saxton (ed.) Genetic Analysis of Complex Traits Usin SAS. Pp 69-94. BBU Press. SAS Institute, Cary NC. ISSN. 1-59047-507-0.
- Kaya, Y., C. Palta, and S. Taner 2002. Additive main effects and multiplicative interactions analysis of yield performances in bread wheat genotypes across environments. Turkish journal of Agriculture 30:325-337
- Lin, C.S., Binns, M.R., and L.P. Lefkovitch, 1986. Stability analysis: Where do we stand? Crop Sci., 26: 894-900.
- Lozano del Rio, A.J.; Zamora Villa, V.M.; Ibarra Jiménez, L.; Rodríguez Herrera, S.A.; de la Cruz Lázaro, E. y M. de la Rosa Ibarra. 2009. Análisis de la interacción genotipo-ambiente mediante el modelo AMMI y potencial de producción de triticales forrajeros (xTriticosecale Wittm.). Universidad y Ciencia. Trópico húmedo 25(31): 81-92.
- Magnabosco, G., B. Szpiniak, E. Grassi y V. Ferreira. 2001. Avance por selección de la fertilidad en cruzas de triticale x tricepiro. XXX Cong. Arg. Genética / IV Jorn. Argentino Uruguayas de Genética. JBAG 14 (2) Supplement:197. Mar del Plata, Argentina.
- Mariotti, J. 1994. La interacción genotipo-ambiente, su significado e importancia en el mejoramiento genético y en la ecuación de cultivares. Serie Monográfica N°1. INTA-CRTS.37p.
- Mergoum, M., R. C. Frohberg, R. W. Stack, N. Riveland, T. Olson, and J. D. Miller. 2005. Registration of spring wheat germplasm ND 652 resistant to root rot, leaf, and stem rusts. Crop Science 45: 2667-2668.
- Michelena, A., I. Romagosa., J. Martín, y A. López. 1995. Estabilidad de la calidad y el rendimiento del trigo harinero. Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales 10(2):201-213.
- Mombelli, J. C y M. C. Spada. 1992. Cuanto rinden los verdes de invierno?. Hoja Informativa para Ganaderos N° 577. INTA Manfredi. Pág. 8 y 9.
- Moreno-González, J. y J. Crossa. 1998. Combining genotype, environment and attributes variables in regression models for predicting the cell- mean of multi-environment cultivars trials. Theoretical and Applied Genetics. 96:803-811.

- Paccapelo, H.A.; D.O. Funaro; T.B. Mac Cormick y O. A. Melis. 2004. Rendimiento de grano y sus componentes en cereales sintéticos (tricepiros y triticales). Revista Facultad de Agronomía de la UNLPam. Vol 15 (1/2): 3-8.
- Pérez, J.C.; H. Ceballos; E. Ortega; J. Lenis. 2005. Análisis de la interacción genotipo por ambiente en yuca (*Manihot esculenta* Crantz) usando el modelo AMMI. Fitotecnia Colombiana. 5(2):11-19.
- Pochettino, C., E. Grassi y V. Ferreira. 2007. Variación fenotípica y elección de líneas en tricepiro. XXXVI Congreso de la Soc. Arg. de Genética, Pergamino.
- Ramacciotti, J., M. Rampo, J. Sartori y R.H.Maich. 2010. Triticale para grano, opción de bajo costo en ambientes con poco agua. La voz del campo. Córdoba. 2 de Julio de 2010. www.lavoz.com.ar.
- Royo, C., D. Villegas, Y. Rharrabti, R. Blanco, V. Martos, and L.F. García del Moral. 2006. Grain growth and yield formation of durum wheat grown at contrasting latitudes and water regimes in a Mediterranean environment. Cereal Res. Commun. 34:1021–1028.
- Ruiz, M. de los A.; Paccapelo, H. A. y G. F. Covas. 2001. Tricepiro: una planta con múltiples aplicaciones. Boletín de divulgación técnica 71: 28-34.
- Ruiz, M. de los A.; Golberg, A.D. y O. Martínez. 2007. Limitación hídrica y producción de forraje y semilla de variedades de tricepiro, triticales y trigopiro. Revista Argentina de Producción Animal. Vol 27 Supl. 1. 188-189.
- Ruiz, M. de los A.; Golberg, A. D. y O. Martínez. 2008. Producción y calidad de forraje de tricepiro, triticales y trigopiro bajo condiciones de limitación hídrica. VII Congreso Nacional de Trigo y V Simposio Nacional de cereales de siembra otoño invernal. Santa Rosa, 2-4 Julio. Actas en CD.
- Sahagún J. 1998. Evaluaciones genotípicas en series de experimentos. Germen N°. 14. Sociedad Mexicana de Fitogenética, 40 p.
- Scaldaferro, M., E. Grassi, B. Szpiniak y V. Ferreira. 1999. Nivel de ploidía e inestabilidad citológica en tricepiros. XXIX Cong. Arg. y III Jorn. Chileno - Argentina de Genética. Actas de Res.:387. Rosario de Santa Fe, Argentina.
- Scaldaferro, M. 2001. Citogenética y fertilidad en tricepiro (triticales x trigopiro). Trabajo Final Lic. en Genética. Fac. Cs. Naturales, UN Misiones.
- Soil Survey Staff. 1975. Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys, USDA-SCS Agric. Handb. No. 436. U.S. Govt. Print. Office, Washington, DC.
- Solano S., J.; Barriga B.,P. ;Krarup H. A. y H. Figueroa S. 1998. Estabilidad temporal del rendimiento de genotipos mutantes de trigo, mediante el modelo de interacción multiplicativa y efectos principales aditivos (AMMI). Agrosur. 26(2):19-32.

- Stefanazzi, I.N.; Rivero, E.R.D. y H.A. Paccapelo. 2004. Descripción citológica y morfológica de las cruces entre triticales y triticales x tricepiro. VI Congreso Nacional de Trigo y IV Simposio Nacional de Cultivos de siembra otoño invernal. Bahía Blanca, 20-22 de octubre de 2004. p 381-382.
- Szpiniak, B., E. Grassi, M. Scaldaferrro y V. Ferreira. 1997. Relación entre fertilidad y micrósporas sin micronúcleos en tricepiro. XXVIII Congreso Argentino de Genética, Actas de Res.:153. San Miguel de Tucumán.
- Szpiniak, B., E. Grassi, D. Croatto y V. Ferreira. 1998. Efecto del estrés salino y fertilidad en selectas de tricepiro. XXII Cong. Arg. Prod. Animal. RAPA 18 Supl.1:183. UN de Río Cuarto.
- Tomaso, J. C: 1997. Verdeos de invierno. Producción y manejo. Agromercado. Pág. 34-37.
- Tomaso, J. C. 2008. Cereales Forrajeros de invierno: Producción de Materia Seca, Manejo del Cultivo, Curvas de Producción. INTA Bordenave. www.engormix.com
- Tosso, H.; Paccapelo, H.A. y G. F. Covas. 1997. Caracterización de líneas avanzadas de tricepiro. II. Productividad de forraje, producción de grano y evaluación de componentes de rendimiento. RIA. Vol. 28 (1): 47-54.
- Tosso, H.; Paccapelo H. A. y G. F. Covas. 2000. Caracterización de líneas avanzadas de tricepiro. I. Descripción citológica. RIA. Vol. 29 (1):32-52.
- Varughese, G., Barker, T. and E. Saari. 1987. Triticale. CIMMYT, México, D.F. 32 pp.
- Venkovsky, R. y P. Barriga.1992. Genética biométrica no Fitomelhoramento de Plantas. Sociedade Brasileira de Genética. Riberáo Preto, Sao Paulo, Brasil. 486 p.
- Verón, S.R., Paruelo, J.M., Sala, O.E. y W.K. Lauenroth. 2002. Environmental controls of primary production in agricultural systems of the Argentine Pampas. *Ecosystems* 5:625-635.
- Yan, W., Hunt L., Sheng Q. and Z. Slavinscs. 2000. Cultivars evaluation and mega-environment investigation based on GGE Biplot. *Crop Sci.* 42:21-30.
- Yan, W. 2001. GGE Biplot - A windows application for graphical analysis of multi-environment trial data and other types of two-way data. *Agron.J.* 93: 1111-1118.
- Yan, W. & Hunt, L.A.2001. Interpretation og genotypes x enviroment interaction for winter wheat yield in Ontario. *Crop Science* 41: 19-25.
- Yan, W. & Hunt, L.A.2002. Biplot Analysis of Diallel Data. *Crop Sci.* 42:21-30.
- Yan, W.; Hunt, L.A.; Sheng, Q. and Z. Szlavnic. 2002. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Scie.* 40: 597-605.

- Yan, W, and Rajcan, I . 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. *Crop Sci.* 42: 11-20.
- Yan, W. and M.S. Kang. 2003. *GGE Biplot analysis: a graphical tool for breeders, geneticists and agronomists.* CRC Press, Boca Ratón, Fl.
- Yang, R.C.; Crossa, J., Cornelius, P.L. and J.Burgueno. 2009. Biplot analysis of genotype x environment interaction: proceed with caution. *Crop Sci.* 49: 1564-1576.
- Yan, W, and Rajcan, I . 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. *Crop Sci.* 42: 11-20.
- Zobel, R.W. ; Wright, M.J. & Gauch, H.G.1988. Statistical analysis of a yield trial. *Agron. J.* 80: 388-393.

7. ANEXOS

Anexo 1. Rendimiento de forraje (Materia Seca, kg ha⁻¹) de triticales y tricepiros en Río Cuarto (Córdoba) en el ciclo 2008

Genotipo	Materia Seca Primer Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Segundo Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Tercer Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Total (kg ha ⁻¹)
C94/404	2458 ab	2414 abcdefg	1425 defg	6298 ab
C94/510	2246 abc	2537 abcde	1757 bcde	6541 ab
C94/528	2089 abcde	2342 abcdefg	1422 defg	5853 abc
C95/140	2194 abcd	2322 abcdefg	1569 def	6085 ab
C95/8	2752 a	1777 g	1326 efg	5855 abc
C95/28	2400 ab	2452 abcdef	1522 def	6374 ab
C95/46	1548 cdef	2771 ab	1771 bcde	6090 ab
C95/68	2343 ab	2115 cdefg	2073 bcd	6531 ab
C95/88	1867 bcde	2741 abc	1718 bcde	6325 ab
Genú	2145 abcd	2645 abcde	1671 cdef	6461 ab
Tizné	2202 abcd	2257 abcdefg	1524 def	5982 abc
Yagán	1005 f	2346 abcdefg	2273 bc	5625 bc
Genú HA	1434 ef	2903 a	1183 efg	5521 bc
Quiñé RA	2487 ab	1818 fg	1331 efg	5636 bc
LF 65 X Horovitz/2	2345 ab	2215 bcdefg	1341 efg	5902 abc
LF 65 X Horovitz/4	1997 bcde	2492 abcde	1433 defg	5923 abc
Lasko x Horovitz/11	1859 bcde	2088 defg	806 g	4754 c
TCP LP 114	2070 abcde	2725 abcd	1188 efg	5984 abc
TCP LP 117	2436 ab	2061 efg	1190 efg	5687 bc
Don René INTA	1512 def	2395 abcdefg	1599 def	5506 bc
TCP 115	2115 abcde	2474 abcde	1002 fg	5591 bc
TCP 116	2371 ab	2226 bcdefg	2368 b	6966 a
TCP 3/40-50	1563 cdef	2107 cdefg	3067 a	6736 ab

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas DMS (0,05)

Anexo 2. Rendimiento de forraje (Materia Seca, kg ha⁻¹) de triticales y tricepiros en Río Cuarto (Córdoba) en el ciclo 2009

Genotipo	Materia Seca Primer Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Segundo Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Tercer Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Total (kg ha ⁻¹)
C94/404	3440 abcdef	669 ghi	549 def	4658 defgh
C94/510	2473 def	976 defghi	433 f	3883 fgh
C94/528	3404 abcdef	857 efghi	499 f	4761 defgh
C95/140	2228 ef	1112 defgh	527 ef	3868 fgh
C95/8	2417 def	1015 defgh	490 f	3922 fgh
C95/28	2182 ef	801 efghi	436 f	3419 h
C95/46	2802 abcdef	1265 abcdef	666 bcdef	4733 defgh
C95/68	3310 abcdef	1673 abc	952 bc	5935 abcde
C95/88	2732 bcdef	1114 cdefgh	658 bcdef	4505 efgh
Genú	3297 abcdef	446 i	499 f	4242 fgh
Tizné	2904 abcdef	655 hi	606 cdef	4164 fgh
Yagán	2725 bcdef	1279 abcde	777 bcdef	4780 defgh
Genú HA	2096 f	1013 defgh	610 cdef	3719 gh
Quiñé RA	2538 cdef	716 fghi	546 ef	3800 gh
LF 65 X Horovitz/2	3768 abcd	1771 ab	994 b	6532 ab
LF 65 X Horovitz/4	4116 a	1424 abcd	543 ef	6083 abcd
Lasko x Horovitz/11	3908 ab	1785 ab	655 bcdef	6349 abc
TCP LP 114	3854 abc	1764 ab	930 bcd	6547 ab
TCP LP 117	3513 abcde	777 efghi	718 bcdef	5008 cdefg
Don René INTA	3506 abcde	1228 bcdefg	564 def	5298 bcdef
TCP 115	3879 abc	1468 abcd	479 f	5826 bcde
TCP 116	3764 abcd	1818 a	1728 a	7311 a
TCP 3/40-50	3064 abcdef	839 efghi	896 bcde	4798 defgh

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas DMS (0,05)

Anexo 3. Rendimiento de forraje (kg ha⁻¹) de triticales y tricepiros en Río Cuarto (Córdoba) en el ciclo 2010

Genotipo	Materia Seca Primer Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Segundo Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Tercer Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Total (kg ha ⁻¹)
C94/404	1493 bcde	773 bcdef	779 defg	3045 defg
C94/510	2896 abc	689 cdef	1094 defg	4680 bcde
C94/528	626 e	492 ef	1260 de	2378 fg
C95/140	2210 abcde	796 bcdef	724 defg	3730 cdefg
C95/8	2851 abc	296 f	269 g	3416 cdefg
C95/28	1813 abcde	730 bcdef	1363 d	3905 cdefg
C95/46	2493 abcd	1235 b	2507 ab	6235 ab
C95/68	1208 cde	1073 bc	2225 bc	4506 bcdef
C95/88	3349 a	666 cdef	1165 def	5181 abcd
Genú	1601 abcde	949 bcde	1420 cd	3970 bcdefg
Tizné	3222 ab	618 cdef	691 defg	4531 bcdef
Yagán	1809 abcde	718 cdef	1157 def	3684 cdefg
Genú HA	1953 abcde	783 bcdef	1296 de	4032 bcdefg
Quiñé RA	2740 abc	1053 bcd	471 efg	4265 bcdef
LF 65 X Horovitz/2	491 e	624 cdef	856 defg	1972 g
LF 65 X Horovitz/4	1577 bcde	929 bcde	1452 cd	3958 bcdefg
Lasko x Horovitz/11	1728 abcde	703 cdef	421 fg	2853 efg
TCP LP 114	2817 abc	830 bcde	1224 def	4871 abcde
TCP LP 117	818 de	587 cdef	1518 cd	2923 defg
Don René INTA	1830 abcde	562 def	758 defg	3150 cdefg
TCP 115	2651 abc	1008 bcd	1151 def	4811 bcde
TCP 116	2966 abc	932 bcde	1450 cd	5349 abc
TCP 3/40-50	2035 abcde	1827 a	3296 a	7159 a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas DMS (0,05)

Anexo 4. Rendimiento de forraje(Materia Seca, kg ha⁻¹) de triticales y tricepiros en Río Cuarto (Córdoba) en el ciclo 2011

Genotipo	Materia Seca Primer Corte (kg ha ⁻¹)		Materia Seca Segundo Corte (kg ha ⁻¹)		Materia Seca Tercer Corte (kg ha ⁻¹)		Materia Seca Total (kg ha ⁻¹)	
C94/404	2189	ab	1595	a	252	efgh	4036	a
C94/510	2663	a	1646	a	211	fgh	4520	a
C94/528	1965	ab	1332	a	355	cdefgh	3653	ab
C95/140	2234	ab	1317	a	205	fgh	3755	ab
C95/8	2373	ab	1520	a	131	h	4025	a
C95/28	1702	bc	1154	ab	546	bc	3402	ab
C95/46	1828	ab	1491	a	438	cdef	3756	ab
C95/68	1870	ab	1469	a	516	bcd	3855	a
C95/88	2215	ab	1476	a	186	gh	3876	a
Genú	1899	ab	1231	ab	316	cdefgh	3447	ab
Tizné	1964	ab	1606	a	159	gh	3730	ab
Yagán	1928	ab	1370	a	271	efgh	3568	ab
Genú HA	1929	ab	1503	a	398	cdefg	3830	a
Quiñé RA	1955	ab	1353	a	304	defgh	3612	ab
LF 65 X Horovitz/2	425	d	327	c	702	ab	1454	c
LF 65 X Horovitz/4	1973	ab	1414	a	215	fgh	3602	ab
Lasko x Horovitz/11	1772	b	1346	a	302	defgh	3419	ab
TCP LP 114	1985	ab	1357	a	279	defgh	3621	ab
TCP LP 117	1988	ab	1382	a	264	efgh	3634	ab
Don René INTA	1920	ab	1467	a	330	cdefgh	3717	ab
TCP 115	1733	b	1355	a	385	cdefg	3473	ab
TCP 116	2164	ab	1509	a	472	bcde	4145	a
TCP 3/40-50	887	cd	738	bc	906	a	2531	bc

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas DMS (0,05)

Anexo 5. Rendimiento de forraje (Materia Seca, kg ha⁻¹) de triticales y tricepiros en Río Cuarto (Córdoba) en el ciclo 2012.

Genotipo	Materia Seca Primer Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Segundo Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Tercer Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Total (kg ha ⁻¹)
C94/404	1771 cde	856 abcdef	1162 bcdefg	3789 bc
C94/510	2788 ab	658 cdefg	1107 bcdefg	4552 abc
C94/528	2056 abcde	855 abcdef	1447 bcdefg	4358 bc
C95/140	2110 abcd	678 cdefg	1058 cdefg	3847 bc
C95/8	1458 de	905 abcd	1596 bcdefg	3958 bc
C95/28	2043 abcde	611 defg	1116 bcdefg	3770 bc
C95/46	1773 cde	878 abcdef	1409 bcdefg	4060 bc
C95/68	1683 cde	747 bcdefg	1803 bcde	4233 bc
C95/88	2496 abc	548 efg	1039 defg	4083 bc
Genú	2239 abcd	502 fg	768 g	3509 c
Tizné	2940 a	490 g	898 fg	4328 bc
Yagán	1544 cde	827 abcdefg	1759 bcdef	4130 bc
Genú HA	2167 abcd	967 abc	1991 b	5125 ab
Quiñé RA	2080 abcd	641 cdefg	947 efg	3668 c
LF 65 X Horovitz/2	1986 abcde	663 cdefg	1602 bcdefg	4251 bc
LF 65 X Horovitz/4	1996 abcde	878 abcde	1703 bcdef	4577 abc
Lasko x Horovitz/11	1450 de	922 abcd	1872 bcd	4244 bc
TCP LP 114	1085 e	791 bcdefg	1876 bcd	3752 bc
TCP LP 117	1860 bcde	823 abcdefg	980 defg	3663 c
Don René INTA	1774 cde	1093 ab	1946 bc	4813 abc
TCP 115	1505 de	892 abcde	1466 bcdefg	3863 bc
TCP 116	1337 de	964 abcd	1294 bcdefg	3595 c
TCP 3/40-50	1715 cde	1160 a	2979 a	5854 a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas DMS (0,05)

Anexo 6. Rendimiento de forraje (Materia Seca, kg ha⁻¹) de triticales y tricepiros en Santa Rosa (La Pampa) en el ciclo 2008.

Genotipo	Materia Seca Primer Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Segundo Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Tercer Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Total (kg ha ⁻¹)
C94/404	905 bc	835 bc	309 defghi	2049,7 bcde
C94/510	474 cd	713 bcd	277 efghij	1463,3 efghijk
C94/528	358 d	982 b	301 defghi	1641,0 cdefgh
C95/140	355 d	858 bc	337 cdefg	1550,3 defghij
C95/8	508 cd	829 bc	291 efghij	1627,3 cdefghi
C95/28	358 d	982 b	301 defghi	1641,0 cdefgh
C95/46	1026 ab	902 b	326 cdefgh	2254,3 bc
C95/68	1460 a	661 bcd	472 c	2592,3 b
C95/88	534 cd	959 b	348 cdef	1841,0 cdefgh
Genú	424 d	852 bc	852 a	2127,7 bcd
Tizné	318 d	867 bc	135 j	1320,3 fghijk
Yagán	356 d	696 bcd	339 cdefg	1391,7 efghijk
Genú HA	453 cd	966 b	452 cd	1871,3 cdefg
Quiñé RA	589 bcd	992 b	387 cde	1967,7 bcdef
LF 65 X Horovitz/2	368 d	898 b	161 ij	1427,0 efghijk
LF 65 X Horovitz/4	416 d	905 b	198 fghij	1519,3 defghij
Lasko x Horovitz/11	215 d	853 bc	206 fghij	1273,3 ghijk
TCP LP 114	216 d	507 cd	170 hij	892,3 jk
TCP LP 117	335 d	688 bcd	182 ghij	1204,7 hijk
Don René INTA	1017 ab	1587 a	650 b	3254,7 a
TCP 115	259 d	533 cd	186 ghij	977,7 ijk
TCP 116	238 d	458 d	152 ij	848,0 k
TCP 3/40-50	582 bcd	420 d	370 cde	1372,0 fghijk

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas DMS (0,05)

Anexo 7. Rendimiento de forraje (Materia Seca, kg ha⁻¹) de triticales y tricepiros en Santa Rosa (La Pampa) en el ciclo 2009

Genotipo	Materia Seca Primer Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Segundo Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Tercer Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Total (kg ha ⁻¹)
C94/404	383 ef	528 de	386 fghijk	1297 cde
C94/510	311 ef	333 def	353 ijkl	997 e
C94/528	203 f	552 d	503 defg	1257 cde
C95/140	591 de	250 f	317 jkl	1158 cde
C95/8	575 def	285 ef	361 ijkl	1222 cde
C95/28	256 ef	311 def	383 ghijk	950 e
C95/46	278 ef	192 f	378 hijkl	847 e
C95/68	589 de	193 f	255 l	1038 de
C95/88	867 cd	343 def	344 ijkl	1554 c
Genú	936 cd	310 def	297 kl	1543 cd
Tizné	292 ef	309 def	458 efghi	1059 cde
Yagán	442 ef	333 def	297 kl	1072 cde
Genú HA	339 ef	221 f	364 ijkl	924 e
Quiñé RA	239 ef	338 def	430 fghij	1007 e
LF 65 X Horovitz/2	1085 bc	1427 a	646 bc	3158 a
LF 65 X Horovitz/4	1492 a	977 bc	509 def	2978 ab
Lasko x Horovitz/11	1460 ab	1016 bc	598 cd	3074 ab
TCP LP 114	1472 a	1331 a	496 defgh	3299 a
TCP LP 117	1492 a	927 c	598 cd	3017 ab
Don René INTA	583 def	175 f	280 kl	1040 de
TCP 115	1602 a	1232 ab	579 cde	3413 a
TCP 116	931 cd	1429 a	813 a	3172 a
TCP 3/40-50	908 cd	953 c	738 ab	2599 b

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas DMS (0,05)

Anexo 8. Rendimiento de forraje (Materia Seca, kg ha⁻¹) de triticales y tricepiros en Santa Rosa (La Pampa) en el ciclo 2010.

Genotipo	Materia Seca Primer Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Segundo Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Tercer Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Total (kg ha ⁻¹)
C94/404	1676 abc	971 cdef	575 bcd	3222 ab
C94/510	2051 ab	600 fgh	521 bcde	3172 ab
C94/528	1606 abcd	498 gh	442 def	2546 b
C95/140	1608 abcd	1025 bcde	508 bcde	3141 ab
C95/8	2098 a	828 efg	442 def	3368 a
C95/28	1345 abcde	935 def	633 b	2913 ab
C95/46	1661 abc	1172 bcde	475 cdef	3309 ab
C95/68	1050 cdef	1415 ab	519 bcde	2983 ab
C95/88	1432 abcd	995 cde	488 cde	2915 ab
Genú	1459 abcd	1022 bcde	446 cdef	2927 ab
Tizné	1614 abcd	803 efg	546 bcde	2963 ab
Yagán	1364 abcde	1241 abcd	588 bc	3193 ab
Genú HA	1295 bcde	1345 abc	792 a	3432 a
Quiñé RA	1540 abcd	857 defg	567 bcd	2964 ab
LF 65 X Horovitz/2	881 def	297 h	264 h	1441 c
LF 65 X Horovitz/4	417 f	339 h	417 efg	1172 c
Lasko x Horovitz/11	667 ef	206 h	341 fgh	1214 c
TCP LP 114	453 f	230 h	239 h	921 c
TCP LP 117	386 f	316 h	453 cdef	1155 c
Don René INTA	1017 cdef	1587 a	650 ab	3255 ab
TCP 115	386 f	316 h	453 cdef	1155 c
TCP 116	853 def	264 h	336 fgh	1453 c
TCP 3/40-50	614 ef	207 h	275 gh	1096 c

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas DMS (0,05)

Anexo 9. Rendimiento de forraje (Materia Seca, kg ha⁻¹) de triticales y tricepiros en Santa Rosa (La Pampa) en el ciclo 2011.

Genotipo	Materia Seca Primer Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Segundo Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Tercer Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Total (kg ha ⁻¹)
C94/404	372 bcdef	326 bcdef	506 cdef	1203 abcd
C94/510	488 ab	392 abcd	345 f	1226 abcd
C94/528	376 bcdef	472 a	568 bcdef	1415 ab
C95/140	451 ab	379 abcde	526 cdef	1356 abc
C95/8	550 a	235 efg	491 ef	1277 abcd
C95/28	381 bcde	409 abc	693 bcde	1483 a
C95/46	266 efg	419 ab	532 cdef	1217 abcd
C95/68	229 fg	162 gh	1033 a	1425 ab
C95/88	362 bcdefg	320 bcdef	669 bcde	1351 abcd
Genú	425 abcd	327 bcdef	702 bcde	1454 a
Tizné	468 ab	263 defg	514 cdef	1245 abcd
Yagán	434 abc	300 bcdefg	471 ef	1205 abcd
Genú HA	364 bcdefg	229 fgh	732 bcd	1325 abcd
Quiñé RA	344 bcdefg	265 cdefg	675 bcde	1285 abcd
LF 65 X Horovitz/2	425 abcd	327 bcdef	702 bcde	1454 a
LF 65 X Horovitz/4	468 ab	263 defg	514 cdef	1245 abcd
Lasko x Horovitz/11	214 g	205 fgh	765 b	1184 abcd
TCP LP 114	292 cdefg	233 fgh	501 def	1027 d
TCP LP 117	364 bcdefg	229 fgh	732 bcd	1325 abcd
Don René INTA	281 defg	220 fgh	669 bcde	1170 abcd
TCP 115	287 cdefg	243 efg	626 bcde	1156 abcd
TCP 116	269 efg	163 gh	682 bcde	1114 bcd
TCP 3/40-50	243 efg	89 h	734 bc	1066 cd

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas DMS (0,05)

Anexo 10. Rendimiento de forraje (Materia Seca, kg ha⁻¹) de triticales y tricepiros en Santa Rosa en el ciclo 2012.

Genotipo	Materia Seca Primer Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Segundo Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Tercer Corte (kg ha ⁻¹)	Materia Seca Total (kg ha ⁻¹)
C94/404	1225 a	855 abc	317 bcdefg	2397 a
C94/510	944 ab	841 abc	141 gh	1925 abcd
C94/528	911 bc	842 abc	232 cdefgh	1985 abcd
C95/140	941 ab	776 abc	210 efgh	1926 abcd
C95/8	856 bcd	958 a	157 gh	1972 abcd
C95/28	802 bcd	704 abcd	217 defgh	1723 bcde
C95/46	750 bcd	736 abc	370 bcdef	1856 bcd
C95/68	614 cd	580 cd	972 a	2166 ab
C95/88	745 bcd	816 abc	262 bcdefgh	1822 bcd
Genú	669 bcd	695 abcd	226 cdefgh	1590 cde
Tizné	764 bcd	755 abc	135 gh	1653 cde
Yagán	795 bcd	723 abcd	74 h	1592 cde
Genú HA	900 bc	703 abcd	354 bcdef	1956 abcd
Quiñé RA	634 cd	773 abc	143 gh	1550 de
LF 65 X Horovitz/2	955 ab	708 abcd	291 bcdefg	1954 abcd
LF 65 X Horovitz/4	832 bcd	640 bcd	182 fgh	1654 cde
Lasko x Horovitz/11	864 bcd	874 ab	273 bcdefg	2010 abcd
TCP LP 114	669 bcd	755 abc	380 bcde	1804 bcde
TCP LP 117	792 bcd	819 abc	268 bcdefgh	1880 bcd
Don René INTA	831 bcd	582 cd	407 bcd	1820 bcd
TCP 115	848 bcd	747 abc	419 bc	2014 abcd
TCP 116	889 bc	730 abc	447 b	2066 abc
TCP 3/40-50	578 d	436 d	314 bcdefg	1328 e

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas DMS (0,05)

Anexo 11. Rendimiento promedio de grano (kg ha⁻¹) para Río Cuarto (Córdoba) en el período 2009-2012.

Genotipo		2009	2010	2011	2012				
1	C94/404	562	fghi	4081	bcdefghi	5338	a	2493	efghi
2	C94/510	801	cdefghi	5043	ab	4210	ab	3028	bcdef
3	C94/528	865	cdefghi	4003	bcdefghi	3369	bcdefghij	3119	bcde
4	C95/140	684	efghi	4927	abc	3952	bc	2940	cdef
5	C95/8	491	ghi	4097	bcdefghi	3826	bcde	2240	ghij
6	C95/28	712	efghi	4710	abcd	3547	bcdefghi	3070	bcdef
7	C95/46	301	i	4598	abcde	3992	bc	2580	defgh
8	C95/68	865	cdefghi	4200	abcdefgh	3852	bcde	3041	bcdef
9	C95/88	352	hi	3815	cdefghi	3882	bcd	3652	ab
10	Genú HA	764	defghi	2730	j	2576	hijkl	2843	cdefg
11	Quiñé RA	801	cdefghi	3418	efghi	3255	bcdefghij	2254	ghij
12	Genú UNRC	1174	abcdef	3346	fghi	3825	bcde	2255	ghij
13	Tizné UNRC	798	cdefghi	2488	klmn	2872	cdefghijk	1840	ijkl
14	Yagán INTA	755	defghi	3112	ghi	2575	hijkl	1897	ijkl
15	Eronga CIMMYT	1144	abcdefg	4226	abcdefg	3839	bcde	2579	defgh
16	Don Santiago INTA	599	fghi	4614	abcd	3756	bcdefg	1893	ijkl
17	Don René	599	fghi	3002	i	3033	cdefghijk	1772	jkl
18	LF 65 X Horovitz/2	630	efghi	3319	fghi	2441	ijklm	1639	jkl
19	LF 65 X Horovitz/4	473	ghi	3284	fghij	2926	cdefghijk	1505	kl
20	Lasko x Horovitz/11	820	cdefghi	2790	j	2653	ghijkl	2578	defgh
21	TCP LP 114	686	efghi	3010	hijk	2737	efghijk	1705	jkl
22	TCP LP 117	776	defghi	3682	defghijk	2755	defghijk	1911	ijkl
23	TCP 115	485	ghi	2851	jk	2675	fghijk	2140	hijk
24	TCP 116	370	hi	2168	jkl	2780	defghijk	2197	ghij
25	TCP 3/40-50	518	fghi	2801	klm	2718	efghijk	1304	l
26	LF53 x Horovitz /6	943	bcdefghi	4100	bcdefghijklm	2974	cdefghijk	1685	jkl
27	LF98 x Horovitz /5	693	efghi	5380	a	3701	bcdefgh	2729	cdefgh
28	LF 53x LF37/12	708	efghi	2537	klmn	2350	klm	2792	cdefgh
29	(T60xTehuelche) x LF65/6	606	efghi	3179	ghijklmn	1517	lmn	2442	fghi
30	LF 97 x T 312/11	613	efghi	3245	fghijklmn	1050	n	1858	ijkl
31	Cim 03 FW/61	979	bcdefghi	3151	ghijklmn	1350	mn	2200	ghij
32	Cim 03FW/64	1462	abc	5072	ab	2533	ijkl	2675	defgh
33	Cim 03 FW/75	1279	abcde	4279	abcdefg	2117	klmn	2641	defgh
34	Cim 03 FW/77	1744	a	4915	abc	2417	ijklm	2262	ghij
35	Cim 03 IT/8	1564	ab	3760	cdefghijklmn	2150	klmn	2711	cdefgh
36	Cim 03 IT/12	1014	bcdefgh	4241	abcdefg	2150	klmn	2841	cdefg
37	Cim 05 IT/809	1140	abcdefg	3833	cdefghijklmn	3083	bcdefghij	3366	abc
38	Cim 05 IT/810	766	defghi	4416	abcdef	2900	cdefghijk	2754	cdefgh
39	Cim 05 IT/826	1149	abcdefg	4107	bcdefghi	3067	cdefghijk	3189	abcd
40	Cim 05 IT/829	720	efghi	3246	fghi	3033	cdefghijk	3067	bcdef
41	CIM 05 IT/832	1410	abcd	3631	defghi	2650	ghijkl	2597	defgh
42	CIM 05 IT/830	1076	abcdefg	3666	defghi	3300	bcdefghij	3804	a
43	CIM 05 IT/834	658	efghi	4089	bcdefghi	3800	bcdef	2645	defgh
44	CIM 05 IT/835	574	fghi	3996	bcdefghi	2683	fghijk	2628	defgh
Promedio		820,9		3753,6		3004,8		2485,5	
Desvío estándar		325,9		777,2		807,6		572,8	

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas DMS (0,05)

Anexo 12. Rendimiento promedio de grano (kg ha⁻¹) para **Santa Rosa (La Pampa)** en el período 2009 a 2012.

Genotipo		2009	2010	2011	2012				
1	C94/404	410	klmnopqr	3811	cdefghijklmn	3880	a	3967	abcdefg
2	C94/510	618	bcdefghijklmn	4881	abcdefgh	2902	abcdef	3740	bcdefghij
3	C94/528	883	abcde	5564	abc	3263	abcde	4880	a
4	C95/140	969	a	4781	abcdefghi	3088	abcdef	3832	bcdefghi
5	C95/8	543	ghijklmno	4628	abcdefghij	2958	abcdef	2889	hijkl
6	C95/28	805	abcdefg	4478	abcdefghijk	2333	bcdef	3573	bcdefghijk
7	C95/46	973	a	4592	abcdefghij	2907	abcdef	3444	bcdefghijkl
8	C95/68	477	ghijklmnopq	3824	cdefghijklmn	2372	bcdef	4078	abcdef
9	C95/88	756	abcdefghi	4236	abcdefghijklm	3650	ab	4342	ab
10	Genú HA	925	abcd	3629	efghijklmn	2248	cdef	2919	hijkl
11	Quiñé RA	675	abcdefghijkl	4045	abcdefghijklmn	2045	def	3483	bcdefghijkl
12	Genú	527	ghijklmno	3286	ghijklmn	2797	abcdef	3587	bcdefghijk
13	Tizné	653	abcdefghijklm	3169	hijklmn	2075	def	4124	abcde
14	Yagán	175	pqr	3179	hijklmn	3063	abcdef	3843	bcdefghi
15	Eronga	553	efghijklmno	3785	cdefghijklmn	3128	abcdef	2534	l
16	Don Santiago INTA	607	cdefghijklm	4008	abcdefghijklmn	2550	abcdef	3719	bcdefghijk
17	Don René	464	hijklmnopqr	2985	jklmn	1765	f	4211	abcd
18	LF 65 X Horovitz/2	713	abcdefghijk	2539	lmn	2623	abcdef	3916	abcdefgh
19	LF 65 X Horovitz/4	955	ab	4092	abcdefghijklmn	2302	bcdef	3770	bcdefghi
20	Lasko x Horovitz/11	150	qr	3027	ijklmn	1940	ef	2833	ijkl
21	TCP LP 114	130	r	2499	mn	2277	bcdef	3274	cdefghijkl
22	TCP LP 117	320	mnopqr	3511	fghijklmn	2208	cdef	3679	bcdefghijk
23	TCP 115	258	opqr	2336	n	2930	abcdef	3344	bcdefghijkl
24	TCP 116	880	abcdef	3213	hijklmn	2562	abcdef	2701	kl
25	TCP 3/40-50	587	defghijklmno	3856	bcdefghijklmn	2408	bcdef	3813	bcdefghi
26	LF53 x Horovitz /6	409	klmnopqr	4313	abcdefghijklm	2860	abcdef	3764	bcdefghi
27	LF98 x Horovitz /5	320	mnopqr	4329	abcdefghijkl	3312	abcde	3992	abcdef
28	LF 53x LF37/12	450	mnopqr	2783	klmn	3467	abc	3881	abcdefgh
29	(T60xTehuelche) x LF65/6	358	lmnopqr	4229	abcdefghijklmn	2746	abcdef	3342	bcdefghijkl
30	LF 97 x T 312/11	413	jklmnop	3082	ijklmn	1600		3248	cdefghijkl
31	Cim 03 FW/61	498	ghijklmno	3749	defghijklmn	2348	cdef	2958	ghijkl
32	Cim 03FW/64	542	fghijklmno	4710	abcdefghij	2802	abcdef	3826	bcdefghi
33	Cim 03 FW/75	503	ghijklmnop	4491	abcdefghijk	2540	bcdef	2954	ghijkl
34	Cim 03 FW/77	715	abcdefghijk	4514	abcdefghijk	2655	abcdef	3127	efghijkl
35	Cim 03 IT/8	782	abcdefghi	3929	abcdefghijklmn	2902	abcdef	3138	efghijkl
36	Cim 03 IT/12	740	abcdefgijik	5713	a	2887	abcdef	3976	abcdefg
37	Cim 05 IT/809	615	cdefghijklm	5368	abcde	2630	abcdef	3324	bcdefghijkl
38	Cim 05 IT/810	513	ghijklmnop	5011	abcdefg	2945	abcdef	3865	abcdefgh
39	Cim 05 IT/826	607	cdefghijklm	4885	abcdefgh	2528	abcdef	3199	defghijkl
40	Cim 05 IT/829	877	abcdef	5635	ab	3192	abcde	2717	jkl
41	CIM 05 IT/832	752	abcdefghij	5110	abcdef	3383	abcd	4262	abc
42	CIM 05 IT/830	795	abcdefgh	4438	abcdefghijk	2307	bcdef	3545	bcdefghijkl
43	CIM 05 IT/834	303	nopqr	4876	abcdefgh	2570	abcdef	3053	fghijkl
44	CIM 05 IT/835	932	abc	5456	abcd	2932	abcdef	4090	abcde
Promedio		594		4104		2702		3563	
Desvío estándar		231		886		487		509	

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas DMS (0,05)