

ESTABLECIMIENTO Y PRODUCCION DE FORRAJE DE CEREALES DE INVIERNO EN LA PATAGONIA AUSTRAL

Establishment and forage production of winter cereals in South Patagonia

Utrilla, V.¹, Christiansen, R.², Andrade, M.³, Bainotti, C.⁴ y Kofalt, J.C.⁵

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Santa Cruz
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Marcos Juárez

RESUMEN

Se realizó un ensayo con el objetivo de evaluar el establecimiento y la producción de forraje para henificación de una variedad y líneas de triticale (*X Triticosecale* Wittmack), variedades de trigo pan (*Triticum aestivum* L.) y de cebada granífera (*Hordeum vulgare* L.) durante tres años en el sud-oeste de la provincia de Santa Cruz. Se evaluaron los siguientes materiales: Ciclo Largo (CL): Trigos invernales: BAGUETTE 31 y BIOINTA 3005; Triticales: ESPINILLO INTA y línea JP1017; Ciclo Corto (CC): Trigos primaverales: ACA 906 y BIOINTA 1007; Triticales: líneas JP1029 y JP1032 y Cebadas: IVANKA INTA e INTA 7302. En parcelas experimentales, se midió el número de plantas en macollaje, la altura de plantas y el número de espigas previo al corte. A la cosecha, se determinó la producción de biomasa forrajera y el porcentaje de materia seca. Los resultados se analizaron por ciclo según un arreglo factorial de 4 materiales CL x 3 años y 6 materiales CC x 3 años. La combinación se incluyó en un diseño en bloques completos aleatorizados con cuatro repeticiones. Se analizaron correlaciones entre la altura de plantas, el número de espigas y la producción de forraje de los materiales por ciclo. En ambos ciclos, el estudio detectó efectos significativos del material vegetal y el año de cultivo sobre el número de espigas y la biomasa forrajera. El número de espigas de las cebadas superó a los demás cereales y la producción de biomasa forrajera de todos los materiales estuvo correlacionada ($p < 0,05$) con las variables mencionadas. El rendimiento de forraje de los triticales de CC y las cebadas se destacó sobre el trigo primaverales BIOINTA 1007. Se concluye que los triticales de CC y las cebadas fueron los cereales de invierno más promisorios en producción de forraje en la Patagonia Austral.

Palabras clave. cereales de invierno, trigo, triticale, cebada, henificación, Patagonia Austral.

SUMMARY

We assessed establishment and forage production for haymaking of one variety and experimental lines of triticale (*X Triticosecale* Wittmack) and varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.) and grain barley (*Hordeum vulgare* L.) in unirrigated conditions of southwest of Santa Cruz, Patagonia, Argentina. We evaluated: wheat: BAGUETTE 31 and BIOINTA 3005 (winter, long cycle), ACA 906 and BIOINTA 1007 (spring, short cycle); triticale ESPINILLO INTA and lines JP1017 (long cycle), JP1029 and JP1032 (short cycle) and barley: IVANKA INTA and INTA 7302 (short cycle). Plant density was measured during three years in experimental plots at vegetative stage. Plant height and density of spikes were recorded at the end of cycle. Forage production and dry matter percentage were determined. The results were analyzed by cycle in a 4 materials x 3 years (LC) and 6 materials x 3 years (SC) factorial array. The combination included a completely randomized block design with four replications. Plant height, density of spikes and forage production were correlated. In both cycles, material and year significant effects were found on density of spikes and biomass production. The number of spikes in barley exceeded those obtained in other cereals and the forage production of all materials correlated ($p < 0,05$) with the variables mentioned. Biomass production of short cycle triticales and barley increased in relation to wheat BIOINTA 1007 of similar cycle. Short cycle triticales and barleys are the most promising cereals in forage biomass production in South Patagonia.

Key words. winter cereals, wheat, triticale, barley, haymaking, South Patagonia.

Recibido: junio de 2020

Aceptado: diciembre 2020

¹Ing. Agr., MSc, Técnico del INTA, EEA Santa Cruz. C.C. 332 (9400) Río Gallegos, Santa Cruz. *E-mail: utrilla.victor@inta.gob.ar

²Ing. Agr., Técnico del INTA, AER Río Turbio, Santa Cruz

³Ing. Rec. Nat. Renov., MSc, Técnico del INTA, EEA Santa Cruz

⁴Ing. Agr., Técnico del INTA, EEA Marcos Juárez, Córdoba

⁵Téc. Agr. del INTA, EEA Santa Cruz

Introducción

En la Patagonia Austral, los sistemas de producción ganadera ovina y bovina se sustentan en el aprovechamiento extensivo de los pastizales naturales, cuya producción forrajera se encuentra muy limitada por frío, nevadas y sequías que resultan en la fragilidad del ecosistema. En virtud de ello, resulta necesario favorecer la estabilidad y previsibilidad de estos sistemas productivos, por un lado, y aumentar los índices producción de carne del ganado, por el otro, mediante una mejora en la oferta forrajera de aquellas áreas con mayor potencial. Una alternativa a estudiar para lograrlo consistiría en la siembra de cereales forrajeros de invierno en secano en áreas ecológicas con precipitaciones favorables (350-400 mm) o bajo riego, con el propósito de evaluar su potencial para la producción de reservas forrajeras y grano que permitan atender las emergencias climáticas y el engorde de animales o el pastoreo directo para la producción intensiva de carne.

En este contexto, en el sud-oeste de Santa Cruz trabajos preliminares con verdeos de invierno informan rendimientos promedios de 8,0, 7,5 y 3,2 t MS ha⁻¹ en secano para cebada cervecera, avena (Christiansen y Mayo, 2015) y trigo, respectivamente, que permitirían destinarlos a henificación y el engorde intensivo del ganado. Además, en sitios húmedos de la región de Magallanes (Sur de Chile) Ivelic Sáez y Hepp Kuschel (2015) reportan rendimientos de 4-5 t MS ha⁻¹ con variedades de avena y niveles alcanzables de 8-12 t MS ha⁻¹ en avena y cebada (Strauch, 2012). A los fines comparativos, en valles irrigados de la Patagonia Austral pueden lograrse rendimientos a nivel experimental desde 3,5-4,0 t MS ha⁻¹ con cultivares de cebada, avena y triticale (Utrilla et al., 2011) hasta 9,7 y 13,8 t MS ha⁻¹ en cultivos de avena y triticale (Roa, M.A., datos inéditos) en el Centro y nor-oeste de Santa Cruz, respectivamente.

En virtud de lo expuesto y dada la falta de información sobre nuevos materiales de cereales de invierno en la Patagonia Austral, se realizó un ensayo con el objetivo de evaluar en secano el establecimiento, la altura de plantas, el número de espigas y la producción de forraje para henificación bajo un solo corte entre los estados de antesis y grano lechoso (escala 6 y 7 de Zadoks et al., 1974) de una variedad y líneas de triticale (*X Triticosecale* Wittmack), variedades de trigo pan (*Triticum aestivum* L.) y de cebada granífera (*Hordeum vulgare* L.) durante tres años en un sitio del sud-oeste de la Patagonia Austral.

Materiales y Métodos

Descripción del sitio experimental

El ensayo se ubicó en un ambiente de valle en la margen este del área Complejo Andino del sud-oeste, 20 km al norte de la localidad de Río Turbio, de la provincia de Santa Cruz (51° 25' 20" LS, 72° 13' 52,2" LO). La vegetación alterna coirón blanco (*Festuca pallescens*) con pastizales húmedos de *Poa pratensis*, *Deschampsia* sp. y *Agrostis* sp. y la cercanía de bosques de ñire. El clima del área es de tipo templado-

frío: húmedo andino con un rango de temperaturas medias anuales desde 5,5 a 6,5 °C y precipitaciones anuales que varían entre 350 y 400 mm (Oliva et al., 2001). El suelo del sitio presenta, en superficie (0-15 cm) y profundidad (15-30 cm), respectivamente, textura orgánica y franco limo arenosa, pH muy ácido (ca. 5,3 a 5,5), contenido de materia orgánica muy alto-alto (10,3 a 4,1%), valores de nitrógeno total muy altos-altos (0,6 a 0,3%), fósforo disponible bajos-muy bajos (11,4 a 7,6 ppm), potasio intercambiable medios-bajos (0,88 a 0,50 meq/100 g) y sin problemas de salinidad (Fuente: Laboratorio de Análisis Agronómicos de la EEA INTA Chubut. 2013).

Instalación y conducción del ensayo

Se evaluaron los siguientes materiales: Trigos invernales: BAGUETTE 31 y BIOINTA 3005 (Ciclo Largo, **TgCL**), Trigos primaverales: ACA 906 y BIOINTA 1007 (Ciclo Corto, **TgCC**); Triticales: ESPINILLO INTA y línea JP1017 (Ciclo Largo-Intermedio, **TtCL**), líneas JP1029 y JP1032 (Ciclo Intermedio-Corto, **TtCC**) y Cebadas: IVANKA INTA e INTA 7302 (Ciclo Intermedio-Corto, **CbCC**).

En la primera quincena de mayo del 1° y 2° año se roturó el suelo con arados de rejas (1° año) y de cincel (2° año) y rastra de discos doble acción. En octubre, se repitió el laboreo con rastra de discos, a excepción del 3° año que incluyó una arada previa con arado de cincel en virtud de la restricción de laboreo en mayo. Finalmente, en ambos meses se completó la preparación del terreno con moto-cultivador. Las fechas de siembra del 1° y 2° año fueron, respectivamente, el 18 y 21 de mayo para los materiales de CL, y el 17 de octubre y 1 de noviembre para aquellos de CC. En cambio, el 3° año los materiales de ambos ciclos se sembraron el 23 de octubre, debido a la imposibilidad de hacerlo en mayo por razones climáticas. En el período mayo-abril de los años: 2013/14 (1° año), 2014/15 (2° año) y 2015/16 (3° año), se registraron las precipitaciones y las temperaturas máximas, medias y mínimas diarias con una estación meteorológica automática (Vantage Pro 2, Davis Instruments, USA) y se determinó el número de días con heladas.

La siembra se realizó con sembradora experimental HEGE 80, con las siguientes densidades para lograr 250 y 300 plantas m⁻² en los materiales de CL y CC, respectivamente: **TgCL**: BAGUETTE 31 y BIOINTA 3005: 147 y 94 kg ha⁻¹, **TgCC**: ACA 906 y BIOINTA 1007: 129 y 135 kg ha⁻¹, **TtCL**: ESPINILLO INTA y JP1017: 123 y 104 kg ha⁻¹, **TtCC**: JP1029 y JP1032: 177 y 204 kg ha⁻¹ y **CbCC**: IVANKA INTA e INTA 7302: 201 y 188 kg ha⁻¹. Se utilizaron parcelas experimentales de 7 m² (7 surcos de 5 m separados a 0,2 m) dispuestas en cuatro bloques completos al azar según la dirección principal del viento. A la siembra, se fertilizó al voleo y manual con una dosis de 100 kg ha⁻¹ de fósforo (P), equivalente a 217 kg ha⁻¹ de Fosfato Di-Amónico, y 80 kg ha⁻¹ de nitrógeno (N), equivalente a 174 kg ha⁻¹ de urea. En diciembre, coincidente con el macollaje del cultivo, se repitió la misma dosis nitrogenada con urea (1° y 2° año) y se aplicó 100 kg ha⁻¹ de N, equivalente a 370

kg ha⁻¹ de Nitro-doble (3° año). Además, en macollaje se realizó un control químico de malezas de hoja ancha mediante aplicaciones manuales de los herbicidas 2,4-DZamba (principio activo (p.a.) 2-4 D éster 97%, dosis: 300 cm³ ha⁻¹), Preside (p.a. Flumetsulam 12%, dosis: 250 cm³ ha⁻¹) y la mezcla 2-4 DZamba + Banvel (p.a. Dicamba, dosis: 150 cm³ ha⁻¹). Previo a la espigazón del cultivo, se aplicaron el insecticida Karate Zeon (p.a. Lambdacialotrina 25%, dosis: 50 cm³ ha⁻¹) y el fungicida Amistar Xtra (p.a. Azoxistrobina 20% + Cyproconazole 8%, dosis: 400 cm³ ha⁻¹) para control de insectos de suelo y enfermedades foliares, respectivamente.

Determinaciones en los materiales

En diciembre, en macollaje (escala 2.1 a 2.4 de Zadoks et al., 1974) se registró el número de plantas logradas por metro cuadrado en 3 hileras centrales de 1 m lineal por parcela. Luego, se calculó el porcentaje de establecimiento de los materiales mediante la fórmula: Número de plantas m⁻² logradas/Número de plantas m⁻² a lograr en la siembra x 100 %. En marzo, previo a la cosecha, se determinó la altura de plantas y el número de espigas m⁻². El corte de los materiales fue realizado con moto-guadadora, entre los estados de antesis y grano lechoso (escala 6 y 7 de Zadoks et al., 1974), en una superficie de 3 m² por parcela (3 hileras centrales de 5 m separadas a 0,2 m) (Fechas de Corte: 5-11-18 de marzo). El forraje recolectado se pesó en verde con balanza digital (OHAUS, precisión: 1 g). Luego, se extrajo una muestra por parcela (entre 200 y 300 g) que en laboratorio fue secada en estufa de aire forzado a 60 °C hasta peso constante para determinar el contenido de humedad y calcular la producción de biomasa forrajera en materia seca (MS) por hectárea (t MS ha⁻¹) y el porcentaje de MS.

Diseño experimental y análisis estadístico

Las variables bajo estudio se analizaron por separado según un arreglo factorial de 4 materiales CL x 3 años y 6 materiales CC x 3 años, i.e. Material (CL=4, factor fijo; **TgCL** BAGUETTE 31 y BIOINTA 3005 y **TtCL** ESPINILLO INTA y JP1017 y CC=6, factor fijo; **TgCC** ACA 906 y BIOINTA 1007; **TtCC** JP1029 y JP1032 y **CbCC** IVANKA INTA e INTA 7302) y Año (factor fijo; 2013/14, 2014/15 y 2015/16). En ambos casos, el arreglo factorial se incluyó en un diseño en bloques completos aleatorizados con cuatro repeticiones. Los resultados de cada unidad experimental representada por cada material y ciclo, año y bloque se sometieron a un análisis de varianza (ANVA) mediante el procedimiento PROC GLM (SAS, 2002-2008).

Los supuestos del ANVA de distribución normal y varianzas homogéneas se probaron con el PROC UNIVARIATE y PROC GLM de los residuales (SAS, 2002-2008), respectivamente. El número de plantas de los materiales de CL y el número de espigas y la producción de biomasa forrajera de los materiales CC debieron ser transformados ($\sqrt{x}$) para cumplir con los supuestos del ANVA. Luego, las medias de los materiales de CL se ajustaron con la prueba de Tukey-Kramer (debido a datos faltantes), y los valores de aquellos de CC se compararon mediante el test de Tukey con

un nivel de significación del 5% en ambos casos. A su vez, las diferencias entre medias de la interacción M x A para ambos materiales se ajustaron con la prueba de Tukey-Kramer con el nivel de significación descripto. Se analizaron correlaciones mediante el procedimiento PROC CORR (SAS, 2002-2008) entre la altura de planta, el número de espigas y la producción de biomasa forrajera de los materiales por ciclo y se determinaron índices de correlación de Pearson entre las variables.

Resultados

Variables climáticas

La pluviometría anual (período mayo-abril) del 1°, 2° y 3° año fue, respectivamente, de 440, 423 y 346 mm, registrándose en el lapso mayo-septiembre el 50 (218 mm), 36 (151 mm) y 58% (199 mm) de las lluvias anuales respectivas. Además, el 40% de las precipitaciones del 2° año (168 mm) transcurrieron en el lapso enero-abril (Figura 1a). En cambio, las lluvias registradas entre octubre y diciembre de todos los años y entre enero y abril del 1° y 3° año fueron, respectivamente, menores al 30% de la precipitación anual (Figura 1a).

Los valores de temperatura máxima, media y mínima en el lapso octubre-diciembre del 1°, 2° y 3° año osciló, respectivamente, entre 18,5 y 21,0 °C, 7,5 y 10,0 °C y -0,4 y 0,5 °C (Figura 1b) y se registraron entre 1 y 15 días con heladas. A su vez, en el intervalo enero-marzo del 2° y 3° año, los rangos de temperatura máxima (26,5 a 22,0 °C), media (12,0 a 10,0 °C) y mínima (1,4 a -0,2 °C) superaron al rango respectivo del 1° año (Figura 1b). Asimismo, en el mismo lapso del 2° y 3° año se registraron menos días con heladas (2) respecto al 1° año (8), con lo cual, en todos los años se manifestaron heladas tardías, aunque hubo un mes libre de heladas en diciembre (1° año), enero (3° año) y marzo (2° año).

Número de plantas establecidas

En los materiales de CL, el análisis reportó una media general de 143±11 pl m⁻² y la variable estuvo influenciada por el año. No se registraron diferencias ($p>0,05$) entre los materiales (Cuadro 1), y la media transformada del 3° año (15±0,5a, 222±10 pl m⁻²) superó 1,4 y 1,7 veces, respectivamente, los valores del 2° (11±0,5b, 121±10 pl m⁻²) y del 1° año (9±0,5c, 82±11 pl m⁻²). A favor de ello, el porcentaje de establecimiento aumentó conforme el avance del año con valores de 33, 48 y 89 %, aunque sin detectarse ($p>0,05$) interacción M x A. En este contexto, las medias de los TgCL y TtCL del 3° año superaron los valores de los mismos materiales del 1° año (Cuadro 1).

En los materiales de CC (media general: 204±59 pl m⁻²), la variable estuvo afectada por el material y el año. En función de ello, el TtCC JP1032 se destacó sobre la CbCC INTA 7302 (Cuadro 2) y hubo una diferencia a favor de la media del 3° año (228±56 pl m⁻² a) respecto a los valores del 1° (199±25 pl m⁻² b) y 2° año (170±61 pl m⁻² c). Por lo tanto, los valores porcentuales de establecimiento fueron conforme el avance

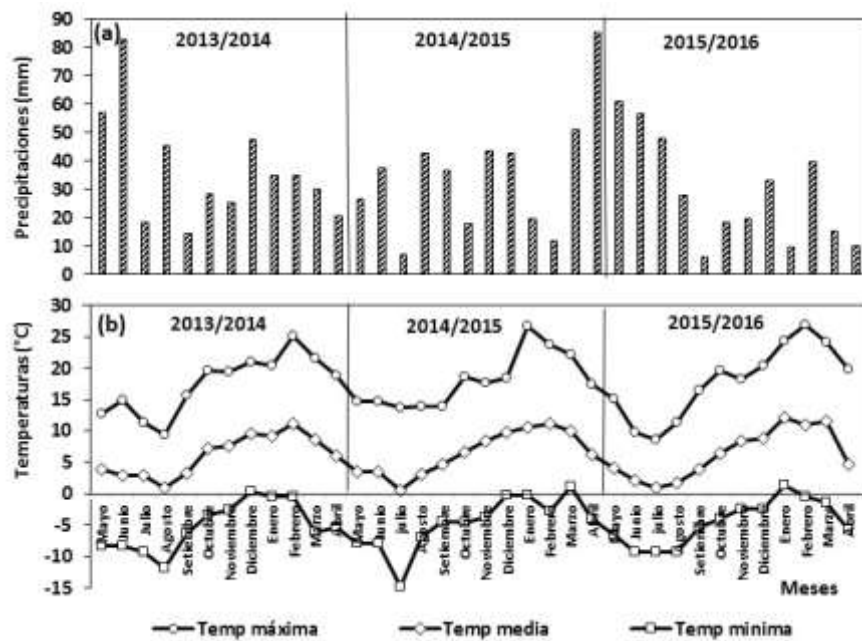


Figura 1. Precipitaciones (mm) (a) y temperaturas máximas, medias y mínimas (°C) mensuales (b) de los años (período mayo-abril) 2013/14, 2014/15 y 2015/16 en el sud-oeste de Santa Cruz, Patagonia, Argentina. (Fuente: datos propios)

Figure 1. Rainfall (mm) (a) and monthly maximum, mean and minimum (°C) temperatures (b) during (may-april) 2013/14, 2014/15 and 2015/16 years in the southwest of Santa Cruz, Patagonia, Argentina.

Cuadro 1. Número de plantas y espigas por metro cuadrado (m^2), altura de plantas, biomasa forrajera y porcentaje de materia seca en cereales de invierno de ciclo largo y año.

Table 1. Number of plants and spikes by square meter (m^2), plant height, forage biomass and dry matter percentage by long cycle winter cereals and year.

Material/ Variable		Trigo BAGUETTE 31	Trigo BIOINTA 3005	Triticale ESPINILLO INTA	Triticale JP1017	Sig ¹
N° de plantas por m^2	Media	128(12)a	156(13)a	144(12)a	139(12)a	A
	1° año	83(20)b	95(23)b	86(20)b	64(23)b	
	2° año	70(20)b	158(23)ab	124(20)ab	130(20)ab	
	3° año	229(20)a	214(20)a	221(20)a	222(20)a	
Altura de plantas (cm)	Media	45(2)c	55(2)b	63(2)a	68(2)a	M A
	1° año	38(3)d	46(4)c	50(3)bc	53(4)bc	
	2° año	47(3)cd	56(3)b	66(3)ab	68(3)a	
	3° año	51(3)b	65(3)ab	74(3)a	81(3)a	
N° de espigas por m^2	Media	216(26)b	374(28)a	439(26)a	345(28)a	M A
	1° año	230(45)a	299(53)a	347(45)a	250(53)a	MxA
	2° año	177(45)b	487(45)a	591(45)a	397(45)ab	
	3° año	238(45)a	335(45)a	380(45)a	387(45)a	
Biomasa forrajera (t MS ha^{-1})	Media	4,6(0,5)b	5,9(0,5)ab	6,5(0,5)a	6,7(0,5)a	M A
	1° año	2,6(0,8)c	3,2(0,9)c	2,6(0,8)c	3,2(0,9)c	
	2° año	4,6(0,8)bc	7,8(0,8)ab	9,1(0,8)a	8,3(0,8)ab	
	3° año	6,6(0,8)ab	6,8(0,8)ab	7,8(0,8)a	8,7(0,8)a	
Materia seca (%)	Media	44,5(4,5)	44,5(3,4)	46,9(3,2)	47,5(2,3)	
	1° año	54,2(2,4)	50,3(2,8)	52,9(1,2)	52,6(2,0)	
	2° año	41,7(0,6)	46,5(1,8)	45,0(3,0)	46,3(1,2)	
	3° año	37,5(1,6)	38,1(1,1)	42,7(1,0)	44,9(1,2)	

¹Sig: Significancia, $p < 0,05$; M: Material, A: Año; t: toneladas. Los valores son medias ($\pm$ error estándar). Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre materiales.

del año de 57, 49 y 65%. Asimismo, el análisis detectó interacción M x A con una respuesta diferencial según el año. Por ello, en el 1° y 3° año los materiales no se diferenciaron entre sí ($p>0,05$) y en el 2° año todos los materiales, a excepción del TgCC ACA 906, fueron superiores a la CbCC INTA 7302 (Cuadro 2).

Altura de plantas a la cosecha

En los materiales de CL (media general: 58 ± 14 cm) el análisis reportó efectos del material y año sobre esta variable. Los TtCL superaron entre 1,1 y 1,5 veces a los TgCL y el Tg BAGUETTE 31 fue inferior al Tg BIOINTA 3005 (Cuadro 1). Los valores de altura aumentaron conforme el avance del año, y la media del 3° año (68 ± 14 cm a) se destacó 1,1 y 1,5 veces sobre los valores del 2° (59 ± 10 cm b) y 1° año (47 ± 8 cm c), respectivamente. A su vez, el análisis no detectó ($p>0,05$) interacción M x A y en todos los años los TtCL superaron 1,4 veces al TgCL BAGUETTE 31 (Cuadro 1).

En los materiales de CC (media general: 63 ± 12 cm) el material afectó la variable, con lo cual los TtCC y la CbCC INTA 7302 superaron 1,2 y 1,1 veces a los TgCC y a la CbCC IVANKA INTA, respectivamente (Cuadro 2). De acuerdo a la interacción M x A detectada, se obtuvo una respuesta contrastante en la variación de la altura entre materiales según el año. A favor de ello, en el 1° año todos los materiales de CC, a excepción del TgCC BIOINTA 1007, se destacaron sobre la CbCC IVANKA INTA; por el contrario, en el 2° y 3° año los TtCC fueron superiores a los TgCC y a la cebada descripta (Cuadro 2).

Número de espigas

La producción de espigas en los materiales de CL (media general: 347 ± 20 esp m^{-2}) fue influenciada por el material y año. En este contexto, el TgCL BIOINTA 3005 y los TtCL se destacaron sobre el TgCL BAGUETTE 31 (Cuadro 1), y la media del 2° año (413 esp m^{-2}) fue mayor (1,5 veces) respecto al valor del 1° año (281 esp m^{-2}). En cambio, no hubo diferencias ($p>0,05$) entre la media del 3° año (335 esp m^{-2}) con relación a los años restantes. A su vez, el análisis detectó interacción M x A, con lo cual, aunque en el 1° y 3° año los materiales no se diferenciaron entre sí ($p>0,05$), en el 2° año las medias del TtCL ESPINILLO INTA y el TgCL BIOINTA 3005 se destacaron sobre el valor del TgCL BAGUETTE 31 (Cuadro 1).

En los materiales de CC (media general: 587 ± 27 esp m^{-2}), el análisis detectó efectos del material y año sobre los valores transformados de esta variable. En función de ello, las medias de las CbCC superaron a los valores de los TgCC y TtCC, y la CbCC IVANKA INTA se destacó sobre el cultivar INTA 7302 (Cuadro 2). A su vez, la media del 3° año ($25a$, 635 esp m^{-2}) fue mayor a los valores del 1° ($23b$, 576 esp m^{-2}) y 2° año ($23b$, 549 esp m^{-2}). El análisis no detectó ($p>0,05$) interacción M x A y en todos los años los valores de la CbCC IVANKA INTA aumentaron 1,5 veces respecto a las medias de los TtCC y TgCC (Cuadro 2). Finalmente, durante la espigazón del cultivo todos los materiales no alcanzaron el llenado de granos.

Producción de biomasa forrajera

En los materiales de CL (media general: $6,1\pm 0,4$ t MS ha^{-1}), el análisis reportó efectos del material y año sobre la producción de biomasa forrajera. A partir de ello, los TtCL se destacaron sobre el TgCL BAGUETTE 31 (Cuadro 1), y las medias del 2° y 3° año ($7,4$ y $7,5$ t MS ha^{-1} a) superaron 2,5 y 2,6 veces al valor del 1° año ($2,9$ t MS ha^{-1} b). A su vez, hubo ausencia ($p>0,05$) de interacción M x A y las medias del TtCL ESPINILLO INTA del 2° y 3° año aumentaron desde 1,5 hasta 3,5 veces respecto a los valores del TgCL BAGUETTE 31 del 2° y 1° año, respectivamente (Cuadro 1). En relación al porcentaje de MS, se reportó una media general de $45,8\pm 3,4$ % y en los materiales varió entre $44,5$ y $47,5$ % (Cuadro 1). A su vez, los valores anuales disminuyeron ($52,7$, $45,0$ y $41,0$ %) conforme el avance del año y según el forraje verde recolectado (media general: $13,8\pm 1,0$ t ha^{-1}) que aumentó ($5,5$, $16,4$ y $18,3$ t ha^{-1}) en los sucesivos años. Finalmente, en el 2° y 3° año se informó una mayor amplitud de la variable entre los TrCL y el TgCL BAGUETTE 31 (Cuadro 1).

En los materiales de CC (media general: $8,2\pm 1,7$ t MS ha^{-1}), la variable transformada estuvo afectada por el material y año. En este contexto, las medias de los TtCC y las CbCC superaron al valor del TgCC BIOINTA 1007 (Cuadro 2) y la media del 3° año ($96,6$ a, $9,4$ t MS ha^{-1}) superó los valores del 2° ($88,3$ b, $7,8$ t MS ha^{-1}) y 1° año ($86,1$ b, $7,5$ t MS ha^{-1}). El análisis no detectó ($p>0,05$) interacción M x A y en el 1° y 2° año, las medias de la CbCC INTA 7302 y los TtCC aumentaron 1,1-1,2 veces en relación a los valores del TgCC BIOINTA 1007 (Cuadro 3). El porcentaje de MS registró una media general de $46,1\pm 2,0$ % y en los materiales osciló entre $43,7$ y $48,1$ % (Cuadro 2). Las medias anuales reportadas fueron $47,2$, $42,6$ y $47,5$ % conforme el avance del año y según el forraje verde cosechado (media general: $18,0\pm 3,9$ t ha^{-1}) con valores de $15,9$, $18,3$ y $19,8$ t ha^{-1} en los años sucesivos. A su vez, en todos los materiales se reportó una mayor amplitud del parámetro entre el 1° y 3° año respecto al 2° año (Cuadro 2).

Finalmente, en los materiales de CL y CC la producción de biomasa forrajera estuvo asociada, respectivamente, con la altura de planta ($r=0,75$; $p<0,0001$ y $r=0,31$; $p=0,007$) y el número de espigas ($r=0,69$; $p<0,0001$ y $r=0,30$; $p=0,010$).

Discusión

Número y altura de plantas

En relación al establecimiento del cultivo, los materiales de CL mostraron valores contrastantes en el número de plantas entre años (Cuadro 1). El bajo establecimiento de los materiales de CL en el 1° año respecto al 2° año se explicaría por las menores temperaturas medias y mínimas (Figura 1b), el mayor número de días con heladas registrados en agosto y septiembre y el posible efecto erosivo de las lluvias, nieve y deshielo en el 1° año. Asimismo, la siembra primaveral de estos materiales en el 3° año favorecería la mayor densidad de plantas logradas respecto al 2° año. Por lo tanto, la fecha de siembra (mayo) del 1° y 2° año no resulta aconsejable debido a la implantación tardía de los materiales por una mayor susceptibilidad de las plántulas a los fríos intensos

Cuadro 2. Número de plantas y espigas por metro cuadrado (m²), altura de plantas, biomasa forrajera y porcentaje de materia seca en cereales de invierno de ciclo corto y año.

Table 2. Means ($\pm$ standard error) for number of plants and spikes by square meter (m²), plant height, forage biomass and dry matter percentage by short cycle winter cereals and year.

Material/ Variable		Trigo ACA 906	Trigo BIOINTA 1007	Triticale JP1032	Triticale JP1029	Cebada IVANKA INTA	Cebada INTA 7302	Sig ¹
N° de plantas por m ²	Media	184(9)ab	218(6)ab	227(24)a	219(25)ab	200(8)ab	173(51)b	M A
	1° año	176(20)a	222(20)a	207(20)a	207(20)a	204(20)a	205(20)a	MxA
	2° año	173(20)ab	206(20)a	199(20)a	183(20)a	185(20)a	72(20)b	
	3° año	202(20)a	226(20)a	276(20)a	266(20)a	210(20)a	241(20)a	
Altura de plantas (cm)	Media	59(3)b	58(3)b	72(4)a	73(4)a	48(3)c	67(36)a	M
	1° año	65(1) ² ab	59(1) ² bc	67(5) ² ab	71(2) ² a	49(2) ² c	67(3) ² ab	MxA
	2° año	56(4) ² b	56(3) ² b	74(2) ² a	70(2) ² a	43(5) ² c	72(2) ² a	
	3° año	57(2) ² cd	58(8) ² cd	73(9) ² a	77(13) ² a	50(3) ² cd	62(7) ² bc	
N° de espigas por m ²	Media	465(33)cd	494(31)c	450(49)cd	411(48)d	997(95)a	703(53)b	M A
	1° año	463(68)c	461(68)c	400(63)d	363(29)c	1055(125)a	719(108)c	
	2° año	448(55)c	482(29)c	407(17)d	362(72)c	958(239)ab	637(76)c	
	3° año	484(56)c	540(22)c	543(67)c	510(11)c	980(140)a	754(66)bc	
Biomasa (t MS ha ⁻¹)	Media	7,6(0,5)ab	6,8(0,7)b	8,9(1,4)a	8,8(0,9)a	8,7(1,0)a	8,7(0,9)a	M A
	1° año	7,2(0,7)ab	6,0(1,4)c	7,2(1,1)ab	7,7(0,6)ab	8,4(1,1)ab	8,4(2,3)ab	
	2° año	7,4(0,7)ab	6,7(0,9)c	8,8(1,0)ab	8,0(0,8)a	7,2(1,2)bc	9,0(0,7)ab	
	3° año	8,2(1,2)ab	7,7(0,9)ab	10,7(3,1)a	10,8(0,4)ab	10,4(0,9)ab	8,8(1,6)ab	
Materia seca (%)	Media	46,0 (1,0)	47,1(2,2)	48,1(2,5)	45,8(1,7)	45,7(1,2)	43,7(2,3)	
	1° año	47,3(1,0)	49,1(2,0)	50,9(2,4)	47,1(2,0)	46,2(0,8)	43,9(3,2)	
	2° año	44,2(0,4)	43,1(0,6)	43,3(0,9)	43,3(0,7)	43,9(1,3)	40,6(0,5)	
	3° año	46,5(0,6)	49,2(1,6)	49,9(1,2)	47,0(1,2)	46,9(0,6)	46,7(0,8)	

¹Sig: Significancia, p<0,05; M: Material, A: Año; t: toneladas. Los valores son medias ($\pm$ error estándar). Letras distintas indican diferencias significativas (p<0,05) entre materiales.

durante el establecimiento. En virtud de ello, un adelantamiento en la fecha de siembra (marzo-abril) de estos materiales, permitiría un rápido crecimiento inicial y menor pérdida de plantas, pudiéndose lograr un mejor establecimiento en macollaje de los materiales de CL. En este contexto, las medias de los TtCL fueron inferiores a otros materiales del mismo ciclo evaluados en el nor-este de La Pampa y fue coincidente con menores densidades de plantas de cebada del presente ensayo respecto a materiales de la misma especie en el Sur de Chile (Paine Salgado, 2007). Las medias de los TgCC y cebadas del 2° año (Cuadro 2) fueron superadas por los mismos materiales (229 y 209 plantas m⁻²) bajo riego y mejores condiciones térmicas informados por Utrilla et al. (2015) en el valle de Gobernador Gregores (Centro de Santa Cruz). Cabe remarcar que, el establecimiento de los TtCC del presente trabajo fue similar al valor medio de estos materiales en el valle irrigado descripto, lo cual se corresponde con un similar porcentaje (54%) en el establecimiento del cultivo.

Previo a la cosecha, en los materiales de ambos ciclos se destacan los mayores valores medios de altura de los triticales respecto a los trigos (Cuadros 1 y 2), lo cual fue coincidente con una mayor respuesta del parámetro en los primeros respecto a los segundos de CC (80 versus 60 cm) en la localidad de El Calafate al sud-oeste de Santa Cruz (Utrilla et al., 2015). Asimismo, las alturas pre-cosecha de las cebadas fueron inferiores a cultivares graníferos (85-92 cm) evaluados por Teuber et al. (2002) en el Sur de Chile.

Número de espigas

La producción de espigas de los TgCL BAGUETTE 31 y BIOINTA 3005 del presente ensayo (Cuadro 1) fueron inferiores y superiores, respectivamente, a los trigos pan de ciclo intermedio (BIOINTA 2002) e intermedio-largo (BAGUETTE PREMIUM 11) (257 y 248 esp m⁻², respectivamente) informados por Giménez et al. (2008) en el sur bonaerense. El número de espigas de las cebadas fue de mayor magnitud respecto a los materiales restantes de CC (Cuadro 2), lo cual indicaría un potencial de producción de grano superior de aquéllas, y el predominio del cultivar IVANKA INTA en relación a la variedad INTA 7302. Una respuesta similar fue reportada por Utrilla et al. (2015) en El Calafate (Santa Cruz). Además, es valorable la mayor densidad de espigas de ambos cultivares respecto a las cebadas cerveceras SCARLETT y JOSEFINA INTA evaluadas, respectivamente, por Giménez et al. (2008) en el sud-oeste de Buenos Aires (436 y 388 esp m⁻²) y Utrilla et al. (2011) en el Centro de Santa Cruz (288 y 348 esp m⁻²). A su vez, los valores de los materiales bajo estudio fueron aproximados a cultivares de cebadas graníferas (800 y 900 esp m⁻²) relevadas por Teuber et al. (2002) en el Sur de Chile. Por último, resulta necesario mencionar que temperaturas mínimas muy bajas (Figura 1b) reportadas durante el estadio de anthesis del cultivo producirían aborto de los órganos florales, lo cual impediría el llenado de los granos en todos los materiales evaluados durante el presente estudio.

Producción de biomasa forrajera

La combinación de mayores alturas y número de espigas (a excepción del cultivar BAGUETTE 31) de los materiales de CL en el 2° año con relación al primero resultaría en el aumento apreciable de la producción de biomasa forrajera reportada y la correlación significativa informada entre ambas variables. De manera similar, Bandini (2010) informó una asociación significativa entre la biomasa recolectada de trigos doble propósito de ciclo intermedio-largo, la altura de plantas y el número de espigas.

En términos generales, la producción de forraje de los TtCL (Cuadro 1) fue menor a cultivares de esta especie y ciclo (9,5-12,0 t MS ha⁻¹) reportados por Strauch (2012) en el sur de Chile. En cambio, la biomasa forrajera de los TtCL JP1017 y ESPINILLO INTA en el 2° y 3° año del presente trabajo superó al rendimiento de forraje y grano de estos materiales (5,3 y 4,5 t MS ha⁻¹) en el sud-este de Córdoba (Donaire et al., 2016). Además, la biomasa de aquellos superó e igualó, respectivamente, al forraje acumulado bajo riego por los cultivares YAGAN y DON SANTIAGO de ciclo largo (6,1 y 8,5 t MS ha⁻¹) informados por Gallego et al. (2014) en el nor-este de Río Negro. Con respecto a los TgCL, la producción forrajera del cultivar BIONTA 3005 en el 2° y 3° año del presente estudio se destacó sobre los trigos doble propósito de ciclos intermedio-largo (3,1 a 3,5 t MS ha⁻¹) evaluados por Bandini (2010) en el sud-este de Córdoba.

Asimismo, los mayores valores de biomasa forrajera de los materiales de CC en el 3° año respecto al segundo (Cuadro 2) podrían explicarse por la mayor densidad de espigas relevada y justificaría la correlación significativa reportada entre ambas variables. A su vez, el rendimiento productivo de las cebadas fue algo inferior a cultivares graníferos informados por Strauch y Suárez (2002; citado por Strauch, 2012), Teuber et al. (2002) y Paine Salgado (2007) (11,0, 11,5-13,5 y 13,0 t MS ha⁻¹, respectivamente) en el sur de Chile. A los fines comparativos con materiales evaluados en ambientes similares de Norte-América, la producción forrajera de las cebadas y los triticales de ambos ciclos del presente ensayo fueron, respectivamente, algo superiores y similares a cebadas (7 t MS ha⁻¹, McCartney y Vaage, 1993; May et al., 2007. Citado por McCartney et al., 2008) y triticales (8 t MS ha⁻¹, McCartney y Vaage, 1993) para silaje en el Oeste de Canadá donde el triticales fue más productivo que el trigo (Berkenkamp y Meeres, 1987). A su vez, cabe señalar que los rendimientos productivos de los TgCC del presente trabajo fueron algo inferiores al trigo BUCK CHARRÚA del mismo ciclo (8,5 t MS ha⁻¹) reportado por Bandini (2010) en el sud-este cordobés.

Finalmente, cabe mencionar que los valores elevados del porcentaje de MS informados en los materiales de ambos ciclos (Cuadros 1 y 2) se explicarían por el volumen significativo de forraje verde recolectado, indicando un elevado potencial productivo de los cereales bajo estas condiciones experimentales, con una digestibilidad de la MS en los materiales de CC entre 69 y 77% reportada por Utrilla et al. (2015), aunque sin producción de grano por restricciones térmicas. A los fines prácticos, estos resultados

implicarían una reducción en el tiempo de secado del forraje cosechado destinado al proceso de henificación en la región.

Conclusiones

Existe una respuesta diferencial en el establecimiento y la capacidad productiva de los cereales de invierno trigo pan, triticales y cebada en el sud-oeste de la Patagonia Austral. Se aprecia que mayores temperaturas a principios y mediados de primavera favorecen un mayor número de plantas establecidas de los materiales de CL y de ambos ciclos, respectivamente; por lo tanto, se deduce que los materiales de CC se encuentran menos expuestos al clima frío de la región. En ambos ciclos, la altura de plantas de los triticales se destaca sobre los trigos. En virtud del estudio, los triticales de CC y las cebadas surgen como los materiales más promisorios en producción de biomasa forrajera dado los mayores valores de altura de plantas y densidad de espigas, respectivamente.

Agradecimientos

Se agradece especialmente a los señores Christian Alvarado (Consejo Agrario de la Provincia de Santa Cruz), Guillermo Jacobi (YCRT) y Juan Pablo Mayo (UART-UNPA) por su desinteresada colaboración para la instalación, mantenimiento y mediciones del presente ensayo; y al Dr. Gabriel Oliva por la revisión del summary del manuscrito.

Bibliografía

- BANDINI, E. 2010. Evaluación del rendimiento de forraje y grano en trigo doble propósito. Trabajo Final de Grado. Universidad Nacional de Villa María, Córdoba. 71 p.
- BERKENKAMP, B. y MEERES, J. 1987. Yields of annual forages under three harvest modes. Can. J. Plant. Sci. 67: 831-834.
- CHRISTIANSEN, R. y MAYO, J.P. 2015. Siembra y manejo recomendado de verdeos y pasturas en el Sudoeste de Santa Cruz. EEA INTA Santa Cruz. AER INTA Río Turbio (Convenio INTA-UNPA). Informe Técnico. 12p. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_siembra_y_manejo_recomendado_de_verdeos_y_pastur.pdf
- DONAIRE, G., BAINOTTI, C., REARTES, F., SALINES, J., FRASCHINA, J., ALBERIONE, E., GÓMEZ, D. y CONDE B. 2016. Evaluación de cultivares y líneas de triticales en la EEA Marcos Juárez durante el año 2015. In: TRIGO Actualización 2016. INTA EEA Marcos Juárez. INTA Ediciones. Informe de actualización técnica en línea N° 4. pp. 75-79. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_mj_trigo2016_1.pdf
- GALLEGO, J.J., BARBAROSSA, R.A., NEIRA ZILLI, F., y MIÑÓN, D.P. 2014. Verdeos de Invierno. Producción de forraje de cultivares de avena, cebada, centeno, triticales y raigrás anual en valles regados del norte patagónico. EEA Valle

- Inferior Convenio Provincia de Río Negro-INTA. Información Técnica N° 35. 26 p.
- GIMÉNEZ, F., MOREYRA, F., CONTI, V. y TOMASO, J.C. 2008. Comparación del rendimiento de variedades de cereales de invierno. INTA EEA Bordenave. En: Actas del VII Congreso Nacional de Trigo y V Simposio Nacional de Cereales de Siembra Otoño-Invernal. I Encuentro del Mercosur.
- IVELIC SÁEZ, J. y HEPP KUSCHEL, C. 2015. Capítulo IV: Praderas y cultivos suplementarios para la alimentación bovina en Magallanes. En: Bases para la Producción Bovina en Magallanes (Ed.: Francisco Sales Z. y Raúl Lira). Boletín INIA N° 314. pp. 69-87.
- MCCARTNEY, D.H. y VAAGE, A.S. 1993. Comparative yield and feeding value of barley, oat and triticale silages. Can. J. Anim. Sci. 74: 91-96.
- MCCARTNEY, D., FRASER, J. y OHAMA, A. 2008. Annual cool season crops for grazing by beef cattle. A Canadian Review. Can. J. Anim. Sci. 88: 517-533.
- OLIVA, G., GONZÁLEZ, L., RIAL, P. y LIVRAGHI, E. 2001. Capítulo 2: El ambiente en la Patagonia Austral. In: Borrelli, P. y Oliva, G. (Ed.). Ganadería Ovina Sustentable en la Patagonia Austral. EEA INTA Santa Cruz (Convenio INTA-CAP-UNPA). pp 19-82.
- PAINE SALGADO, J. 2007. Efecto de la época de cosecha en el rendimiento y calidad de cinco cultivares de cebada (*Hordeum vulgare* L.) para ensilaje. Tesis Final de Grado. Universidad de La Frontera. Temuco. Chile. 53 p.
- [http://praderasypasturas.com/rolando/02.-Tesis/05.-Cultivos Suplementarios/01.-Jose Paine.pdf](http://praderasypasturas.com/rolando/02.-Tesis/05.-Cultivos%20Suplementarios/01.-Jose%20Paine.pdf)
- STRAUCH, O. 2012. Mejoramiento de praderas y cultivos suplementarios. En: Bases para la Producción Ovina en Magallanes (Ed.: Óscar Strauch B. y Raúl Lira F.). Boletín INIA N° 244. pp. 115-135.
- TEUBER, N., LJUBO GOIC, M., NAVARRO, H. y ANGULO, L. 2002. Comportamiento productivo de diferentes cultivares de cebadas (*Hordeum vulgare*) para ensilaje. En: Libro de Resúmenes de la XXVII Reunión Anual Sociedad Chilena de Producción Animal. SOCHIPA A.G. Universidad de Concepción. Chillán. Chile. Octubre de 2002. pp. 43-44.
- UTRILLA, V.R., LAFEUILLADE, A. y FELICE, M. 2011. Establecimiento y rendimiento de cereales de invierno en Patagonia Sur. Rev.Arg.Prod.Anim. 31(1): 582.
- UTRILLA, V.R., ANDRADE, M., KOFALT, J.C., CHRISTIANSEN, R., CABANA, J., MANSILLA, J., PERSOGLIA, A., SEEGER, G., BAINOTTI C. Y PERETTI, C. 2015. Evaluación de Cultivos de Invierno en la Patagonia Austral Ciclo 2014/15. INTA EEA Santa Cruz (Convenio INTA-CAP-UNPA). Informe Técnico. 29 p.
- https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-cultivos-de-invierno-en-la-patagonia-austral-ciclo-2014_2015.pdf
- ZADOKS, J.C., CHANG, T.T. Y KONZAK, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14(6): 415-421.