



FACULTAD DE AGRONOMÍA
Universidad Nacional de La Pampa

**PRODUCCIÓN DE FORRAJE, GRANO Y SEMILLA EN LÍNEAS
EXPERIMENTALES DE TRITICALE (x *TRITICOSECALE* W.) Y TRICEPIRO
(x *TRITICOSECALE* W. X x *AGROTRITICUM CIFERRI & GIACOM*)**

**“Trabajo final de graduación presentado para obtener el título de: Ingeniero
Agrónomo”**

Autores: Formiglia, Gastón; Gareis, Gonzalo

**Director: Ferrari, Enzo David. Auxiliar - Jefe de Trabajos Prácticos en Genética y
Mejoramiento Genético de Plantas y Animales, Facultad de Agronomía (UNLPam)**

**Co-Director: Grassi Ezequiel Martín – Profesor Adjunto en Genética, Facultad de
Agronomía y Veterinaria (UNRC)**

Evaluadores: Dra. Picca Aurora

Ing. Lentz Celeste.

**FACULTAD DE AGRONOMÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA
Santa Rosa (La Pampa) - Argentina 2023**

ÍNDICE:

RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN	3
HIPÓTESIS.....	8
OBJETIVOS	8
MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
Evaluación de forraje.....	9
Grano forrajero.....	10
Producción de semilla.....	11
Análisis estadístico	11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
Evaluación de forraje.....	14
Análisis de correlaciones.....	22
Evaluación de Grano forrajero	26
Rendimiento y componentes de rendimiento	26
Subcomponentes del rendimiento de grano forrajero	29
Evaluación de Producción de semilla.....	32
Rendimiento y componentes de rendimiento	32
Subcomponentes del rendimiento.....	36
CONCLUSIÓN.....	44
BIBLIOGRAFÍA	46

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar genotipos de triticale y tricepiro según la producción de forraje, grano forrajero y semilla. Tres cultivares de triticale, 19 líneas experimentales de triticale y cinco de tricepiro se analizaron bajo un DBCA, durante el año 2020, en Santa Rosa, La Pampa. El ANOVA combinado reveló interacción entre el genotipo y el momento de corte. El primer corte de forraje promedió 1592 kg ha⁻¹, el segundo 2220 kg ha⁻¹ y el tercero 2037 kg ha⁻¹. Para mayor producción en el 1^{er} y 2^{do} corte resultó promisoria la línea 3 de tricepiro y la 15 de triticale; mientras que para mayor producción en el 2^{do} y 3^{er} corte destacó la línea 40 de triticale. La producción de semilla resultó un 36.7% superior a la de grano forrajero (1688.9 vs 1068.9 kg ha⁻¹), aunque la producción de grano forrajero acumuló en promedio 3812 kg ha⁻¹ de materia seca, lo cual permite una alternativa como cultivo doble propósito. La línea de tricepiro 3 resultó promisoria por su producción de forraje y grano forrajero. Por la complejidad en determinar un genotipo sobresaliente es necesario continuar con más evaluaciones para estimar con mayor precisión el rendimiento y la estabilidad.

Palabras claves: Materia seca, momento de corte, doble propósito.

ABSTRACT

This study aimed to assess genotypes of triticale and tricepiro based on forage, forage grain, and seed production. Three triticale cultivars, 19 experimental triticale lines, and five tricepiro lines were analyzed using a randomized complete block design during 2020 in Santa Rosa, La Pampa. Combined ANOVA revealed interaction between genotype and harvest time. The first forage cut averaged 1592 kg ha⁻¹, the second 2220 kg ha⁻¹, and the third 2037 kg ha⁻¹. Promising results for higher production in the 1st and 2nd cuts were found in tricepiro line 3 and triticale line 15; meanwhile, triticale line 40 excelled in

higher production in the 2nd and 3rd cuts. Seed production was 36.7% higher than forage grain (1688.9 vs. 1068.9 kg ha⁻¹), although forage grain production accumulated an average of 3812 kg ha⁻¹ of dry matter, allowing for a dual-purpose cultivation alternative. Tricepiro line 3 showed promise for both forage and forage grain production. Due to the complexity of determining an outstanding genotype, further evaluations are necessary to estimate performance and stability more accurately.

Keywords: Dry matter, harvest time, dual-purpose.

INTRODUCCIÓN

Los cereales forrajeros de invierno son la principal fuente de forraje verde durante el período otoño - invierno en la región semiárida y subhúmeda pampeana. Las regiones semiáridas se caracterizan por la variabilidad en la producción de los cereales forrajeros, debido a la escasez y mala distribución de las lluvias; dadas las características edáficas y climáticas se ve condicionado el tipo de especies vegetales que pueden prosperar y el nivel de rendimiento que manifiestan (Stritzler et al., 2007). La avena, el centeno, la cebada, el trigo, el triticale y el tricepiro son especies representantes de los verdeos invernales en Argentina; aportan forraje en la época otoño-invernal, en especial cuando las pasturas perennes disminuyen el crecimiento, y permiten de esta manera la continuidad de la cadena forrajera durante una época que por lo general es seca y con frecuentes heladas (Ferri et al., 2009); de esta manera la inclusión de verdeos invernales en la cadena forrajera constituye una estrategia que permite corregir el déficit forrajero invernal (Denda, 2017). Los verdeos invernales presentan alta calidad nutricional, con un alto contenido proteico, que por lo general supera el 18%, y una alta digestibilidad, alrededor del 70%; por ende, pueden ser utilizados de forma estratégica para la recría de

terneros, el engorde o para la producción de leche (con suplementación) (Amigone et al., 1997; Royo & Brach, 2012; Royo & Brach, 2016).

En los sistemas mixtos la competencia que se genera entre agricultura y ganadería hace que el productor limite al máximo la superficie destinada a los verdes. El incremento de la agricultura está acompañado por un aumento de la inestabilidad productiva y económica de las explotaciones, relacionada a las variaciones climáticas comunes de cada región (Arroquy, 2000). La práctica de cultivos de doble propósito es una alternativa viable en los sistemas mixtos agrícola-ganaderos al proporcionar forraje durante el periodo invernal, reducir la competencia por el uso del suelo con los cultivos para grano, y brindar mayor estabilidad de producción. Teniendo en cuenta la magnitud de la superficie destinada para la producción de grano para cosecha, el forraje verde producido puede ser de utilidad para la producción bovina. Esta doble producción de grano y forraje sobre la misma superficie, sobre todo con granos de alto valor, resulta de gran interés económico. Parte de este interés radica en la diversificación, dado que se cuenta con dos productos de cotizaciones independientes (Arroquy, 2000).

La agricultura del Cono Sur necesita del aporte de germoplasma relevante para el desarrollo de cultivares de importancia económica actual y futura, con la necesidad de una mayor productividad acorde a las características edáficas y climáticas de cada ambiente, en especial en áreas con características climáticas y edáficas subóptimas, para una producción rentable (Goedert et al., 1995). La introducción de nuevos recursos genéticos es esencial en la evolución de la agricultura destinada a la producción de materia prima de alta calidad. La diversificación de los cultivos en el agroecosistema es un factor que contribuye a asegurar y balancear la producción, por lo que es necesario disponer de nuevos y mejores cultivares (Grassi et al., 2011; Ferreira et al., 2015).

El triticale (*x Triticosecale Wittmack*) es un híbrido intergenérico que resulta de cruzar trigo (*Triticum* spp.) por centeno (*Secale cereale*); fue desarrollado para combinar los atributos deseables de ambos padres: la calidad del trigo en productos alimenticios y la tolerancia a ambientes desfavorables del centeno (McGoverin et al., 2011). Posterior al desarrollo del triticale se obtuvieron los tricepiros (Covas, 1976), el tricepiro (*Triticum x Secale x Thinopyrum*) resultó de los cruzamientos entre triticales y trigopiros.

El triticale es un cultivo que se utiliza en gran diversidad de ambientes, regiones subtropicales, templadas o frías, a nivel del mar o en zonas elevadas, en suelos ácidos; zonas en las que avenas y trigos tienen un pobre crecimiento. La versatilidad del triticale y la posibilidad de encontrar cultivares desarrollados para cada situación demuestra su gran adaptabilidad (Mergoum et al., 1998). En la mayor parte del mundo el uso principal es como grano forrajero en la alimentación animal integrando alimentos balanceados y en menor medida en pastoreo directo como forraje fresco.

El objetivo inicial de su mejoramiento en triticale estuvo enfocado al rendimiento y calidad de grano, pero en Argentina prevaleció una orientación hacia la obtención de cultivares forrajeros (Kloster et al., 2013). El cultivo de triticale es potencialmente apto para diversos usos, entre las cualidades se destacan: alto nivel de proteína y lisina del grano, tolerancia al estrés hídrico y salino, elevados rendimientos de forraje verde, rápido crecimiento y cobertura del suelo, temprano aprovechamiento en pastoreo, escasa incidencia de enfermedades foliares durante la época de pastoreo, alta tolerancia al frío, buen rebrote, larga época de aprovechamiento y lenta pérdida de la calidad hasta bien avanzado el ciclo vegetativo (Larrea et al., 1984; Cardozo et al., 2005a, 2005 b; Argente et al., 2010).

El triticale en Argentina se utiliza con más frecuencia en pastoreo directo, pero también se emplea como doble propósito y se cosecha el grano para suplementar o incluir en raciones. La disponibilidad de materiales con diferentes aptitudes de uso permite al productor elegir los cultivares a emplear o adaptar su uso a las condiciones ambientales predominantes (Grassi et al., 2007; Grassi et al., 2011; Ferrari et al., 2018a; Ferrari et al., 2018b). En Argentina los triticales y tricepiros se han establecido como opción de uso forrajero que compite en producción con los cultivos tradicionales (Moreyra et al., 2014); y se han publicado numerosos trabajos de evaluación del rendimiento en forraje (Castro et al., 2011 b). Los rendimientos de materia seca de triticale son muy favorables comparados con otros cultivos de grano fino en todo el mundo (Myer y Lozano Del Río, 2004); su empleo se ha extendido a la obtención de forraje conservado, principalmente como rollos en estado de grano lechoso-pastoso y en menor medida como grano, y numerosos autores han demostrado que puede reemplazar o complementar a otros granos en la alimentación de aves, cerdos y rumiantes (Esteves Leyte et al., 1975, 1981, 1997, 1999; Jaikaran et al., 1998; Boros, 1998, 2002; Myer et al, 1999; Myer, 2002; Van Barneveld y Cooper, 2002, Myer y Lozano del Río, 2004).

La Encuesta Nacional Agropecuaria en Argentina no contempla al triticale y tricepiro como cultivo, pero existen indicadores de su adopción. La producción de semilla fiscalizada de triticale aumentó de 196 tn en 2002/03 a 1520 tn en el año 2018, con un leve retroceso de 1100 tn para el año 2021 (INASE, 2021). Si a esto se le agrega la semilla identificada, la comercializada ilegalmente y la destinada a uso propio, se estima que la producción de semilla podría ser bastante superior a las mil cien toneladas mencionadas en el informe.

La zona de uso del triticale y tricepiro se encuentra en el oeste de la provincia de Buenos Aires, este de la provincia de La Pampa, sur de la provincia de Córdoba y este de la

provincia de San Luis. Esta región está delimitada por las isohietas de 850 mm al este y de 400 mm hacia el oeste y se caracteriza por ser una zona muy inestable. Presenta precipitaciones máximas en otoño y primavera, y mínimas en invierno-verano, con frecuentes sequías y procesos erosivos. La topografía es ondulada a suavemente ondulada y predominan los suelos de textura franco a arenosa. El balance hídrico es negativo; las deficiencias de agua van de 100 a 400 mm. En lo referente a temperaturas se registran extremas que oscilan entre -15°C en junio-julio y más de 40°C en enero (López y Garbini, 1985).

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 y trigopiros. Se buscó mediante una tarea de ingeniería que se combine trigo, centeno y agropiro, intentando reunir la calidad de uno con la rusticidad de los otros. El tricepiro se emplea sólo en la Argentina y el trabajo fitogenético efectuado aún es escaso y, en consecuencia, también el germoplasma disponible. Los tricepiros son motivo de investigación y desarrollo por las potenciales recombinaciones que pueden ofrecer, rusticidad y productividad (Frecentese y Covas, 1984, 1985; Covas, 1989; Ferreira y Szpiniak, 1994; Castro et al., 2011a, 2011b; di Santo et al., 2018, entre otros). Su condición de híbrido intergenérico múltiple, en que intervienen diferentes genomios, citoplasmas y sistemas de reproducción, exige un intenso trabajo de mejoramiento. La zona productora actual es restringida en la provincia de La Pampa y sur de Córdoba, aunque la zona potencial es similar a la del triticales.

En la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa se inició en 1994 un proyecto de obtención de tricepiros mejorados, con el objetivo de producción de grano, utilizando como progenitores al triticales Don Santiago INTA por el trigopiro Don Noé INTA. En la Universidad Nacional de Río Cuarto (Córdoba), desde 1990, se obtuvieron

reselecciones de Don René INTA donde se estudió producción de pasto y grano, así como varias nuevas combinaciones que *per se* o en retrocruza con triticales están incluidas en programas de mejoramiento. También se han realizado nuevos cruzamientos que se encuentran en etapas de selección y nuevas reselecciones (Grassi et al., 2011; di Santo et al., 2018).

HIPÓTESIS

Existe germoplasma de triticales o tricepiros de alta producción de forraje, grano forrajero y semilla capaz de adaptarse a la región semiárida pampeana.

OBJETIVOS

1. Caracterizar líneas experimentales de triticales y tricepiros por diferentes aptitudes de uso.
2. Evaluar el rendimiento de forraje, grano forrajero y semilla de líneas experimentales y cultivares comerciales de triticales y tricepiros.
3. Evaluar la proporción de hoja y tallo, el número de tallos y la altura de planta en diferentes cortes de forraje.
4. Evaluar rendimiento y componentes de rendimiento en grano forrajero y semilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de La Pampa, Santa Rosa, La Pampa, Argentina, ubicado en 36°32'49" S y 64°18'20" W, a 210 m snm, durante el período 2020. El suelo se clasificó como Paleustol petrocálcico (Soil

Survey Staff, 2014), con escasa pendiente superficial, y un manto calcáreo en el subsuelo a una profundidad que varió entre 0.9 y 1.2 m, con proporciones de 10% de arcilla, 25% de limo y 65% de arena (textura franco arenoso); y presentó valores promedio de pH = 6.1, nitratos = 16.4 mg kg⁻¹, fósforo = 10.8 mg kg⁻¹ y 1.5% de materia orgánica.

El suelo para la siembra se preparó con rastra mecánica para generar barbecho a principio del mes de enero y un laboreo mecánico de repaso con rastra de dientes antes de la siembra para mantener la superficie libre de malezas. El cultivo antecesor fue una pastura de alfalfa (*Medicago sativa* L.).

Se analizaron tres cultivares comerciales de triticale, 19 líneas experimentales de triticale y cinco de tricepiro (Tabla 1).

Evaluación de forraje

La fecha de siembra fue el 19 de marzo de 2020, se utilizó sembradora convencional a una densidad de 250 semillas viables m². El lote presentó buena humedad edáfica en el perfil producto de las lluvias previas a la siembra. El diseño experimental fue en bloques completos al azar, con tres repeticiones, en parcelas de siete surcos de seis metros de largo, separados a 20 cm. Durante el ciclo del cultivo se realizaron tres cortes de forraje en forma manual a 6 cm del suelo, cuando los genotipos en conjunto cubrieron el entresurco. Los cortes fueron el 12 de mayo, 18 de junio y 15 de septiembre sobre una superficie de 1 m², las muestras se llevaron a estufa de circulación forzada a 60°C durante 48 hs para obtener el peso seco y los datos se proyectaron a kg ha⁻¹. Posterior al primer y segundo corte se pasó una desmalezadora a 6 cm del suelo para uniformar la parcela. En cada corte se evaluó la producción de biomasa (kg ha⁻¹), la proporción de hoja y tallo (%), la altura de la planta (cm) y el número de tallos m².

Tabla 1: Descripción de los genotipos de triticale y tricepiro evaluados en Santa Rosa, durante el periodo 2020.

Denominación	Nombre	Genotipo	Procedencia	Especie
1	Don René /61	Línea experimental	UNRC	Tricepiro
2	(LF37 x LF98) x (T60 x Teh) /10	Línea experimental	UNRC	Tricepiro
3	T60 x T312 /2	Línea experimental	UNRC	Tricepiro
4	(T60 x Tehuelche) x LF65 /14	Línea experimental	UNRC	Tricepiro
5	C97/1	Línea experimental	UNRC	Triticale
6	C97/15	Línea experimental	UNRC	Triticale
7	C97/29	Línea experimental	UNRC	Triticale
8	C97/82	Línea experimental	UNRC	Triticale
9	C01/9	Línea experimental	UNRC	Triticale
10	C01/35	Línea experimental	UNRC	Triticale
11	C01/36	Línea experimental	UNRC	Triticale
12	C01/52	Línea experimental	UNRC	Triticale
13	C01/65	Línea experimental	UNRC	Triticale
14	C01/93	Línea experimental	UNRC	Triticale
15	Cim 02 /17	Línea experimental	UNRC	Triticale
16	Cim 02 /21	Línea experimental	UNRC	Triticale
17	Cim 02 /36	Línea experimental	UNRC	Triticale
18	Cim 02 /50	Línea experimental	UNRC	Triticale
19	Cim 02 /53	Línea experimental	UNRC	Triticale
20	Cim 02 /68	Línea experimental	UNRC	Triticale
32	LF76 x Don Noé /6	Línea experimental	UNRC	Tricepiro
33	Cayú-UNRC	Cultivar comercial	UNRC	Triticale
34	Cumé-UNRC	Cultivar comercial	UNRC	Triticale
37	Espiga Cuadrada	Línea experimental	UNLPam	Triticale
38	Cim 820	Línea experimental	UNLPam	Triticale
40	C95/68	Línea experimental	UNLPam	Triticale
41	Antonio UNLPam	Cultivar comercial	UNLPam	Triticale

UNRC: Universidad Nacional de Río Cuarto; UNLPam: Universidad Nacional de La Pampa.

Grano forrajero

La producción de grano forrajero se analizó sobre las mismas parcelas de evaluación de forraje; luego del segundo corte se mantuvo la mitad de cada parcela sin cortar el forraje con el fin de medir, en madurez fisiológica, la producción de grano forrajero luego de dos cortes de forraje. Sobre una superficie de 1 m² se evaluó la producción de grano y se expresó como rendimiento de grano (kg ha⁻¹), la longitud de espiga (cm), el número de

espigas m^2 , el número de granos por espiga, el número de espiguillas por espiga, el peso de mil granos, y el número de granos m^2 que se determinó como el producto del número de espigas m^2 por el número de granos por espiga.

Producción de semilla

La siembra se realizó el 7 de julio con buena humedad edáfica, el lote estaba contiguo al de evaluación de forraje por lo que se preparó de igual manera, y a los diez días antes de la siembra se repasó con rastra de discos para preparar la cama de siembra. Los genotipos evaluados, el tamaño de las parcelas, la densidad de siembra y el diseño experimental fueron igual al ensayo de producción de forraje antes descrito. A madurez fisiológica se midieron los mismos caracteres que en la evaluación de grano forrajero, pero se cambió la denominación grano por semillas como ser: rendimiento de semilla, número de semillas por espiga, peso de mil semillas, y el número de semillas m^2 .

Análisis estadístico

Los caracteres producción de materia seca, relación hoja–tallo, número de tallos y altura de planta, evaluados en cada corte de forraje, se analizaron mediante modelos lineales generales y mixtos con medidas repetidas en el tiempo (Di Rienzo et al., 2017), cuyo efecto del tiempo lo representó la variable corte; se propusieron varias estructuras de modelos y se realizó un análisis exploratorio con diagnóstico en mejor verosimilitud, homocedasticidad y normalidad (datos no presentados). El resto de los caracteres se evaluaron con modelos lineales generales y mixtos. En todos los análisis se consideró al efecto repetición como aleatorio y al efecto genotipo o corte como fijo. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de LSD de Fisher con un nivel de significancia del 5 %; y comparaciones mediante contrastes ortogonales entre los genotipos de triticales y tricepiro. Las correlaciones fenotípicas (R^2) entre las variables se calcularon utilizando

el coeficiente de correlación de Pearson. Para el análisis se utilizó el programa Infostat con interfaz en R (Di Rienzo et al., 2020).

Para poder discriminar entre los genotipos, se generó un ranking a partir de los valores de producción de semilla, grano forrajero y materia seca; en los cuales se les asignó un número entre 1 y 27, en que el valor de 1 corresponde al mejor representante de ese indicador y 27 al peor, luego se promediaron estos valores y de esta manera quedaron clasificados los genotipos en un ranking, en el que los de menor valor promedio ocuparon los primeros puestos del ranking y viceversa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las precipitaciones previas a la siembra del ensayo de evaluación de forraje fueron de 290 mm, un 15% superior al promedio histórico, y se caracterizaron por ser suficientes para recargar el perfil del suelo y disponer, al momento de la siembra, de buenas condiciones para la germinación y el establecimiento del ensayo (Figura 1). Las precipitaciones acumuladas desde la siembra al primer corte (12 de mayo) fueron de 121,3 mm, esto generó una adecuada disposición de agua por parte del cultivo. Entre el primer y el segundo corte (18 de junio) las precipitaciones fueron nulas, sin embargo, la acumulación de agua en el perfil durante los meses de abril y mayo permitieron rendimientos de forraje superiores al primer corte. Entre el segundo y el tercer corte (15 de septiembre) las precipitaciones acumuladas fueron de 57 mm, lo que permitió una alta producción de forraje.

Las precipitaciones acumuladas desde la fecha del segundo corte de forraje hasta la madurez fisiológica del grano, fueron de 326.4 mm; y resultaron un 10% inferior que el promedio histórico. Por otra parte, las precipitaciones acumuladas desde julio hasta

diciembre, en el ensayo de producción de semilla, fueron de 316.4 mm, un 8% inferior a las precipitaciones históricas; y solo se diferenciaron en 10 mm respecto al ensayo de producción de grano forrajero. En las regiones semiáridas los rindes de los cultivos graníferos invernales son más dependientes de las precipitaciones que de los genotipos y otros factores ambientales (Paccapelo et al., 2016). La disponibilidad de agua en el perfil tiene efecto sobre la productividad del cultivo y está determinada tanto por la cantidad y distribución de las lluvias como por la capacidad de retención de agua del suelo. La localidad de Santa Rosa se ubica en la región semiárida pampeana, que se caracteriza por presentar inviernos secos y fríos; con un régimen de precipitaciones en promedio de 640 mm, muy variable según el año, distribuidas entre primavera e inicios del otoño (Paccapelo et al., 2017). La cantidad y distribución de las lluvias durante el año 2020 fue suficiente, tanto en la cantidad como en la distribución mensual, lo que permitió un aceptable desarrollo de los genotipos y alcanzar producciones acordes a la zona.

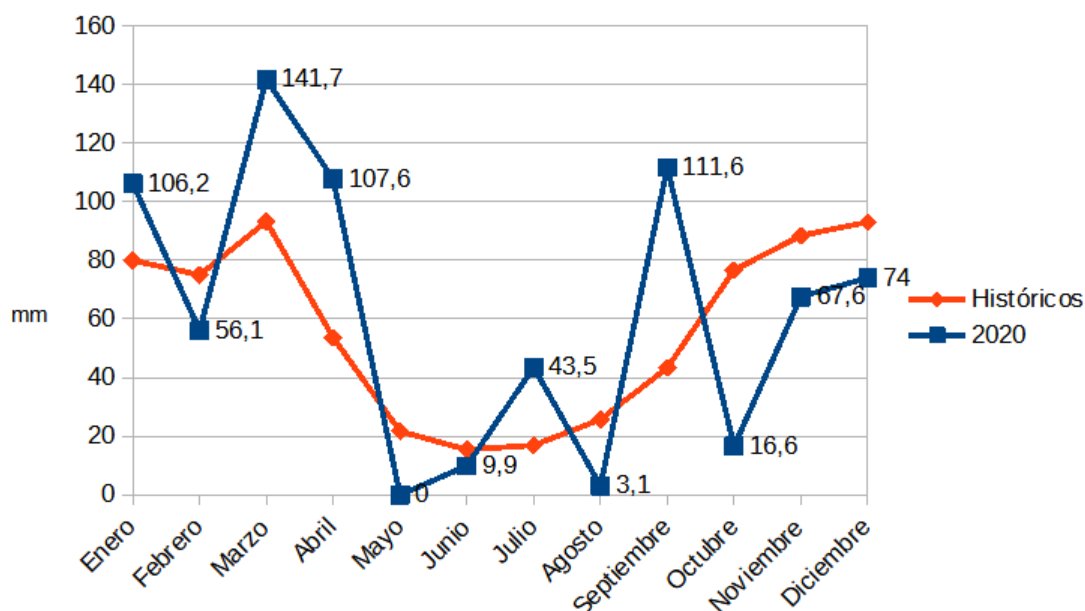


Figura 1: Precipitaciones mensuales durante el año 2020 y el promedio histórico (1888-2021) en Santa Rosa, La Pampa. Fuente: Elaboración propia a partir de datos procedentes de Méndez et al. (2021).

Evaluación de forraje

El análisis de la varianza (ANOVA) combinado para la producción de materia seca, relación hoja-tallo, altura de planta y número de tallos m² presentó interacción entre el factor genotipo y el momento de corte ($p < 0.001$; Tabla 2); esto significa que la diferencia en la respuesta entre los niveles de un factor no es la misma en los niveles de los otros factores. En la Figura 2, se representa la producción de materia seca y puede notarse la complejidad para determinar un genotipo sobresaliente sin tener en cuenta el momento de corte (Anexo 1). Benito & Reolaut (2014) también reportaron interacción en la producción de materia seca y remarcaron la dificultad para detectar genotipos con rendimientos estables y predecir su comportamiento.

Tabla 2: Significancia estadística del análisis de la varianza para los caracteres producción de materia seca (MS); relación hoja-tallo (H:T), altura de planta y número de tallos m²; en genotipos de triticale y tricepiro bajo tres corte durante el año 2020.

Fuente de variación	GL	MS (kg ha ⁻¹)	H:T	Altura (cm)	GL	N tallos m ²
Genotipo	26	<0.0001	0.0256	0.0068	26	<0.0001
Triticale vs tricepiro		0.0131	0.4312	0.0936		0.0053
Corte	2	<0.0001	<0.0001	<0.0001	1	0.346
Genotipo x Corte	52	<0.0001	<0.0001	<0.0001	26	0.0007

GL: grados de libertad

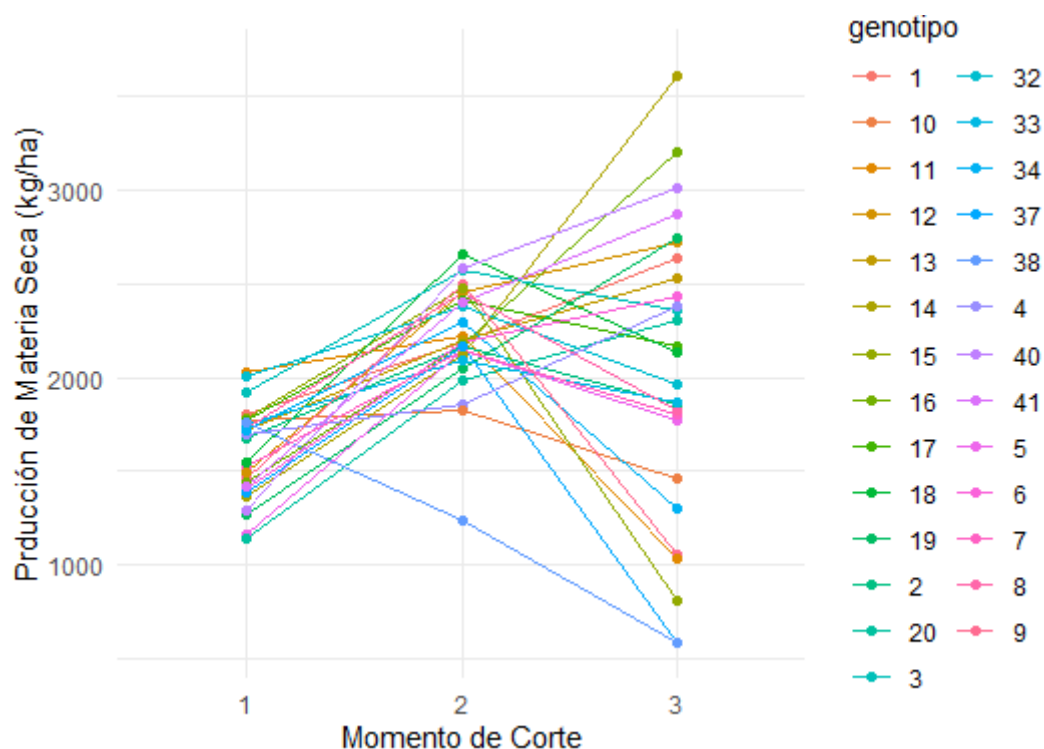


Figura 2: Producción de materia seca (kg/ha) de genotipos de triticale y tricepiro, en tres momentos de corte, en Santa Rosa, La Pampa durante el periodo 2020.

El ANOVA de una sola vía para producción de materia seca (MS) arrojó diferencias significativas entre genotipos en los tres momentos de corte (Tabla 3). La producción de MS promedio de los tricepiros resultó superior a la de los triticales en el primer y tercer corte; mientras que en el segundo corte no existieron diferencias entre especies.

Tabla 3: Significancia estadística del análisis de la varianza para los caracteres producción de materia seca (MS); relación hoja-tallo (H:T), altura de planta y número de tallos m², en genotipos de triticale y tricepiro bajo tres cortes durante el año 2020.

	MS (kg ha ⁻¹)			H:T			Altura (cm)			N° tallos m ²	
	Corte			Corte			Corte			Corte	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	2	3
Genotipo	0.02	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01
Triticale vs Tricepiro	<0.01	0.81	<0.01	0.63	<0.01	0.38	<0.01	0.11	0.12	0.25	<0.01

El primer corte presentó en promedio 1592 kg ha⁻¹ de materia seca. Las líneas de tricepiro promediaron 1818.8 kg ha⁻¹, y superaron los 1540.7 kg ha⁻¹ de los triticales ($p < 0.01$) (Tabla 4). Las líneas de tricepiro 32, 3 y 1, y las de triticales 11 y 15 destacaron por estar entre las cinco de mayor rendimiento de MS y promediaron los 1906 kg ha⁻¹. Benito & Recoulat (2014) evaluaron líneas de triticales y tricepiro en Santa Rosa (La Pampa) y Río Cuarto (Córdoba) con resultados similares a este estudio (1460.3 kg ha⁻¹ en promedio). Castro et al. (2011b) en Santa Rosa, a diferencias de nuestros resultados, determinó rendimientos promedios de triticales en el primer corte superiores a los de tricepiro (1110 vs 769.1 kg ha⁻¹). Barlasina (2008) en Río Cuarto y en tricepiro obtuvo valores medios por debajo de nuestros resultados (850 kg ha⁻¹); mientras que Pérez (2007) midió 1276 kg ha⁻¹ en triticales.

El segundo corte logró en promedio los 2220 kg ha⁻¹ de MS, los tricepiros promediaron 2234 y los triticales 2217.7 kg ha⁻¹; estos valores resultaron superiores a los reportados en Santa Rosa por Castro et al. (2011b) con 923.5 kg ha⁻¹ en triticales y 757.2 kg ha⁻¹ en tricepiros; y por Benito & Recoulat (2014) con rendimientos promedio de triticales y tricepiro de 968 kg ha⁻¹. En Río Cuarto, en el segundo corte de forraje, Barlasina (2008) reportó 829 kg ha⁻¹ de promedio en tricepiros y Pérez (2007) 1881 kg ha⁻¹ en triticales. Los cinco genotipos que destacaron fueron las líneas de triticales 18, 40, 9 y 15, y el tricepiro 3; con un rendimiento promedio de 2558 kg ha⁻¹ (Tabla 4). La línea 40 también destacó en el segundo corte en los resultados presentados por Benito & Recoulat (2014).

El tercer corte promedió los 2037 kg ha⁻¹ de MS, los tricepiros resultaron superiores con 2239.9 kg ha⁻¹ respecto de los triticales (1991.1 kg ha⁻¹); entre los genotipos de mayor rendimiento los triticales 14, 16, 40 y 19 y el cultivar Antonio UNLPam (41) promediaron un rendimiento de 3089 kg ha⁻¹ (Tabla 4). En Santa Rosa, Castro et al. (2011b) obtuvieron en el tercer corte 474,9 kg ha⁻¹ de promedio en triticales y 481 kg ha⁻¹ en los tricepiros; y

Benito & Recoulat (2014) alcanzaron de promedio en triticale y tricepiro los 751 kg ha⁻¹. En Río Cuarto, Barlasina (2008) en el tercer corte de tricepiros midió 134 kg ha⁻¹, muy por debajo de nuestro promedio debido a que fue afectado por sequía; y Pérez (2007) en triticale 534 kg ha⁻¹. Al igual que este estudio Benito & Recoulat (2014) reportaron a la línea 40 como una de las de mayor rendimiento en el tercer corte.

Tabla 4: Promedio de rendimiento de materia seca (MS, kg ha⁻¹), relación hoja-tallo (H:T) y materia seca acumulada (kg ha⁻¹) de genotipos de triticale y tricepiro en tres cortes, en Santa Rosa, La Pampa, 2020.

Genotipo	Primer corte		Segundo corte		Tercer corte		Materia seca acumulada
	H:T	MS	H:T	MS	H:T	MS	
1	9.35 cdef	1806.7 abcd	5.27 a	2189.1 bcdefg	2.62 bcdefg	2638.4 abcde	6634.2 abc
2	13.36 abc	1672.3 abcdef	3.81 bcde	2169.2 cdefg	2.72 bcdef	1857.5 defgh	5699.0 cdefg
3	10.32 bcde	1915.7 abc	3.13 defgh	2575.7 abc	2.35 cdefg	2362.7 bcdef	6854.0 Abc
4	10.15 cde	1693.3 abcdef	5.22 a	1859.8 g	2.98 bcd	2377.1 bcdef	5930.2 bcdefg
5	13.98 abc	1157.2 g	2.87 defghij	2147.7 defg	1.74 defg	1766.4 efghi	5071.3 efgh
6	10.39 bcde	1408.3 defg	2.68 efghijk	2183.9 bcdefg	2.03 cdefg	2432.0 bcdef	6024.3 bcdefg
7	10.23 bcde	1524.0 bcdefg	2.39 fghijkl	2140.9 defg	3.29 bc	1799.4 efghi	5464.3 defg
8	11.12 abcde	1724.5 abcdef	2.74 defghij	2459.6 abcde	2.93 bcd	1822.6 efghi	6006.7 bcdefg
9	9.15 cdef	1457.1 cdefg	1.92 ijkl	2493.8 abcd	3.06 bc	1054.0 hij	5004.8 fgh
10	11.09 abcde	1771.3 abcde	2 hijkl	1825.6 g	2.37 cdefg	1458.5 fghij	5055.4 efgh
11	6.88 def	2023.5 a	1.78 jkl	2221.3 bcdefg	2.23 cdefg	1036.3 hij	5281.2 efg
12	13.84 abc	1489.3 cdefg	3.28 defg	2457.5 abcde	2.02 cdefg	2721.6 abcde	6668.3 abce
13	8.69 cdef	1718.9 abcdef	4.82 ab	2197.3 bcdefg	2.55 bcdefg	2526.6 bcde	6442.8 abcde
14	10.53 bcde	1360.8 defg	4.46 abc	2118.8 defg	1.4 g	3611.3 a	7090.9 ab
15	6.05 ef	1779.8 abcde	1.51 l	2476.4 abcd	3.79 ab	814.3 ij	5070.4 efgh
16	16.94 a	1441.8 cdefg	5.02 a	2180.9 bcdefg	1.56 fg	3205.5 ab	6828.3 abc
17	11.67 abcde	1769.6 abcde	3.42 cdef	2412.0 abcde	2.63 bcdefg	2162.3 cdefg	6343.9 abcde
18	10.89 abcde	1546.1 abcdefg	2.44 fghijkl	2660.8 a	1.7 defg	2138.8 cdefg	6345.6 abcde
19	13.25 abc	1272.8 fg	2.82 defghij	2054.2 efg	1.62 efg	2742.3 abcde	6069.3 abcdef
20	16.45 ab	1135.3 g	2.2 ghijkl	1981.7 Fg	2.15 cdefg	2305.7 bcdefg	5422.6 defg

32	9.45 cdef	2006.1 ab	3.25 defg	2376.7 abcdef	2.9 bcde	1963.9 defgh	6346.7 abcde
33	9.81 cdef	1746.8 abcdef	2.8 defghij	2091.0 defg	2.83 bcdef	1863.5 defgh	5701.3 cdefg
34	8.88 cdef	1718.2 abcdef	2.99 defghi	2297.7 abcdef	3.13 bc	1296.6 ghij	5312.4 efg
37	9.89 cdef	1383.2 defg	1.58 kl	2167.4 defg	4.69 a	581.6 j	4132.2 ghi
38	3.68 f	1755.8 abcdef	1.45 l	1235.5 H	2.94 bcd	579.8 j	3571.0 hi
40	12.8 abcd	1288.8 efg	3.87 bcd	2585.1 Ab	2.09 cdefg	3011.3 abc	6885.1 abc
41	16.99 a	1423.3 cdefg	2.84 defghij	2402.2 abcde	2.64 bcdefg	2874.6 abcd	6700.1 abcd
DMS	6.28	496.3	1.14	407.0	1.29	1030.2	1035.7

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0.05$).

DMS: Diferencia mínima significativa.

El ANAVA para la producción de materia seca acumulada presentó diferencias significativas entre genotipos ($p < 0.001$) y el valor medio fue de 5850 kg ha⁻¹. Los tricepiros rindieron en promedio 6292 kg ha⁻¹ y superaron los 5749 kg ha⁻¹ que promediaron los triticales ($p = 0.007$). Los tres cultivares comerciales de triticales (Cayú-UNRC, Cumé-UNRC y Antonio UNLPam) promediaron 6200 kg ha⁻¹ y no se diferenciaron del valor medio de las líneas de triticales ($p = 0.43$), ni tampoco de las líneas de tricepiro ($p = 0.15$). Los cinco genotipos de mayor producción promediaron los 6871 kg ha⁻¹ de materia seca acumulada y fueron la línea experimental de triticales 14, 40 y 16, la línea de tricepiro 3 y el cultivar comercial Antonio UNLPam (Tabla 4). En el mismo ambiente de evaluación de este estudio, Capellino y Rufach (2010) reportaron marcadas diferencias de producción de materia acumulada entre líneas de triticales y tricepiro, con un 59% de diferencia a favor de los triticales. Valores de producción acumulada en triticales y tricepiro evaluados por otros autores en ambientes semiáridos y sub húmedos de Argentina resultaron similares a este estudio (Mombelli y Spada, 1992; Tomaso 1997; Ruiz et al., 2001; Amigone et al., 2006; Ruiz et al., 2007; Tomaso 2008), o inferiores (Pérez, 2007; Barlasina, 2008).

El ANOVA de una sola vía para relación hoja-tallo presentó diferencias significativas entre genotipos en los tres momentos de corte (Tabla 3) y solo en el segundo corte se diferenciaron los triticales de los tricepiros. Otros autores también han reportado variabilidad genotípica en los componentes de hoja y tallo en triticales (Sánchez Gutiérrez y Gutiérrez Bañuelos, 2015).

El primer corte presentó un % de hoja promedio del 90.3 % y un % de tallo de 9.63 %, es decir, la relación de hoja respecto del tallo fue 9.3 veces superior (Anexo 2). Entre los genotipos de mayor relación hoja-tallo destacaron las líneas de triticales 16, 20, 12, el cultivar Antonio UNLPam y la línea de tricepiro 2, con un valor promedio de relación hoja-tallo de 14 (Tabla 4). Los genotipos de menor relación hoja-tallo fueron las líneas de triticales 38, 15, 11, 37 y el cultivar Cumé-UNRC con un valor promedio de 6.3.

El segundo corte arrojó 73.1 % de hoja y 26.8 % de tallo en promedio (Anexo 2); estos resultados representan respecto del primer corte una disminución de un 17.2 % en la proporción de hojas, y un aumento en igual proporción de tallos. La relación hoja-tallo promedio de los tricepiros (4.13) superó de forma significativa a la de los triticales (2.81) (Tabla 4). Los genotipos que destacaron fueron los tricepiros 1 y 4, y las líneas de triticales 16, 13 y 14, con un valor promedio de relación hoja-tallo de 4.95. Las líneas de menor relación hoja-tallo fueron las líneas de triticales 38, 15, 37, 11 y 9 con un valor promedio de 1.64.

El % de hoja del tercer corte fue similar al segundo corte (69.9 vs 73.1 %) al igual que el % de tallo (30.1 vs 26.8 %) (Anexo 2). Wilson García et al. (2020) reportan en triticales que la relación hoja-tallo disminuyó conforme avanzó el ciclo del cultivo, lo cual demerita la calidad del forraje. La relación hoja-tallo promedio fue de 2.55 y entre los genotipos superiores se puede mencionar las líneas de triticales 37, 15, 7 y 9, y el cultivar Cumé-

UNRC, con un valor promedio de 3.59; pero con una clara diferencia de la línea 37 con una relación de 4.69 (Tabla 4). Los genotipos de menor relación hoja-tallo promediaron 1.60, y fueron las líneas de triticale 14, 16, 19, 18 y 5.

La relación hoja-tallo obtenidos en este estudio resultaron superiores a los reportados en Río Cuarto (ambiente similar a este estudio) en triticale por Formini (2008) quien determinó una relación hoja-tallo en promedio de 1.26 en el primer corte, 0.90 en el segundo corte y 0.67 en el tercer corte; y por Bonvillani (2008) con una relación hoja-tallo de 1.32 en el primer corte, 0.93 en el segundo corte y 0.73 en el tercer corte. La buena calidad de un forraje está asociada a genotipos que presentan una mayor relación hoja-tallo (Wilson García et al., 2020). En cereales, la proporción de tallos tiende a aumentar a medida que se retrasa el momento de aprovechamiento; esto va acompañado de la pérdida de hojas que resulta en menor calidad nutricional, por un aumento de la pared celular, la concentración de fibra, y una menor proporción de proteína bruta, almidón y energía metabolizable (Royo y Brach, 2012; Mancipe-Muñoz et al., 2021). Sin embargo, el aumento en la proporción de tallo, conforme avanza el ciclo del cultivo, depende en gran medida de la especie, el genotipo y las condiciones ambientales.

El ANAVA de una sola vía para altura de planta y número tallos m^2 presentó diferencias significativas para el factor genotipo, y los triticales se diferenciaron de los tricepiros en la altura de planta en el primer corte y en el número de tallos en el tercer corte (Tabla 3). Barlasina (2008) informó diferencias en altura de planta solo en el primer corte en líneas de tricepiros, y en el número de tallos m^2 en el segundo y tercer corte.

La altura de planta del primer corte resultó en 34.9 cm como valor medio. Los tricepiros promediaron 37.2 cm y se diferenciaron de los 34.3 cm que promediaron los triticales. Entre los genotipos que se destacaron se puede mencionar el 1, 7, 38, 13 y 32 con una

altura con 42.3, 38.3, 38.3, 37.7 y 37.7 cm respectivamente, y un promedio de 38.8 cm (Tabla 5). En el segundo corte los genotipos que destacaron en altura de planta fueron el 15, 41 (Antonio UNLPam), 9, 11 y 8, que alcanzaron una altura promedio de 43.9 cm, y sobrepasaron los 39.1 cm de promedio general. El tercer corte resultó en promedio 29.5 cm y entre los mejores genotipos destacaron las líneas 14, 40, 16, 1 y 12 con 36.5 cm en promedio. Carena et al. (2015) en Río Cuarto, reportó valores de altura en triticales y tricepiros similares a los presentados en el este estudio en el primer y segundo corte (40.2 y 41.7 cm) y superiores a los del tercer corte (62,5 cm). Sin embargo, Maspero et al. (2018) también en Río Cuarto, obtuvo en líneas de tricepiros valores promedios de altura muy bajos en el primer corte (19.8 cm) y segundo corte (18.0 cm), y mayores en el tercer corte (51.6 cm).

El número de tallos m^2 en el segundo corte fue de 438.6, entre los genotipos de mayor número destacó el tricepiro 3 y los triticales 12, 15, 17 y 18, con un valor promedio de 523 tallos m^2 . Los genotipos con menor número de tallos m^2 fueron el 38, 37, 13, 2, y el cultivar Antonio UNLPam (41) con un valor promedio de 333.6 tallos por m^2 (Tabla 5). En el tercer corte, los genotipos 14, 12, 1, 40 y 3 manifestaron el mayor número de tallos m^2 , con un promedio de 657.6 y superaron ampliamente los 455.9 de promedio general; los tricepiros promediaron los 562.6 tallos m^2 y se diferenciaron de los 431.7 tallos m^2 que promediaron los triticales. El mayor número de tallos de los tricepiros en el tercer corte estaría denotando una mayor capacidad de macollar de la especie, respecto del triticales. Los resultados del número de tallos m^2 en este estudio fueron superiores a los reportados en Río Cuarto por Carena (2015) en triticales y tricepiros con 264.1 tallos m^2 en el segundo corte y 158.7 tallos m^2 en el tercer corte; y a los de Maspero (2019) que obtuvo en tricepiro 55.2 y 49.7 tallos m^2 en el segundo y tercer corte.

Tabla 5: Promedio de altura (cm) y número de tallos m² de genotipos de triticale y tricepiro en tres cortes, en Santa Rosa, La Pampa, 2020.

Genotipo	Primer corte	Segundo corte		Tercer corte	
	Altura	Altura	N° tallos m ²	Altura	N° tallos m ²
1	42.3 a	37.0 defghi	476.7 abcdef	35.0 abcd	630.0 ab
2	37.0 abcd	40.3 abcdef	353.3 fghi	29.3 cdefg	476.7 bcde
3	32.7 bcdef	40.3 abcdef	536.7 a	30.7 cdef	611.7 ab
4	36.3 abcde	33.0 hi	445.0 abcdefgh	32.7 bcde	605.0 ab
5	28.3 f	40.3 abcdef	435.0 abcdefgh	28.7 cdefg	451.7 bcdefg
6	35.0 bcde	40.0 abcdef	375.0 defghi	31.0 cdef	543.3 bc
7	38.3 ab	38.3 defg	485.0 abcdef	29.3 cdefg	375.0 cdefgh
8	36.0 bcde	42.0 abcd	445.0 abcdefgh	27.7 efg	245.0 fghi
9	33.7 bcdef	44.3 ab	408.3 abcdefghi	24.0 fgh	268.3 defghi
10	34.7 bcde	38.0 defgh	421.7 abcdefghi	28.7 cdefg	363.3 cdefgh
11	37.3 abcd	44.0 abc	466.7 abcdefg	23.3 gh	231.7 ghi
12	31.3 def	42.0 abcd	535.0 a	33.3 abcde	650.0 ab
13	37.7 abc	33.7 ghi	340.0 ghi	30.3 cdefg	470.0 bcde
14	30.7 ef	37.0 defghi	460.0 abcdefg	40.0 a	783.3 a
15	35.3 bcde	45.0 a	516.7 ab	23.3 gh	255.0 efghi
16	32.0 cdef	33.7 ghi	386.7 bcdefghi	35.7 abc	506.7 bc
17	37.0 abcd	40.3 abcdef	513.3 abc	31.3 bcde	505.0 bc
18	35.7 bcde	40.7 abcde	513.3 abc	32.7 bcde	585.0 abc
19	37.0 abcd	40.3 abcdef	380.0 cdefghi	31.7 bcde	565.0 abc
20	28.3 f	39.3 bcdef	413.3 abcdefghi	32.0 bcde	463.3 bcdef
32	37.7 abc	39.0 cdef	491.7 abcde	28.0 defg	490.0 bcd
33	34.3 bcdef	35.3 fghi	458.3 abcdefg	27.7 efg	461.7 bcdef
34	37.3 abcd	36.3 efghi	501.7 abcd	26.7 efg	500.0 bc
37	33.3 bcdef	41.3 abcde	321.7 hi	17.3 h	60.0 i
38	38.3 ab	32.3 i	288.3 i	18.0 h	161.7 hi
40	33.3 bcdef	38.0 defgh	510.0 abcd	38.3 ab	613.3 ab
41	31.3 def	44.5 ab	365.0 efghi	31.3 bcde	440.0 bcdefg
DMS	6.02	5.20	135.3	7.11	224.8

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0.05$).
DMS: Diferencia mínima significativa.

Análisis de correlaciones

Los caracteres que tuvieron alta relación con la producción de materia seca acumulada fueron la producción de materia seca en el tercer corte ($R^2 = 0.87$), la altura de planta en el tercer corte ($R^2 = 0.76$), el número de tallos m² en el tercer corte ($R^2 = 0.68$) y en menor medida la producción de materia seca del segundo corte ($R^2 = 0.47$) (Tabla 6). Benito &

Recoulat (2014) también señalaron asociación entre la producción de materia seca acumulada con el segundo corte ($R^2 = 0.56$) y con el tercer corte ($R^2 = 0.65$).

La producción de materia seca del tercer corte se correlacionó con la altura en el tercer corte ($R^2 = 0.85$), el número de tallos m^2 del tercer corte ($R^2 = 0.80$) y la relación hoja-tallo del tercer corte, pero de forma negativa de ($R^2 = -0.64$) (Tabla 6). A su vez, en el tercer corte el número de tallos m^2 se correlacionó con la altura de planta ($R^2 = 0.75$). Barlasina (2008) en un estudio en Río Cuarto, reportó en genotipos de triticale y tricepuro una correlación positiva entre la producción de materia seca en el tercer corte y el número de tallos m^2 ($R^2 = 0.67$), y concluye que al poseer mayor cantidad de macollos la planta presenta mayor posibilidad de rebrote.

Con los resultados presentado se puede interpretar que la producción total de materia seca acumulada se definió a partir del segundo corte, con aquellos genotipos que lograron rebrotar en mayor cantidad, desarrollaron mayor altura y por ende generaron alta producción en el tercer corte, pero con una disminución de la relación hoja-tallo. Ceh et al. (2011) también reportaron en triticale asociación positiva entre la producción de materia seca acumulada con la producción en el segundo y tercer corte; y Pochettino (2009) entre la altura de planta y caracteres de importancia productiva como materia seca en la segunda y tercera fecha de corte.

La producción de materia seca del segundo corte se correlacionó con el número de tallos m^2 del segundo corte ($R^2 = 0.52$) y en menor medida con la altura de planta del segundo corte ($R^2 = 0.44$) (Tabla 6). Barlasina (2008) también señaló en triticale y tricepuro asociación entre la producción y la altura de planta en el segundo corte ($R^2 = 0.5$).

La producción de materia seca del primer corte se correlacionó con la altura del primer corte ($R^2 = 0.68$); y se correlacionó de forma negativa con la relación hoja-tallo del primer

corte ($p = -0.42$) (Tabla 6), tal como lo evidencia la tabla 4, en que las líneas 15 y 11 que destacaron por su producción obtuvieron baja relación hoja-tallo.

La relación entre la producción de materia seca y la altura de la planta en cada corte podría explicarse por el tipo de crecimiento de cada genotipo; sin embargo, el hecho de haber cosechado el forraje a fecha fija pudo generar un sub o sobre aprovechamiento forrajero de aquellos genotipos que no presentaron el momento indicado de cosecha. En aquellos casos en que se sobrepasa el momento óptimo la competencia entre y dentro del surco podría generar una competencia por la luz que acelera la elongación de tallos. Zanoniani et al. (2003) afirman que al avanzar en el ciclo del cultivo se llega un momento en que la luz empieza a ser limitante, por lo cual la planta cambia su estructura hacia un crecimiento más erecto, aumenta el largo de láminas y también el de las vainas para poder sostenerlas, por lo cual la relación vaina/lámina aumenta; además, disminuye el macollaje y también la relación verde-seco. Tal como lo denota la relación negativa entre altura de planta en tercer corte y la relación hoja-tallo del tercer corte ($R^2 = -0.58$), la altura del segundo corte y la relación hoja-tallo del segundo corte ($R^2 = -0.5$) y altura del primer corte y la relación hoja-tallo del primer corte ($R^2 = -0.46$) (Tabla 6).

La relación hoja-tallo no presentó correlación significativa entre el primer y segundo corte (Tabla 6), pese a que las líneas de triticale 38, 15, 11 y 37 se caracterizaron por tener baja relación hoja-tallo en ambos cortes. La relación hoja-tallo entre el primer y tercer corte, y segundo y tercer corte resultaron significativas y negativas ($R = -0.32$ y $R = -0.25$); este resultado explica el aumento de la relación hoja-tallo de las líneas 37 y 15 en el tercer corte, pese a presentar baja relación en el primer y segundo corte; y como la línea de triticale 16 que fue una de mejor relación hoja-tallo en el primer y segundo corte resultó en una de las de menor relación en el tercer corte.

Si consideramos la relación de un mismo carácter entre los distintos momentos de corte, el análisis arrojó que no presentaron asociaciones altas y significativas; esto impidió la capacidad de predicción de la respuesta de un carácter en distintos momentos de corte.

Tabla 6: Correlaciones (abajo de la diagonal) y significancia estadística (arriba de la diagonal) entre caracteres forrajeros evaluados en tres cortes, en genotipos de triticale y tricepiro.

	H:T (1)	MS (1)	Altura (1)	H:T (2)	MS (2)	Altura (2)	H:T (3)	MS (3)	Altura (3)	Nº tallos m ² (2)	Nº tallos m ² (3)	MS acumulada
H:T (1)	-	7.8E-05	1.6E-05	0.24	0.56	0.43	3.7E-03	0.01	0.01	0.67	0.47	0.25
MS (1)	-0.42	-	3.8E-12	0.83	0.84	0.71	1.9E-03	0.01	0.01	0.11	0.03	0.43
Altura (1)	-0.46	0.68	-	0.48	0.88	0.16	3.0E-04	0.02	0.04	0.83	0.10	0.92
H:T (2)	0.13	0.02	0.08	-	0.85	1.6E-06	0.02	7.7E-08	9.6E-08	0.65	2.5E-07	4.4E-07
MS (2)	0.07	0.02	-0.02	0.02	-	3.6E-05	0.84	0.31	0.07	7.0E-07	0.57	8.2E-06
Altura (2)	0.09	-0.04	-0.16	-0.50	0.44	-	0.21	0.07	0.02	0.02	0.03	0.72
H:T (3)	-0.32	0.34	0.39	-0.25	0.02	0.14	-	1.9E-10	1.0E-08	0.64	1.3E-07	1.4E-05
MS (3)	0.27	-0.28	-0.25	0.55	0.11	-0.20	-0.64	-	0.00	0.21	0.00	0.00
Altura (3)	0.27	-0.27	-0.23	0.55	0.20	-0.25	-0.58	0.85	-	0.07	0.00	0.00
Nº tallos m ² (2)	-0.05	0.18	0.02	-0.05	0.52	0.25	-0.05	0.14	0.20	-	0.01	5.5E-04
Nº tallos m ² (3)	0.08	-0.25	-0.18	0.54	0.06	-0.24	-0.55	0.80	0.75	0.27	-	4.5E-12
MS acumulada	0.13	0.09	-0.01	0.53	0.47	-0.04	-0.46	0.87	0.76	0.38	0.68	-

H:T: relación hoja-tallo; MS: producción de materia seca; Altura: altura de planta..
Números entre paréntesis indican el corte.

La producción de un cultivo es la consecuencia de la disponibilidad de recursos, determinado en el ambiente edáfico y climático; de la capacidad que tienen los distintos

genotipos para su aprovechamiento, identificándose no solo diferencias entre especies, sino también entre cultivares (Pochettino, 2009). En este estudio la producción de forraje al igual que la relación hoja-tallo fue afectada por el genotipo y el momento de corte. Para una mayor producción en el 1^{er} y 2^{do} corte resultó promisorio la línea experimental 3 de tricepiro y la línea 15 de triticales, mientras que para una mayor producción en el 2do y 3er corte destacó la línea experimental de triticales 40. La mayor producción de materia seca acumulada también se vio reflejada en la línea de tricepiro 3 y 40 de triticales. La menor relación hoja-tallo la presentaron las líneas de triticales 38, 15, 11, y 37, tanto para el 1^{er} y 2^{do} corte, aunque estas líneas se mostraron como entre las de menor producción de materia seca acumulada.

Evaluación de Grano forrajero

Rendimiento y componentes de rendimiento

El rendimiento de grano forrajero, producto de dos cortes forrajeros previos, presentó diferencia entre genotipos ($p < 0.001$) y diferencia entre triticales y tricepiros ($p = 0.01$). El rendimiento de grano promedio fue de $1068.9 \text{ kg ha}^{-1}$, y los tricepiros superaron a los triticales en 169.1 kg ha^{-1} . Entre los genotipos de mayor rendimiento de grano destacaron la línea de tricepiro 3 con $1661.1 \text{ kg ha}^{-1}$, y los triticales 12, 10, 20 y 19 con un rendimiento promedio de $1441.6 \text{ kg ha}^{-1}$ (Tabla 7). Donaire et al. (2010) evaluaron en Marcos Juárez (Córdoba) el rendimiento de grano forrajero en triticales, después de dos cortes obteniendo valores similares a los de este estudio (1149 kg ha^{-1} en promedio). Viñuela (2021) en La Plata (Buenos Aires) luego de tres cortes en avena logró 1871 kg ha^{-1} de promedio. Barlasina (2008) en un estudio en Río Cuarto en genotipos de tricepiro, con un corte previo y en una temporada de muy bajas precipitaciones, reportó un valor promedio de 210 kg ha^{-1} .

El promedio del número de granos m^2 fue de 6664, con valores máximo de 9656 y mínimo de 2235. El ANAVA arrojó diferencias entre genotipos ($p=0.01$) y no presentó diferencia entre triticales y tricepiros ($p=0.06$). Las líneas que destacaron fueron la 10, 19, 3, 18 y el cultivar Cayú-UNRC, con un valor promedio de 8871 granos m^2 (Tabla 7). El número de granos m^2 explicó un 66 % la variación del rendimiento de grano ($p<0.01$) y presentó una relación positiva (Figura 3).

El peso de mil granos (PMG) presentó diferencia entre genotipos ($p<0.001$) y diferencia entre triticales y tricepiros ($p = 0.02$). El PMG fue en promedio de 26.8 g, los triticales presentaron mayor PMG respecto de los tricepiros (27.0 vs 25.6 g). Las líneas de mayor PMG fueron la 38, 13, 34 (Cumé-UNRC), 11 y 6 con valores superiores a los 29 g (Tabla 7). Pese a las diferencias entre los genotipos del PMG, este componente no explicó las variaciones de rendimiento entre los genotipos ($p = 0.13$; Figura 4).

El rendimiento de grano forrajero solo presentó bajas asociaciones con los caracteres forrajeros analizados en el segundo corte, como ser con la producción de materia seca ($r^2 = 0.22$; $p = 0.04$), el % hoja ($r^2 = 0.33$; $p<0.001$) y % tallo ($r^2 = -0.33$; $p<0.001$). Esta baja asociación denota una débil tendencia entre aquellos genotipos de buena producción y calidad de materia seca en el segundo corte con el rendimiento de grano luego de dos cortes, lo que imposibilita predecir un buen rendimiento de grano con información obtenida en el segundo corte.

Tabla 7: Rendimiento de grano forrajero (kg ha⁻¹), peso de mil granos y número de granos m² en genotipos de triticale y tricepiro en Santa Rosa, La Pampa, 2020.

Genotipo	Rendimiento de grano (Kg ha ⁻¹)	Peso de 1000 granos (gr)	N granos m ²
1	1194.47 bcdefgh	23.17 k	7113.9 abcd
2	1166.67 bcdefgh	25.87 efghijk	7725.0 abc
3	1661.1 a	27.97 bcdefg	8790.0 ab
4	1105.53 cdefgh	26.03 efghij	7688.3 abc
5	1155.53 bcdefgh	25.27 ghijk	7572.8 abcd
6	1299.97 abcde	29.03 bcd	7951.1 abc
7	927.8 efghi	23.5 ijk	6403.3 abcd
8	1000 efghi	24.1 hijk	5407.2 bcdef
9	872.23 fghi	27.97 bcdefg	6629.0 abcd
10	1505.53 abc	25.77 efghijk	9656.4 a
11	827.8 hij	29.7 bc	4218.9 cdef
12	1522.23 ab	27.93 bcdefg	6727.8 abcd
13	938.9 efghi	30.73 ab	4480.0 cdef
14	1216.69 bcdefgh	24.57 hijk	7431.4 abcd
15	605.53 ijk	26.5 defgh	3756.7 def
16	1044.47 defgh	26.17 efghi	7824.4 abc
17	1233.33 bcdefg	25.5 fghijk	6174.4 abcde
18	1272.23 abcdef	23.27 jk	8411.7 ab
19	1300 abcde	24.7 hijk	9094.4 ab
20	1438.9 abcd	28.5 bcde	8383.3 ab
32	905.57 efghi	25.4 ghijk	7296.4 abcd
33	911.1 efghi	23.1 k	8405.0 ab
34	905.53 efghi	30 b	5823.3 abcdef
37	422.21 k	28.31 bcdef	2509.2 ef
38	450.01 jk	33.14 a	2235.0 f
40	1133.33 bcdefgh	26.2 defghi	5903.9 abcdef
41	844.43 ghij	26.87 cdefgh	6328.3 abcde
DMS	402.4	2.83	3841.5

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0.05$).

DMS: Diferencia mínima significativa.

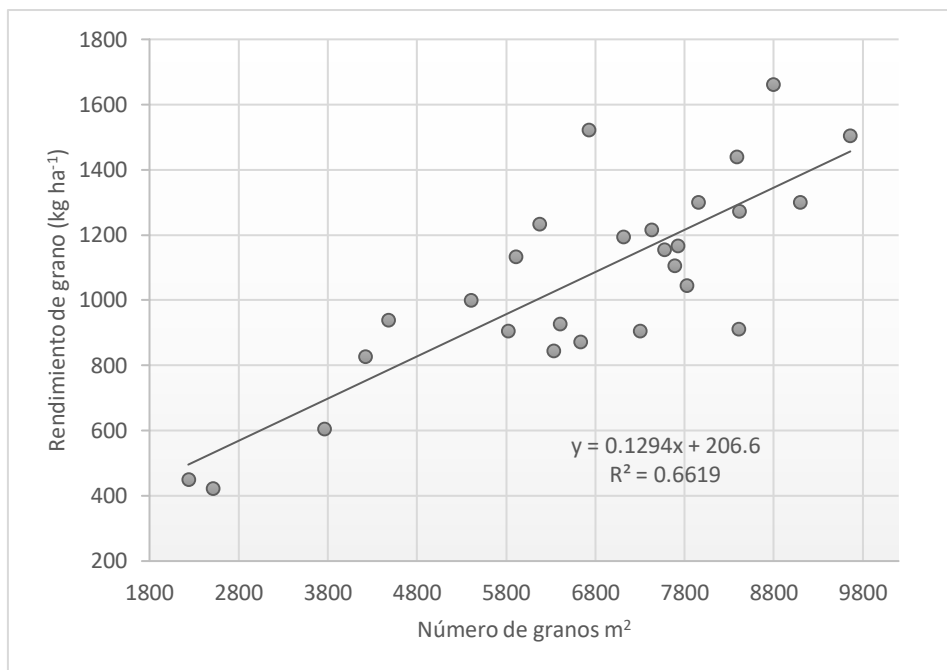


Figura 3: Relación entre rendimiento de grano forrajero con el número de granos m² en genotipos de triticale y tricepiro, durante el ciclo 2020, en Santa Rosa, La Pampa.

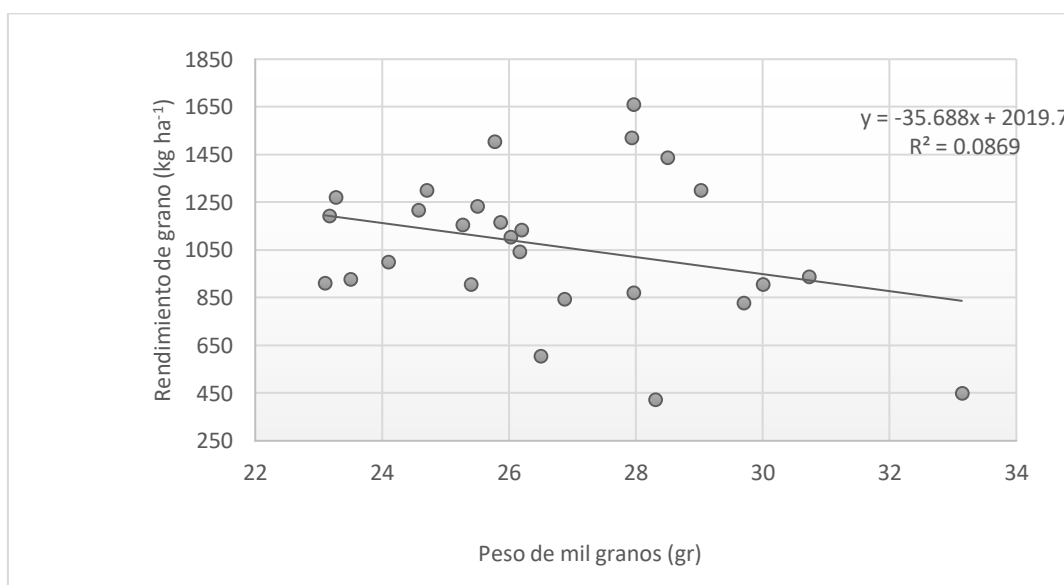


Figura 4: Relación entre rendimiento de granos de grano forrajero con el peso de mil granos, en genotipos de triticale y tricepiro, durante el ciclo 2020, en Santa Rosa, La Pampa.

Subcomponentes del rendimiento de grano forrajero

La altura de planta a cosecha arrojó diferencias entre genotipos ($p < 0.001$). Entre los genotipos de mayor altura destacaron la línea de tricepiro 32 y 1 y los triticales 34 (Cumé-UNRC), 13 y 7, con un valor medio de 91.4 cm (Tabla 8). En promedio los tricepiros

(85.6 cm) resultaron más altos que los triticales (77.9 cm) ($p < 0.001$). La altura de planta entre el segundo corte de forraje y al momento de cosecha de grano en madurez fisiológica presentó un incremento de un 50.5 %; y no presentó asociación con el carácter rendimiento de grano ($R^2 = 0.17$; $p = 0.14$) (Tabla 9).

El número de espigas m^2 presentó diferencias entre los genotipos ($p < 0.01$). Los tricepiros promediaron 219.1 espigas m^2 y se diferenciaron de las 175.3 espigas m^2 que promediaron los triticales ($p = 0.01$). El valor promedio de número de espigas fue de 183.4, con máximos de 265.6 y mínimos de 73.6. Entre los mejores genotipos destacaron el tricepiro 3 y los triticales 33 (Cayú-UNRC), 7, 16 y 14 (Tabla 8). Teniendo en cuenta el número de tallos m^2 en el segundo corte (438 en promedio), la tasa de supervivencia de tallos fue del 42 %. La tasa de supervivencia de los macollos es importante porque determina el número de granos por unidad de superficie y por ende el rendimiento (Miralles et al., 2014). En Río Cuarto, Barlasina (2008) en tricepiros reportó un valor promedio de número de espigas m^2 de 66.2; con una tasa de supervivencia del 60%; mientras que Pusetto (2009) en trigo midió un promedio de 177,6 espigas m^2 con dos cortes previos. La correlación del número de espigas m^2 con el rendimiento fue de 0.67 ($p < 0.01$) (Tabla 9), y resultó en el carácter con mayor asociación con el rendimiento; además presentó una alta relación con el principal componente de rendimiento de esta evaluación, el número de granos m^2 ($R^2 = 0.88$; $p < 0.001$).

El número de espiguillas por espiga presentó diferencias entre genotipos ($p = 0.03$), con un valor promedio de 23.7, máximos de 28.7 y mínimos de 18.7. Los triticales y los tricepiros no se diferenciaron ($p = 0.55$). Entre los genotipos destacados se pueden mencionar las líneas 17, 5, 1, 10 y 11; con valores superiores a las 25 espiguillas por espiga (Tabla 8). Este carácter no presentó correlación con el rendimiento de grano, pero

si lo hizo con el número de granos por espiga ($R^2 = 0.67$; $p < 0.001$) y con la longitud de la espiga ($R^2 = 0.71$; $p < 0.001$) (Tabla 9).

La longitud de espiga fue en promedio de 9.1 cm, con valores máximos de 10.6 cm y mínimos de 7.8 cm (Tabla 8), y no arrojó diferencias entre los genotipos, ni diferencias entre triticales y tricepiros; y presentó una baja asociación con el rendimiento de grano ($R^2 = 0.24$; $p = 0.03$) (Tabla 9).

Tabla 8: Valores promedio de caracteres asociados al rendimiento de grano de genotipos de triticales y tricepiro en Santa Rosa, La Pampa, 2020.

Genotipo	Granos por espiga	Longitud de espiga (cm)	N° de espiguillas por espiga	N° espigas m ²	Altura planta (cm)
1	37.2 abcdefg	8.38	25.4 abc	197.7 abcd	93.3 ab
2	40.2 abcde	9.42	24.5 abc	192.3 abcdef	80.3 defgh
3	31.2 efgh	8.42	19.7 de	282.3 a	74.3 ghijk
4	36.7 abcdefg	8.5	22.2 bcde	212.3 abcd	85.0 bcdef
5	44.5 ab	10.58	26.3 ab	168.0 cdefg	80.3 defgh
6	41.2 abcd	9.25	24.2 bc	193.7 abcde	77.7 efghij
7	26.7 h	9.33	22.0 bcde	237.7 abc	89.0 abcd
8	35.2 bcdefgh	9.67	24.3 abc	150.0 cdefgh	70.7 ijkl
9	40.0 abcdefg	9.21	24.3 abc	164.7 cdefgh	79.7 defghi
10	45.4 a	9.58	25.2 abc	213.3 abcd	81.7 cdefgh
11	42.0 abc	8.42	25.2 abc	100.0 fgh	72.3 hijk
12	35.3 bcdefgh	8.92	23.5 bcd	199.0 abcd	74.3 ghijk
13	34.7 cdefgh	9.03	25.0 abc	125.7 defgh	90.0 abc
14	36.5 abcdefg	8.83	22.5 bcde	217.7 abcd	76.3 fghij
15	36.5 abcdefg	8.5	23.5 bcd	103.0 efgh	62.7 l
16	36.0 bcdefgh	9.33	24.3 abc	219.0 abc	73.7 ghijk
17	37.2 abcdefg	10.42	28.7 a	165.3 cdefgh	68.3 jkl
18	41.2 abcd	9	24.0 bcd	203.3 abcd	74.7 ghijk
19	40.0 abcdef	9	22.3 bcde	214.3 abcd	82.3 cdefg
20	39.2 abcdefg	9.17	24.2 bc	215.7 abcd	82.7 cdefg
32	35.9 bcdefgh	8.67	24.7 abc	211.0 abcd	95.0 a
33	32.0 defgh	10	24.2 bc	265.7 ab	86.7 abcde
34	33.0 cdefgh	8.83	24.7 abc	173.7 bcdefg	90.0 abc
37	30.6 gh	8.04	18.7 e	84.3 gh	66.7 kl
38	30.8 fgh	7.75	19.7 de	73.7 h	77.0 fghij
40	33.5 cdefgh	10.33	24.0 bcd	179.0 bcdef	79.0 efghi
41	33.3 cdefgh	8.08	21.8 cde	190.0 abcdef	78.7 efghi
DMS	9.39	-	4.46	92.5	9.59

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0.05$).

DMS: Diferencia mínima significativa.

El número de granos por espiga presentó diferencias entre genotipos ($p = 0.03$) y los triticales no se diferenciaron de los tricepiros ($p = 0.83$). El valor promedio del número de granos por espiga fue de 36.5, con máximos de 45.4 y mínimos de 26.7 (Tabla 8). Los genotipos de mayor número de granos por espiga fueron las líneas de triticales 10, 5, 11, 6 y 18, con un valor promedio de 42.8 granos. Este carácter logró una baja correlación con el rendimiento de grano ($R^2 = 0.29$; $p < 0.01$) (Tabla 9).

Tabla 9. Grado de asociación (diagonal inferior) y significancia (diagonal superior) entre el rendimiento de grano y sus componentes en líneas experimentales de triticales y tricepiro, evaluados durante 2020 en Santa Rosa, La Pampa, Argentina.

	Rend	PMG	N granos m ²	N° granos por espiga	Longitud espiga	N° espiguillas por espiga	N° espigas m ²	Altura de planta
Rend	1.00	0.01	0.00	0.01	0.03	0.14	1.0E-11	0.12
PMG	-0.28	1.0	1.9E-03	0.92	0.02	0.11	1.5E-04	0.51
N granos m²	0.74	-0.34	1.00	3.2E-04	0.01	0.03	0.00	0.01
N° granos por espiga	0.29	-0.01	0.39	1.00	7.5E-07	1.2E-11	0.56	0.93
Longitud espiga	0.24	-0.26	0.29	0.52	1.00	0.00	0.49	0.25
N° espiguillas por espiga	0.17	-0.18	0.25	0.67	0.71	1.00	0.79	0.14
N° espigas m²	0.67	-0.41	0.88	-0.07	0.08	-0.03	1.00	4.6E-03
Altura de planta	0.17	-0.07	0.29	0.01	0.13	0.16	0.31	1.00

Rend: Rendimiento de grano; PMG: Peso de mil granos.

Evaluación de Producción de semilla

Rendimiento y componentes de rendimiento

El rendimiento de semilla fue en promedio de 1688.9 kg ha⁻¹, con valores máximos de 2353 kg ha⁻¹ y mínimos de 1102.8 kg ha⁻¹. Entre la producción de semilla y la producción de grano forrajero (1068.9 kg ha⁻¹) la diferencia fue de 620 kg ha⁻¹ (36.7 %), pese a esta diferencia la producción de grano forrajero logró una producción de forraje acumulada en los dos cortes previos de 3812 kg ha⁻¹ MS. Los genotipos no presentaron asociación

entre el rendimiento de grano forrajero y la producción de semilla ($R^2 = -0.08$; $p = 0.69$). En Carhué (Buenos Aires) Merchán et al. (2006) evaluaron la producción de trigo doble propósito y concluyeron que una sola defoliación no redujo la producción de granos, y se cosecharon 1400 kg ha⁻¹ MS; cuando se aplicaron dos defoliaciones (afectando a la futura espiga en la segunda defoliación) se redujo en un 51% la producción de granos, pero se cosecharon 3900 kg ha⁻¹ MS; y con cuatro defoliaciones (en ninguna de ellas fue afectado el ápice) la reducción de grano fue del 27% y la cosecha de pasto fue de 3.300 kg ha⁻¹ MS.

El ANAVA para rendimiento de semilla arrojó diferencias entre genotipos ($p < 0.001$). Los tricepiros que promediaron 2083.6 kg ha⁻¹ se diferenciaron de los 1599.2 kg ha⁻¹ que promediaron los triticales ($p < 0.001$); a diferencia de lo reportado por Castro et al. (2011a) quienes reportaron en este mismo ambiente una superioridad de los triticales por sobre los tricepiros del 58%. Entre los genotipos de mayor rendimiento de grano destacaron las líneas de triticales 19 (2353 kg ha⁻¹), 38 (2278 kg ha⁻¹), 15 (2268 kg ha⁻¹), 11 (2109 kg ha⁻¹) y 37 (2093 kg ha⁻¹), con un valor promedio de 2220.7 kg ha⁻¹ (Tabla 10). Otros autores en la región semiárida pampeana reportaron resultados de rendimiento similares (Di Santo et al. (2005); Artero, 2014; Benito & Recoulat, 2014; Ruiz et al., 2014; Ferreira et al., 2015; Maspero, 2019; Donaire et al., 2020). Barlasina (2008) en Río Cuarto obtuvo en tricepiros rendimientos 385 kg ha⁻¹, concluyendo la producción fue muy afectada por la sequía. Castro et al. (2011b) evaluaron en el mismo ambiente de este estudio, entre el año 2008 y 2010 y obtuvieron un rendimiento de semilla promedio del trienio de 1945 kg ha⁻¹ para los triticales y 1442 kg ha⁻¹ para los tricepiros; con valores máximos en el año 2010 que fue promedio en triticales de 4204.1 kg ha⁻¹ y en tricepiros de 3073.6 kg ha⁻¹.

El número de semillas m² resultó en promedio 12876 y a pesar que presentó valores máximos de 13695 y mínimos de 10054 semillas m² (Tabla 10), el ANAVA no arrojó

diferencia entre genotipos ($p = 0.134$). Los resultados obtenidos en los triticales evaluados en el presente estudio resultaron superiores a los reportados por Paccapelo et al. (2017) en Santa Rosa (9151.9 semillas m^2) y por Artero (2014) en Río Cuarto (9397.8 semillas m^2). El número de semillas m^2 fue un 51.7 % superior al número de granos m^2 del ensayo de producción de grano forrajero; y presentó una baja asociación con el rendimiento de semilla ($R^2 = 0.25$; $p = 0.03$; Figura 5). A diferencia de este estudio, en triticales Artero (2014) reportó una alta correlación entre el número de semillas m^2 y rendimiento ($R^2 = 0.91$), y Pochettino (2009) una correlación positiva de 0.67.

El peso de 1000 semillas (PMS) presentó diferencia entre genotipos ($p < 0.001$). El valor promedio de PMS fue de 24.6 gr, este valor representó una reducción del 8.2 % respecto del PMG en condición de grano forrajero. Las líneas de triticales superaron en promedio a las líneas de tricepuro en un 11.5 % ($p < 0.001$). Entre los mejores cinco genotipos para PMS destacaron las líneas de triticales 37, 38, 13, 5 y el cultivar Cumé-UNRC (34), con un valor promedio de 29.9 gr (Tabla 10). Los resultados de este estudio fueron similares a los reportados en triticales y tricepuro en este ambiente por Castro et al., (2011a) con 23 g de PMS en la campaña 2008 y 20.6 g en la campaña 2009; y fueron inferiores a informados en Río Cuarto por Artero (2014) con 39.6 gr, Carena (2015) con 39 g, Pasero (2016) con 38 g y Maspero (2019) con 40.9 g.

El PMS se correlacionó con el rendimiento de semilla ($R^2 = 0.58$; $p < 0.001$; Figura 6) a diferencia del PMG en el ensayo de rendimiento de grano forrajero. Otros autores también reportaron en triticales asociación entre el peso PMS y el rendimiento de semilla como ser Mac Cornick & Paccapelo (2003) ($R^2 = 0.38$); Artero (2014) ($R^2 = 0.34$) y Paccapelo et al. (2017) ($R^2 = 0.76$).

Tabla 10: Rendimiento de semilla (kg ha⁻¹), peso de mil semillas y número de semillas m² de genotipos de triticales y tricepiro en Santa Rosa, La Pampa, 2020.

Genotipo	Rendimiento de semilla (kg ha ⁻¹)	Peso de 1000 semillas (g)	Nº semillas m ²
1	1510.1 ghijkl	20.6 h	14363
2	1538.1 ghijk	24.2 cdefg	12326
3	1713.2 defgh	22.4 efgh	13334
4	1136.6 lm	22.1 fgh	10054
5	2023.1 abcde	26.8 bc	11125
6	1859.7 cdefg	24.8 cdef	14071
7	1278.1 ijklm	20.3 h	10479
8	1709.3 defgh	22.6 efgh	13278
9	1537.4 ghijk	24.3 cdefg	15601
10	2084.3 abcd	24.8 cdef	16396
11	2109.8 abc	25.1 cde	11557
12	1932.4 bcdef	25.6 cd	14353
13	1204.1 klm	29.4 b	11100
14	1314.3 ijklm	22.0 fgh	14858
15	2268.3 ab	25.5 cd	13686
16	1408.2 hijklm	23.0 defgh	11636
17	1419.9 hijklm	22.1 fgh	12232
18	1834.9 cdefg	25.5 cd	11649
19	2353.0 a	25.6 cd	14843
20	1781.7 cdefgh	24.8 cdef	13381
32	1248.7 jklm	22.1 fgh	12610
33	1102.8 m	21.9 gh	14196
34	1644.8 efghi	25.7 cd	12770
37	2093.9 abcd	34.2 a	11244
38	2278.8 ab	33.8 a	12249
40	1599.4 fghij	22.6 efgh	10342
41	1616.0 fghij	23.5 defg	13937
DMS	388.1	2.84	-

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0.05$).
DMS: Diferencia mínima significativa.

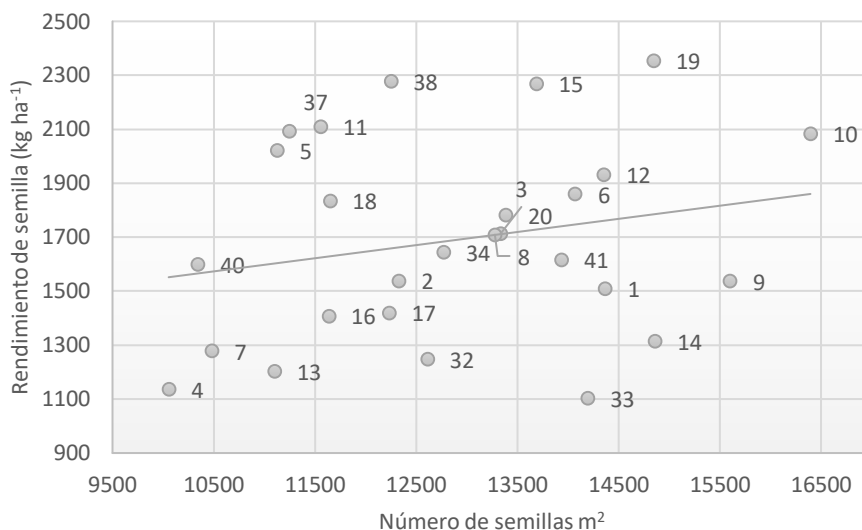


Figura 5: Relación entre rendimiento de semillas con el número de semillas m² en genotipos de triticale y tricepuro, durante el ciclo 2020, en Santa Rosa, La Pampa.

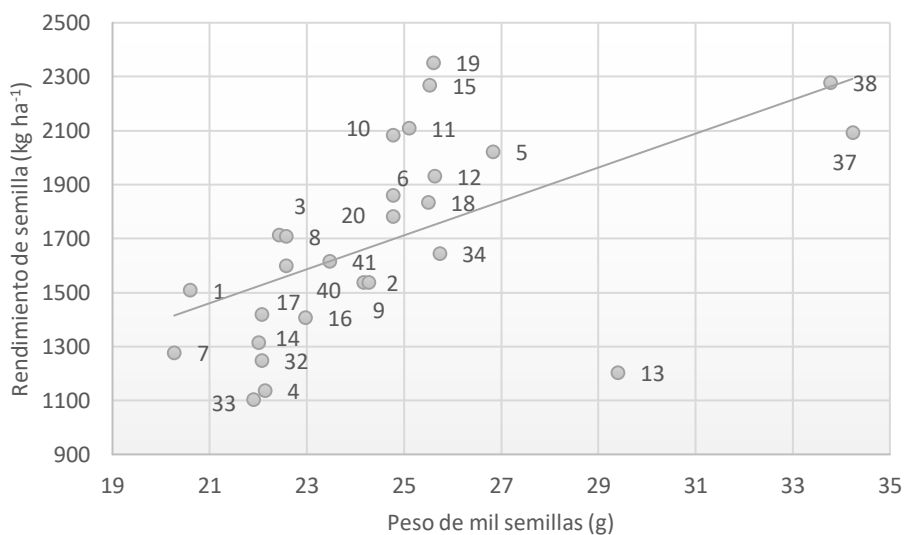


Figura 6: Relación entre rendimiento de semilla con el peso de mil semillas en genotipos de triticale y tricepuro, durante el ciclo 2020, en Santa Rosa, La Pampa.

Trabajos realizados en trigo indican que el peso de mil granos sería el componente de mayor importancia en la selección indirecta del rendimiento para la región semiárida pampeana (Miranda et al., 1994). En este estudio, el PMS respecto al PMG forrajero, no solo presentó una disminución en el valor promedio, sino que también resultó en una correlación positiva y significativa con el rendimiento. Este efecto diferencial entre los dos ensayos se puede atribuir a las bajas precipitaciones ocurridas en el mes de octubre, noviembre y diciembre, época que coincide con el llenado de grano, y que estuvieron por

debajo del promedio histórico (Figura 1). Distintos estudios demostraron que existe un período crítico en trigo que define el número de grano por superficie, el cual va desde los 20 días pre-floración a 10 post-floración, coincidiendo con el crecimiento activo de las espigas y los tallos hasta el cuaje de los granos (Satorre et al. 2003). Si consideramos que el número de semillas m^2 fue de casi el doble respecto del número de granos m^2 , se puede entender que la falta de precipitaciones en los meses posteriores a la floración no permitió un correcto llenado de grano y afectó en el rendimiento a cosecha. Pérez (2007) en evaluaciones de rendimiento en triticale doble propósito y granífero señala que la escasez de precipitaciones en los años evaluados afectó seriamente la producción de semilla.

Subcomponentes del rendimiento de semilla

La altura de planta presentó diferencias entre genotipos ($p = 0.03$) y los tricepiros se diferenciaron de los triticales ($p = 0.04$). Las líneas de tricepiro que presentaron mayor altura fueron la 32, 2 y 4 con un promedio de 107.7 cm, y entre los triticales destacó la línea 17 y el cultivar Antonio UNLPam (41), con un promedio de 107.5 cm (Tabla 11). Estos resultados fueron superiores a los reportados en triticale (75.4 cm) y tricepiro (91.5 cm) en Santa Rosa por Capellino & Rufach et al., (2010), y en tricepiro por Vicente (2019) en Río Cuarto (64.45 cm); y similares a los de Bergues (2001) en Santa Rosa (93.0 cm) y Artero (2014) en Río Cuarto (108,2 cm). en triticales.

La altura promedio fue de 99.5 cm y superó en 20.2 cm la altura promedio que se alcanzó en el ensayo de producción de grano forrajero (79.3 cm). La altura de planta entre los genotipos, en el ensayo de producción de semilla y el de producción de grano forrajero, no presentó asociación ($R^2 = 0.33$; $p = 0.1$); pese a ello la línea de tricepiro 3 destacó en altura en ambos ensayos. De igual manera que en el ensayo de producción de grano forrajero, la altura de planta no presentó asociación con el carácter rendimiento de semilla ($R^2 = -0.2$; $p = 0.08$).

El número de espigas m^2 se diferenció entre genotipos ($p = 0.0103$) y se diferenció entre triticales y tricepiros ($p = 0.01$). Los triticales promediaron 326.3 espigas m^2 y superaron las 294.3 espigas m^2 que promediaron los tricepiros. El número de espigas m^2 promedio fue de 320.8 y resultó un 57.1 % más elevado que en el ensayo de producción de grano forrajero. Entre los genotipos que destacaron se pueden mencionar el cultivar 33 Cayú UNRC (395.6) y 34 Cumé UNRC (375.3), las líneas de triticales 20 (381.0) y 10 (374.6) y la línea de tricepiro 3 (367.6) (Tabla 11). Los valores de número de espigas m^2 fueron inferiores a los reportados en Río Cuarto por Maspero (2019) en tricepiros (713,4); similares a los de Carena (2015) con 345 en tricepiro y 363.3 en triticales, Artero (2014) con 363 en triticales; y superiores a los obtenidos por Di Santo et al. (2005) en triticales (231.6), Vicente (2019) en tricepiro (175.0); y en Santa Rosa por Castro et al. (2011a) en triticales (158.8) y tricepiro (168.1), Paccapelo et. al (2017) en triticales (268.0) y Capellino & Rufach et al. (2010) en triticales (154.6) y tricepiro (164.0).

El número de espigas m^2 de los genotipos no presentó asociación entre los ensayos de producción de grano forrajero y el de producción semilla ($R^2 = 0.35$; $p = 0.07$); sin embargo, el cultivar Cayú UNRC y la línea de tricepiro 3 destacaron entre los genotipos de mayor número de espigas m^2 en ambos ensayos. El número de espigas m^2 no se correlacionó con el rendimiento de semilla ($R^2 = 0.06$; $p = 0.62$), a diferencia de lo reportado en Santa Rosa por Mac Cornick & Paccapelo (2003) ($R^2 = 0.69$), Paccapelo, 2004 ($R^2 = 0.69$) y Paccapelo et al. (2017) ($R^2 = 0.56$); y en Río Cuarto por Barlasina (2008) en tricepiro ($R^2 = 0.67$), Atero (2014) en triticales ($R^2 = 0.50$) y López (2020) ($R^2 = 0.57$) en triticales. El número de espigas m^2 se correlacionó con el número de semillas m^2 ($R^2 = 0.68$; $p < 0.001$) y en menor medida y de forma negativa con el peso de mil semillas ($R^2 = -0.23$; $p = 0.03$).

El número de espiguillas por espiga se diferenció entre genotipos ($p < 0.001$) y se diferenció entre triticales y tricepiros ($p = 0.01$). Los tricepiros que destacaron fueron la línea 1, 32 y 2 con un promedio de 26.2 espiguillas por espiga (Tabla 11). En triticales destacaron la línea 8, 9 y 6 con un promedio de 26.3 espiguillas por espiga. El promedio del número de espiguillas por espiga fue de 23.9 y fue similar al promedio en el ensayo de producción de grano forrajero (23.7). En Río Cuarto, los tricepiros arrojaron un promedio menor al de este trabajo como el reportado por Vicente (2019) con un promedio de 20, Maspero (2019) 19.6 y Ferreira (2007) 26 espiguillas por espiga.

El número de espiguillas por espiga de los genotipos presentó una modesta asociación entre los ensayos de producción de grano forrajero y el de producción semilla ($R^2 = 0.5$; $p = 0.01$). Este resultado se ve reflejado en parte en la línea de tricepiros 1, fue una de las de mayor número de espiguillas por espiga; y las líneas de triticales 38, 37 y 7 que en ambos ensayos destacaron por presentar el menor número de espiguillas. El número de espiguillas por espiga no presentó correlación con el rendimiento de semilla ($R^2 = -0.13$; $p = 0.25$); y al igual que lo hizo en el ensayo de grano forrajero se asoció con el número de granos por espiga (0.52 ; $p < 0.001$) y con la longitud de la espiga (0.58 ; $p < 0.001$) (Tabla 12). A diferencia de este estudio, Lopez (2020) indicó en triticales que el número de espiguillas por espiga se correlacionó con el rendimiento ($R^2 = 0.46$).

La longitud de espiga presentó diferencias entre genotipos ($p < 0.001$), el valor promedio fue de 9.46 cm con máximos de 10.9 y mínimos de 8.13 cm. Los tricepiros no se diferenciaron de los triticales ($p = 0.36$). Entre los genotipos de mayor longitud de espiga destacaron las líneas de triticales 40, 8, 10, 33 y la de tricepiros 32, con un valor promedio de 10.4 cm (Tabla 11). Resultados similares de longitud de espiga fueron reportados en Río Cuarto por Maspero (2019) en tricepiros (9.19 cm en promedio) y en México por Velasco et al. (2020) en triticales con valores de 9.5 a 12.9 cm. El ensayo de producción

de grano forrajero presentó similar valor de longitud de espiga (9.1 cm). Entre los dos ensayos, existió relación de la longitud de espiga entre los genotipos ($R^2 = 0.45$; $p = 0.02$); esta asociación podría denotar un alto aporte del componente genético de los genotipos en la expresión del fenotipo. Sin embargo, este carácter no se asoció con el rendimiento de semilla ($R^2 = -0.04$; $p = 0.71$) (Tabla 12), a diferencia de lo reportado en triticales por López (2020) ($R^2 = 0.32$).

El número de semillas por espiga presentó diferencias entre genotipos ($p = 0.008$) y se diferenciaron los tricepiros de los triticales ($p = 0.03$). Los tricepiros promediaron 42.8 semillas por espiga, mientras que los triticales 39.7 (Tabla 11). Entre los genotipos que destacaron se pueden mencionar las líneas de tricepiro 1 y 32, con un promedio de 47.8 semillas por espiga; y las de triticales 12, 19, 6, 10 con un promedio de 45.6 semillas por espiga. Estos resultados resultaron inferiores a los reportados por Capellino & Rufach et al. (2010) en el mismo ambiente de este estudio, quienes obtuvieron en tricepiros un promedio de 52.1 semillas por espiga, y en triticales 51. El valor promedio del número de semillas por espiga fue de 40.3, y resultó superior a los reportados en este mismo ambiente por Paccapelo et al. (2017) con 32.6; Castro et al. (2011a) en 2009 con 23.8, pero similar a los resultados del 2010 con 41.3. En Río Cuarto, Vicente (2019) obtuvo un promedio de 31 semillas por espiga en tricepiros y Maspero (2019) de 21.7.

Tabla 11: Valores promedio de caracteres asociados al rendimiento de semilla en genotipos de triticale y tricepiro en Santa Rosa, La Pampa, 2020.

Genotipo	Semillas por espiga	Longitud de espiga	N° de espiguillas por espiga	N° espigas m ²	Altura de planta
1	51.3 a	9.0 defghi	28.0 a	280.0 fgh	96.7 cde
2	42.7 bcde	9.5 bcdefg	24.0 cdefg	287.7 efgh	108.3 ab
3	36.3 def	9.5 bcdef	22.7 fg	367.7 abcd	95.0 cde
4	39.7 bcde	9.8 abcde	23.3 efg	251.0 h	105.0 abc
5	39.8 bcde	10.2 abcd	25.0 bcdef	281.3 fgh	98.3 bcde
6	45.8 abc	10.0 abcd	25.7 abcde	311.0 bcdefgh	95.0 cde
7	30.8 f	8.5 fghi	21.5 gh	339.0 abcdefg	103.3 abcd
8	40.8 bcde	10.5 ab	27.0 ab	320.0 abcdefgh	95.0 cde
9	43.7 abcd	10.0 abcd	26.3 abcd	359.0 abcde	91.7 e
10	44.0 abcd	10.3 abc	24.7 bcdef	374.7 abc	100.0 abcde
11	39.0 bcdef	9.0 defghi	24.1 bcdefg	296.7 defgh	101.7 abcde
12	46.7 ab	9.7 bcdef	23.7 defg	307.7 bcdefgh	93.3 de
13	39.3 bcde	8.2 hi	24.3 bcdefg	283.3 efgh	103.3 abcd
14	42.3 bcde	9.2 cdefghi	23.5 defg	348.7 abcdef	91.7 e
15	39.0 bcdef	9.4 bcdefgh	23.4 defg	353.3 abcdef	101.7 abcde
16	38.5 bcdef	9.3 bcdefghi	23.3 efg	303.3 cdefgh	95.0 cde
17	37.0 def	8.3 ghi	22.8 efg	335.7 abcdefg	110.0 a
18	38.7 bcdef	10.1 abcd	24.7 bcdef	298.7 cdefgh	100.0 abcde
19	46.1 ab	9.8 abcde	23.1 efg	323.3 abcdefgh	96.7 cde
20	34.8 ef	9.2 cdefghi	21.7 gh	381.0 ab	100.0 abcde
32	44.3 abcd	10.4 ab	26.7 abc	285.3 efgh	110.0 a
33	36.0 def	10.2 abc	23.3 efg	395.7 a	103.3 abcd
34	34.3 ef	9.1 cdefghi	22.7 fg	375.3 abc	103.3 abcd
37	40.0 bcde	8.8 efghi	22.5 fg	283.3 efgh	93.3 de
38	40.5 bcde	8.1 i	19.3 h	298.7 cdefgh	95.0 cde
40	37.7 cdef	10.9 a	24.7 bcdef	266.3 gh	96.7 cde
41	40.0 bcde	8.7 efghi	23.3 efg	353.3 abcdef	105.0 abc
DMS	8.37	1.18	2.94	76.88	11.47

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0.05$).
DMS: Diferencia mínima significativa.

El número de granos por espiga en el ensayo de producción de grano forrajero fue un 9.42 % inferior al número de semillas por espiga. Entre ambos ensayos los genotipos presentaron una correlación en el número de granos y de semillas de 0.45 ($p = 0.02$). Al igual que en el ensayo de grano forrajero, el número de granos por espiga presentó una baja correlación con el rendimiento de semilla ($R^2 = 0.25$; $p < 0.02$) (Tabla 12), valor inferior a lo presentado en triticale por Mac Cormick & Paccapelo (2003) ($R^2 = 0.75$), Paccapelo et al. (2017) ($R^2 = 0.58$) y López (2020) ($R^2 = 0.49$).

Tabla 12: Grado de asociación (diagonal inferior) y significancia (diagonal superior) entre el rendimiento de semilla y sus componentes en líneas experimentales de triticales y tricepiro evaluados durante 2020 en Santa Rosa, La Pampa, Argentina.

	Rend	PMS	N° semillas m ²	Altura de planta	N° espigas m ²	N° de espiguillas por espiga	Longitud espiga	N° de semillas espiga
Rend	-	1.8E-07	0.03	0.08	0.62	0.25	0.71	0.02
PMS	0.54	-	0.13	0.06	0.03	4.7E-03	0.02	0.81
N° semillas m ²	0.25	-0.17	-	0.35	4.8E-12	0.02	0.15	1.2E-08
Altura de planta	-0.20	-0.1	-0.10	-	0.89	0.45	0.37	0.27
N° espigas m ²	0.06	-0.23	0.68	0.02	-	0.16	0.46	0.08
N° de espiguillas por espiga	-0.13	-0.31	0.25	-0.08	-0.16	-	1.4E-08	6.7E-07
Longitud espiga	-0.04	-0.26	0.16	-0.10	-0.08	0.58	-	0.01
N° de semillas espiga	0.25	0.03	0.58	-0.13	-0.19	0.52	0.29	-

Rend: Rendimiento de semilla; PMS: Peso de mil semillas.

La sustentabilidad en sistemas de explotación ganadera basados en pastos cultivados depende de disponibilidad de semilla forrajera, esto significa que el desarrollo de la industria de semillas de plantas forrajeras es de esencial importancia para los países (Reina, 2007). En la región pampeana Argentina, la producción de carne se realiza sobre pasturas perennes y verdeos de invierno, esto genera una competencia entre los verdeos de invierno sembrados para producir pasto y grano. Una alternativa para disminuir dicha competencia podría ser utilizar el verdeo para producir pasto durante el invierno y a posterior cosechar, es decir utilizarlo con doble propósito (Merchán et al., 2007). En este sentido, la línea de tricepiro 3 destacó entre todos los genotipos, al posicionarse 1^{ra} en el ranking (Tabla 13), y se caracterizó por lograr alta producción de materia seca acumulada, destacando en el primer y segundo corte, y además un muy buen rendimiento de grano forrajero. La línea 12 de triticales presentó similares valores de rendimiento de grano forrajero que la línea 3, también se caracterizó por presentar alto valor de producción de

forraje en el segundo corte, aunque con mejor producción en el tercer corte, por lo que se posicionó como 2^{da} en el ranking. La línea de triticales 18 se ubicó en el puesto tres, y se caracterizó por presentar una alta producción de forraje en el segundo corte. La línea 40 quedó ubicada en la posición cuarta del ranking y destacó por presentar alta producción de materia seca acumulada, en el segundo y tercer corte, pero de bajo rendimiento de grano y semilla. La línea de tricepiro 1 se posicionó 5^{ta}, tuvo un comportamiento destacado en el primer y tercer corte.

Tabla 13: Ranking de genotipos de triticales y tricepiro según rendimiento de semilla (RS), rendimiento de grano forrajero (RGF) y producción de materia seca acumulada (MSA) y materia seria en el primer, segundo y tercer corte (C1, C2, C3).

Genotipo	RS	RGF	MSA	C1	C2	C3	Suma	Desvío	Ranking
1	19	10	7	4	14	7	61	5	5
2	17	11	17	14	17	17	93	3	18
3	12	1	3	3	3	11	33	5	1
4	26	14	15	13	25	10	103	7	21
5	7	12	22	26	19	20	106	7	22
6	9	6	13	21	15	9	73	5	8
7	23	18	18	16	20	19	114	2	25
8	13	16	14	10	6	18	77	4	10
9	18	22	25	18	4	23	110	8	24
10	6	3	24	6	26	21	86	10	15
11	4	24	21	1	12	24	86	10	15
12	8	2	6	17	7	6	46	5	2
13	25	17	8	11	13	8	82	7	14
14	22	9	1	23	21	1	77	10	10
15	3	25	23	5	5	25	86	11	15
16	21	15	4	19	16	2	77	8	10
17	20	8	11	7	8	13	67	5	6
18	10	7	10	15	1	14	57	5	3

19	1	5	12	25	23	5	71	10	7
20	11	4	19	27	24	12	97	9	19
32	24	20	9	2	10	15	80	8	13
33	27	19	16	9	22	16	109	6	23
34	14	21	20	12	11	22	100	5	20
37	5	27	26	22	18	26	124	8	27
38	2	26	27	8	27	27	117	11	26
40	16	13	2	24	2	3	60	9	4
41	15	23	5	20	9	4	76	8	9

RS: Rendimiento de semilla; RGF: Rendimiento de grano forrajero; MSA: Materia Seca acumulada; C1: Materia seca 1^{er} corte; C2: Materia seca 2^{do} corte; C3: materia seca 3^{er} corte.

CONCLUSIÓN

En relación a los resultados de este estudio, la hipótesis planteada es aceptada, porque durante el ciclo 2020 existió alta producción de forraje, grano doble propósito y semilla, con valores de producción similares o superiores a los reportados por otros autores. La caracterización de las líneas de triticales y tricepiro reflejaron variabilidad fenotípica, lo que permitió clasificarlas de acuerdo a su uso potencial. Para los materiales evaluados la acumulación de forraje en el 1er y 2do corte resultó promisorio la línea experimental de tricepiro 3 y la línea de triticales 15; mientras que para una mayor producción en el 2^{do} y 3^{er} corte destacó la línea experimental de triticales 40.

Los cultivares comerciales 33 (Cayu-UNRC) y 34 (Cume-UNRC) se comportaron de forma similar, en el primer corte de forraje presentaron valores similares de producción, en el segundo corte lograron un mayor rendimiento de materia seca y luego en el tercer corte ambos disminuyeron el rendimiento, pero el cultivar Cume-UNRC aún más. El cultivar 41 (Antonio-UNLPam) en el segundo y tercer corte tuvo un rendimiento de

materia seca mayor al presentado por Cayu-UNRC y Cume-UNRC; pero inferior en el primer corte.

La producción de semilla resultó un 36.7% superior a la producción de grano forrajero, pese a esta diferencia la producción de grano forrajero logró una producción de forraje acumulada en los dos cortes previos de 3812 kg ha⁻¹ MS, lo que resulta en una alternativa a analizar como cultivo doble propósito (forraje y grano o semilla).

La línea de tricepiro 3 resultó sobresaliente en la producción de forraje y de grano forrajero, y con un rendimiento de semilla superior al promedio general; este comportamiento posiblemente se debe a su alta capacidad de macollar. Sin embargo, por la complejidad en determinar un genotipo sobresaliente si no se tiene en cuenta el momento de corte y el ambiente, es necesario continuar con más evaluaciones para estimar con mayor precisión el rendimiento y la estabilidad. De esta manera se podría detectar mediante el análisis de interacción genotipo x ambiente la estabilidad de los genotipos.

BIBLIOGRAFÍA

Amigone, M., Kloster, A., Chiacchiera, S., Conde, M., & Masiero, B. (1997). Verdeos de invierno. Invernada bovina en zonas mixtas. Centro Regional Córdoba. INTA. Información Técnica, (35).

Amigone, M.A.; Kloster, A.M.; Bertram, N. (2006). Producción de forraje en el área de Marcos Juárez. INTA EEA Marcos Juárez.

Argente, L., López, C., Gómez, E., Fonseca, I., González, L. M., & López, R. D. (2010). Evaluación de la tolerancia a la salinidad en estadios tempranos y finales del desarrollo en triticales (*X Triticum secale*). *Cultivos Tropicales*, 31(1), 48-53.

Arroquy, J. I. (2000). Producción de forraje y grano de trigo: efecto de la fecha de siembra, la intensidad de defoliación y la variedad. Tesis presentada para la obtención del grado de Magíster en Ciencias Agrarias. UNS. Bahía Blanca, Argentina.

Artero, F. (2014). Caracterización y selección por aptitud granífera en líneas de triticales. UNRC Facultad de Agronomía y Veterinaria.

Bainotti, C. T., Salines, J. H., Amigone, M. A., Fraschina, J. A., Formica, M. B., Masiero, B., Nisi, J.E., Kloster, A.M., Garis, M.H. & Navarro, C. (2007). Nueva variedad de triticales forrajero Espinillo INTA. Información para extensión. EEA Marcos Juárez, 110, 1-5.

Barlasina, L.L. (2008). Capacidad productiva (pasto y grano) de líneas de tricepiro. UNRC Facultad de Agronomía y Veterinaria.

Benito, T., Recoulat, F. (2014). Análisis de la interacción genotipo ambiente del rendimiento de forraje y grano de triticales y tricepiros en la región pampeana semiárida y subhúmeda seca. Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa.

Bergues O.E., Cayssiais G. I. y Paccapello H.A. (2001). Variabilidad fenotípica en las primeras generaciones segregantes de tricepiro (*Triticum x secale x thinopyrum*). *Rev. de la Fac. de Agronomía - UNLPam - Vol N° 10, N° 2*.

Bonvillani M. J. (2008). Efecto de la asignación de forraje sobre la producción primaria y eficiencia de cosecha de un cultivo de triticale. UNRC Facultad de Agronomía y Veterinaria.

Boros D. (1998). Nutritive value of different forms of triticale for monogastric animals. Proc. 4th Int. Triticale Symp. Vol. I:177-184.

Boros, D. (2002). Physico-chemical quality indicators suitable in selection of triticale for high nutritive value. Proc. 5th Int. Triticale Symp. Vol. I:239-244.

Capellino, F. A.; Rufach, H. (2010). Evaluación de líneas experimentales de triticales (X *Triticosecale* Wittmack) y tricepiros (X *Triticosecale* Wittmack x X *Agrotriticum* Ciferri & *Giacom*). UNLPam Facultad de Agronomía.

Cardozo, M., Grassi, E., Szpiniak, B., & Ferreira, V. (2005). Relevamiento de enfermedades fúngicas en triticale forrajero. Rev. Univ. Nac. Río Cuarto, 25(1), 39-52.

Cardozo, M., Grassi, E., Szpiniak, B., & Ferreira, V. (2005). Selección de introducciones de triticale para doble propósito. Rev. Univ. Nac. Río Cuarto, 25(2), 109-123.

Carena, G. A. (2015). Selección de líneas de triticale y tricepiro por diferentes aptitudes de uso. UNRC Facultad de Agronomía y Veterinaria.

Castro, N.; Domínguez R. & H. Paccapelo. (2011a). Análisis del rendimiento de grano y sus componentes en cereales sintéticos (tricepiros y triticales). Rev. de la Fac. de Agronomía - UNLPam - Vol N° 22.

Castro, N., Rufach, H., Capellino, F., Domínguez, R., & Paccapelo, H. (2011b). Evaluación del rendimiento de forraje y grano de triticales y tricepiros. RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias, 37(3).

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.

Ceh, W. E. Y., Solís, H. D., del Río, A. J. L., Villa, V. M. Z., & Ortega, M. J. A. (2001). Agrupamiento de germoplasma de triticales forrajero por rendimiento, ahijamiento y gustosidad. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 39.

Denda, S. S. (2017). Impacto de la fertilización nitrogenada sobre la producción y la composición química de trigo doble propósito y otros forrajes invernales: revisión bibliográfica. Ciencia Veterinaria, 7.

Di Rienzo, J. A., Macchiavelli, R., & Casanoves, F. (2017). Modelos lineales generalizados mixtos aplicaciones en InfoStat.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M. & Robledo C.W. (2020). Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

di Santo, H., Vega, D.J, Castillo, E., Ferreira, A., Traverso, F, Tamargo, F, Máspero, N, Ferrari, E, Picca, A, Paccapelo, H, Grassi, E, Ferreira. (2018). Biomass accumulation strategies in advanced tricepiro strains International Congress of Genetics. Foz Iguacu, Brazil.

Donaire, G; Bainotti, C; Masiero, B; Gutiérrez, C; Conde, B; Salines, J; Amigone, M; Bertram, N; Chiacchera, S; Fraschina, J; Gómez, D. (2010). Evaluación de cultivares de triticales doble propósito. INTA EEA Marcos Juárez.

Donaire, G; Bainotti, C; Reartes, F; Gómez, D; Alberione, E; Conde, B. (2020). Evaluación de cultivares de triticale para producción de forraje y de grano. INTA EEA Marcos Juárez.

Esteves Leyte, R.; Braun R. O. y Cervellini J. E. (1975). Empleo de triticale en la alimentación de cerdos en engorde. Revista de la Facultad de Agronomía de la UNLPam. Vol 1(1-2):7-15.

Esteves Leyte, R.; Gingsins, M. (1981). Empleo del triticale en engorde de cerdos. 8° Congreso Arg. de Prod. Animal, B. Blanca.

Esteves Leyte, R., R. Braun, J. Cervellini, S. Pattacini y G. Scoles. (1997). Utilización de tricepiro y triticale en la alimentación de los cerdos. Memorias VII ALVEC, Río Cuarto, Argentina.

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.

Ferrari, E. D., Ferreira, V. A., Grassi, E. M., Picca, A. M. T., & Paccapelo, H. A. (2018a). Genetic parameters estimation in quantitative traits of a cross of triticale (*x Triticosecale* W.). *Open Agriculture*, 3(1), 25-31.

Ferrari, E., Picca, A., Domínguez, R., & Paccapelo, H. (2018b). Heterosis and combining ability for yield and other agronomic traits in Triticale. *Open Agriculture*, 3(1), 38-45.

Ferreira, V. y Szpiniak, B. (1994). Mejoramiento de triticale y tricepiro para forraje en la U.N. de Río Cuarto. En: Semillas Forrajeras, Prod. y Mejoramiento:110-120. Orient. Gráf. Ed., B. Aires.

Ferreira, V; Grassi, E; Ferreira, A; Di Santo, H; Castillo, E; Paccapelo, H. (2015). Interacción genotipo-ambiente y estabilidad en la producción de forraje de triticales y tricepiros. 26. 27-51.

Ferri, C., Stritzler N., Bandera R., Ceconi I., Bertolotti N., Veneciano J., Grassi E., Ferreira V. & Pagella J. (2009). Estabilidad en la acumulación de materia seca en verdeos invernales. XXXII Congreso Argentino de Producción Animal. Malargüe, Mendoza. Rev. Arg. Prod. Animal 29 (Supl 1): 491-492.

Formini, G. (2008). Efecto de la intensidad de pastoreo sobre componentes morfológicos de un cultivo de Triticale (*X Triticosecale Wittmack*). UNRC Facultad de Agronomía y Veterinaria.

Frecentese, M. y G. Covas. (1984). 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. (1985). Comportamiento de nuevos verdeos en la región pampeana semiárida. Informativo de Tecnología Agrop. para la Reg. Semiár. Pampeana 84:6-7.

Goedert, C.; Clausen, A. and Puignau, J.P. (1995). Documento marco. Subprograma Recursos Genéticos, Programa Cooperativo para el desarrollo tecnológico agropecuario del Cono Sur (PROCISUR). 52 pp.

Grassi, E., M. Scaldaferro, L. Reynoso, A. Ferreira, E. Castillo y V. Ferreira. (2011). Líneas de tricepiro: acumulación de materia seca, fertilidad y rendimiento de grano en Río Cuarto, Córdoba. *Rev. Arg. Prod. Animal* 31(1):1-16.

INASE 2021: Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/inase_produc_cion_nacional_2021.pdf

Jaikaran, S., W. Robertson, D. Salmon, F. Aherne and D. Hickling. (1998). Comparison of live performance of market pigs fed triticale, maize or hulles barley based diets. *Proc. 4th Int. Triticale Symp. Vol. I:185-195.*

Kloster, A.M.; Bainotti, C.; Cazorla, C.; Amigone, M.A.; Donaire, G. y Baigorria T. (2013). Triticale. Un cultivo invernal plástico y multifuncional. *Revista Técnica de la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID). Planteos Ganaderos.* pp. 50-56.

Larrea, D. R., Holzman, R. H., & TULESI, M. (1984). Estado de desarrollo, calidad de forraje y rendimiento en triticale. *Rev. Arg. de Prod. Anim*, 4(2), 157-166.

López, J. y S. Garbini. (1985). Triticale. Situación actual y perspectivas de su cultivo en la República Argentina. *Inf. Técnico N° 41, EEA Bordenave, INTA.*

Mancipe-Muñoz, E. A., Vásquez-Vanegas, J. E., Castillo-Sierra, J., Ortiz-Cuadros, R. E., Avellaneda-Avellaneda, Y. & Vargas-Martínez, J. D. J. (2021). Productividad y valor nutricional de forraje de cebada y trigo del trópico alto colombiano. *Agronomía Mesoamericana.*

Maspero, N. (2019). Líneas F9 de tricepiro: clasificación según aptitud forrajera, granífera o doble propósito. UNRC Facultad de Agronomía y Veterinaria.

- McGoverin, C. M., Snyders, F., Muller, N., Botes, W., Fox, G., & Manley, M. (2011). A review of triticale uses and the effect of growth environment on grain quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(7), 1155-1165.
- Méndez, M., Bongianino, S., Vergara, G., & G. Casagrande. (2021). Precipitaciones y temperaturas mensuales del 2020 en el este de La Pampa. *Notas agrícolas pampeanas* (3), 4-5.
- Merchán, H.D., Lutz, E.E. & Morant, A.E. (2006). Producción de un trigo doble propósito. *Phyton, International Journal of Experimental Botany* 75: 41-46.
- Merchán, H. D., Lutz, E. E., & Morant, A. E. (2007). Producción de un trigo doble propósito defoliado en distintos estados de desarrollo del ápice de crecimiento. *Phyton (Buenos Aires)*, 76, 133-142.
- Mergoum, M., W. Pfeiffer, S. Rajaram y R. Peña. (1998). Triticale at CIMMYT: improvement and adaptation. *Proc. 4th Int. Triticale Symp. Vol. I:58-64.*
- Miralles, D. J.; González, F. G.; Abeledo, L. G.; Serrago, R. A.; Alzueta, I.; García, G. A.; Lo Valvo, P. J. (2014). *Manual de trigo y cebada para el cono sur, procesos fisiológicos y bases de manejo.*
- Moreyra, F., Giménez, F., López, J. R., Tranier, E., Ortellado, M. R., Krüger, H. y Labarthe, F. (2014). *Verdeos de Invierno.* INTA Ediciones. Buenos Aires, Argentina.
- Mombelli, J.C.; Spada, M.C. (1992). ¿Cuánto rinden los verdes de invierno?. *Hoja Informativa para Ganaderos N.º 577.* INTA Manfredi. Pag. 8 y 9.
- Myer, R.O., R. Barnett and G. Combs. (1999). Evaluation of three cultivars as potencial feed grains for swine. *Annual Swine Field Day.* 35: 66-74. Florida USA.

Myer, R. (2002). Triticale grain in young pig diets. Proc. 5th Int. Triticale Symp. Vol.I:271-276.

Myer, R, y A. J. Lozano del Río. (2004). Triticale as animal feed. In: Mergoum, M and H. Gómez-Macpherson (eds.) Triticale improvement and production. FAO Plant Prod. and Protection Paper 179:49-58.

Paccapelo, H.A., D.O. Funaro, T.B. Mac Cormick & O.A. Melis. (2004). Rendimiento de grano y sus componentes en cereales sintéticos (tricepiros y triticales). Rev. de la Fac. de Agronomía - UNLPam - Vol N° 15.

Paccapelo H., Ferreira V., Picca A., Ferrari E., Domínguez R., Grassi E., Ferreira A., Di Santo H. & Castillo E. (2017). TRITICALE (*x Triticosecale* Wittmack): Rendimiento y sus componentes en un ambiente semiárido de la argentina. Chilean journal of agricultural & animal sciences, 33(1), 45-58.

Pasero, N. (2016). Líneas F7 de tricepiro: Clasificación por aptitud de uso. UNRC Facultad de Agronomía y Veterinaria.

Pérez, P. (2007). Evaluación de líneas avanzadas de triticale doble propósito y granífero. UNRC Facultad de Agronomía y Veterinaria.

Pochettino, C. M. (2009). Producción de forraje y grano en triticale: elección de cultivares y fertilización nitrogenada. UNRC, Facultad de Agronomía y Veterinaria.

Pusetto, F. (2009) Evaluación de la aptitud granífera y doble propósito de 11 variedades de trigo argentinas. UNRC Facultad de Agronomía y Veterinaria.

Reina, Y. (2007). Nuevas especies de gramíneas para la producción de carne y leche. In 1er Simposio de Tecnologías apropiadas para la ganadería de los llanos de Venezuela. Recursos Agroalimentarios (Vol. 1, pp. 71-78).

Royo, M. V. L.; Brach, A. A. M. (2012). Rendimiento y calidad nutricional de verdeos de invierno para ensilar. Voces y Ecos, (29), 23-27.

Royo, L. S., & Brach, A. M. (2016). Utilización de gramíneas invernales en la cadena forrajera. Producción y calidad nutricional. Ediciones INTA; Estación Experimental Agropecuaria Reconquista.

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, MA; Golberg, A y Molas, ML. (2014). Respuesta al estrés hídrico de Tricepiro y sus progenitores Triticales y Trigopiro. Phytion (B. Aires). 2014, vol.83, n.2, pp.263-274

Sánchez Gutiérrez, R. A.; Gutiérrez Bañuelos, H. (2015). Características forrajeras de variedades de triticales en condiciones de sequía. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 6(3), 645-650.

Slafer G., Miralles D., Savin R., Whitechurch E., Gonzalez F. (2003). Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en trigo. En: Satorre, E. et al. Producción de Granos, Bases funcionales para su manejo. Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires. Cap. 7. p: 101- 157.

Soil Survey Staff. (2014). Claves para la Taxonomía de Suelos. Cap. 12: Molisoles. Dpto. Agric. de USA- Serv. Conservación Rec. Nat. (12nd ed.), USDA, 400 pág.

Stritzler, N.P.; Petruzzi, H.J.; Frasinelli, C.A.; Veneciano, J.H.; Ferri, C.M. y Viglizzo, E.F. (2007). Variabilidad climática en la Región Semiárida Central de Argentina. Adaptación tecnológica en sistemas extensivos de producción animal. Revista Argentina de Producción Animal 27: 113 - 125.

Tomaso, J. C. (1997). Verdeos de invierno. Producción y manejo. Agromercado. Pág. 34-37.

Van Barneveld, R. & K. Cooper. (2002). Nutritional quality of triticale for pigs and poultry. Proc. 5th Int. Triticale Symp. Vol.I :277-282.

Velasco López, J. L., Soto Ortiz, R., Ail Catzim, C. E., Grimaldo Juárez, O., Avilés Marín, S. M. & Lozano del Río, A. J. (2020). Rendimiento de biomasa y grano en variedades de triticale en el valle de Mexicali. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 11(5), 1097-1109.

Vicente, A. (2019). Selección, evaluación y caracterización de líneas de tricepiros según su uso potencial. UNRC Facultad de Agronomía y Veterinaria.

Viñuela, R. A. (2021). Ensayos comparativos de genotipos de avena para grano y doble propósito. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata.

Wilson García, C. Y., López Zerón, N. E., Álvarez Vázquez, P., Ventura Ríos, J., Ortega Cerrilla, M. E., & Venegas Ayala, M. I. (2020). Acumulación de forraje, composición

morfológica e intercepción luminosa en Triticale 118 (*X Triticosecale Wittmack*). Revista mexicana de ciencias agrícolas, 11, 221-229.

Zanoniani, R. A.; Ducamp, F.; Bruni, M. A. (2003). Utilización de verdeos de invierno en sistemas de producción animal. Universidad de la República Facultad de Agronomía. Proyecto Difusión para Todos. Cartilla no. 17. pp. 1-7.

ANEXO

Anexo 1: Producción de materia seca de genotipos de triticale y tricepiro, en tres momentos de corte, en Santa Rosa, La Pampa durante el periodo 2020.

Genotipo	Corte	Materia Seca (kg ha ⁻¹)
1	1	1806.7 efghij
1	2	2189.1 cdefgh
1	3	2638.4 abcde
2	1	1672.3 ghij
2	2	2169.2 cdefgh
2	3	1857.5 defghi
3	1	1915.7 defghi
3	2	2575.7 bcde

3	3	2362.7 bcdefg
4	1	1693.3 ghij
4	2	1859.8 defghi
4	3	2377.1 bcdefg
5	1	1157.2 ijk
5	2	2147.7 cdefgh
5	3	1766.4 efghij
6	1	1408.3 hijk
6	2	2183.9 cdefgh
6	3	2432.0 bcdefg
7	1	1524.0 ghij
7	2	2140.9 cdefgh
7	3	1799.4 efghij
8	1	1724.5 fghij
8	2	2459.6 bcdef
8	3	1822.6 efghij
9	1	1457.1 hijk
9	2	2493.8 bcdef
9	3	1054.0 ijk
10	1	1771.3 efghij
10	2	1825.6 efghi
10	3	1458.5 ghijk
11	1	2023.5 defgh
11	2	2221.3 cdefgh
11	3	1036.3 ijk
12	1	1489.3 ghij
12	2	2457.5 bcdef
12	3	2721.6 abcde
13	1	1718.9 fghij
13	2	2197.3 cdefgh
13	3	2526.6 bcdef
14	1	1360.8 hijk

14	2	2118.8 defgh
14	3	3611.3 a
15	1	1779.8 efghij
15	2	2476.4 bcdef
15	3	814.3 jk
16	1	1441.8 hijk
16	2	2180.9 cdefgh
16	3	3205.5 ab
17	1	1769.6 efghij
17	2	2412.0 bcdefg
17	3	2162.3 cdefgh
18	1	1546.1 ghij
18	2	2660.8 abcde
18	3	2138.8 cdefgh
19	1	1272.8 ijk
19	2	2054.2 defgh
19	3	2742.3 abcde
20	1	1135.3 ijk
20	2	1981.7 defgh
20	3	2305.7 bcdefgh
32	1	2006.1 defgh
32	2	2376.7 bcdefg
32	3	1963.9 defghi
33	1	1746.8 fghij
33	2	2091.0 defgh
33	3	1863.5 defghi
34	1	1718.2 fghij
34	2	2297.7 cdefgh
34	3	1296.6 hijk
37	1	1383.2 hijk
37	2	2167.4 cdefgh
37	3	581.6 k

38	1	1755.8 fghij
38	2	1235.5 ijk
38	3	579.8 k
40	1	1288.8 ijk
40	2	2585.1 bcde
40	3	3011.3 abc
41	1	1423.3 hijk
41	2	2402.2 bcdefg
41	3	2874.6 abcd

DMS

701.99

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0.05$).
DMS: Diferencia mínima significativa.

Anexo 2: Porcentaje de hoja y porcentaje de tallo promedio de genotipos de triticale y tricepiro en Santa Rosa, La Pampa, 2020.

Genotipo	Primer corte		Segundo corte		Tercer corte	
	% Hoja	% Tallo	% Hoja	% Tallo	% Hoja	% Tallo
1	90.1 abcde	9.95 cdefg	83.8 a	16.2 m	70.6 bcdefg	29.4 abcdefgh
2	92.7 abc	7.29 efg	79.2 abcde	20.8 ijklm	72.6 abcde	27.4 defgh
3	91.2 abcde	8.85 cdefg	75.0 defgh	25.0 fghij	70.1 bcdefg	29.9 bcdefg
4	90.8 abcde	9.2 cdefg	83.2 a	16.8 m	73.5 abcd	26.5 efg
5	92.2 abcd	7.82 defg	73.9 efghi	26.1 efghi	63.0 efgh	37.1 abcd
6	90.7 abcde	9.27 cdefg	72.7 fghi	27.3 efgh	66.3 cdefgh	33.7 abcdef
7	91.0 abcde	9.04 cdefg	70.2 hij	29.8 def	74.6 abc	25.4 fgh
8	91.6 abcd	8.44 defg	72.9 fghi	27.1 efgh	71.8 bcdef	28.2 cdefg
9	89.8 abcde	10.2 cdefg	65.7 jkl	34.3 bcd	75.3 abc	24.7 fgh
10	90.9 abcde	9.08 cdefg	65.3 jkl	34.7 bcd	70.0 bcdefg	30.0 bcdefg
11	87.1 ef	12.86 bc	62.9 klm	37.1 abc	68.3 cdefg	31.7 bcdef
12	93.2 ab	6.8 fg	76.6 bcdefg	23.4 ghijkl	66.4 cdefgh	33.6 abcdef
13	89.2 bcdef	10.8 bcdef	82.5 ab	17.5 lm	71.7 bcdef	28.3 cdefg
14	91.2 abcde	8.82 cdefg	81.2 abcd	18.9 ijklm	58.2 h	41.8 a

15	85.0 f	14.98 b	60.2 lm	39.8 ab	78.5 ab	21.5 gh
16	94.0 a	5.98 g	82.4 abc	17.6 klm	60.8 gh	39.2 ab
17	91.5 abcd	8.48 defg	76.9 bcdefg	23.1 ghijkl	71.1 bcdef	28.9 cdefg
18	91.5 abcd	8.55 defg	70.9 ghij	29.1 defg	62.6 fgh	37.4 abc
19	91.5 abcd	8.49 defg	73.5 efghi	26.6 efghi	61.1 gh	38.9 ab
20	93.3 ab	6.67 fg	68.6 ijk	31.4 cde	64.4 defgh	35.6 abcde
32	90.2 abcde	9.78 cdefg	76.2 cdefgh	23.8 fghijk	73.3 abcd	26.7 efgh
33	90.5 abcde	9.46 cdefg	73.7 efghi	26.3 efghi	73.9 abcd	26.1 efgh
34	88.7 cdef	11.3 bcde	74.7 efghi	25.3 efghi	75.7 abc	24.3 fgh
37	88.5 def	11.54 bcd	60.7 lm	39.3 ab	81.8 a	18.2 h
38	77.9 g	22.09 a	58.6 m	41.4 a	74.3 abc	25.7 fgh
40	92.5 abcd	7.49 defg	78.8 abcdef	21.2 hijklm	67.3 cdefgh	32.8 abcdef
41	93.2 ab	6.76 fg	73.9 efghi	26.1 efghi	71.9 bcdef	28.1 cdefg
DMS	4.23	4.23	6.15	6.15	9.85	9.85

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0.05$).

DMS: Diferencia mínima significativa.