

POTENCIAL PRODUCTIVO Y NUTRITIVO DE LOS TRITICALES DE NUEVA GENERACION

PRODUCTIVE AND NUTRITIONAL POTENTIAL OF TRITICALE OF NEW GENERATION

G. SALCEDO^{1*}, C. MARTÍNEZ², P. BARCELO³, P. LAZZERI³ Y A. MARTÍN⁴

¹Dpto. de Calidad e Innovación. Centro Integrado de Formación Profesional "La Granja", 39792 Heras, Cantabria". ²IFAPA "Centro Alameda del Obispo" 14080 Córdoba. ³Agrasys SL, Parc Científic de Barcelona, 08028 Barcelona. ⁴Instituto de Agricultura Sostenible, 14080 Córdoba *gregoriosalce@ono.com

RESUMEN

El objetivo de este experimento fue investigar el potencial de biomasa, principios nutritivos y perfil de ácidos grasos de líneas de triticales tetraploides con genotipo DRRR no comerciales, como alternativa forrajera de invierno al *L. multiflorum* en las explotaciones de la Cornisa Cantábrica. El ensayo se realizó en Heras (Cantabria) durante los años 2010 y 2011 según un diseño experimental de bloques al azar y cosechado en diferentes momentos de su ciclo vegetativo. Los rendimientos medios fueron $5,74 \pm 3,2$ t ha⁻¹ de materia seca; el contenido de proteína bruta, fibra neutro detergente y materia orgánica digestible de 192 ± 62 ; 584 ± 86 y 612 ± 43 g kg⁻¹ sobre materia seca respectivamente. La concentración media en ácidos grasos (AGs) fue $22,1 \pm 4,0$ g kg⁻¹ MS, disminuyendo con la madurez de la planta. Los AGs mayoritarios fueron el linolénico ($14,3 \pm 3,4$ g kg⁻¹ MS) y palmítico ($3,67 \pm 0,45$ g kg⁻¹ MS). El linoleico y linolénico se relacionaron positivamente con la proteína ($r=0,54$ y $0,86$, $P<0,01$) y negativamente con la fibra ($r=-0,49$ y $-0,78$, $P<0,01$), respectivamente. Se concluye señalando que tanto la biomasa como el valor nutritivo de estos forrajes presentan buenas perspectivas de cultivo en las explotaciones lecheras, pero son necesarios estudios *in situ* con animales para determinar su potencial zootécnico.

Palabras clave: genotipos DRRR, biomasa, proteína, ácidos grasos.

SUMMARY

The objective of this experiment was to investigate the potential for biomass production, nutritional and fatty acid profiles of non-commercial tetraploid triticale lines with genotype DRRR as a winter forage alternative to *L. multiflorum* in Cantabrian Coast pastures. The trial was conducted in Heras (Cantabria) during 2010 and 2011 with a randomized block experimental design and with harvests at different times during the growing cycle. Average yields were 5.74 ± 3.2 t ha⁻¹ of dry matter; contents of crude protein, neutral detergent fiber and digestible organic matter were 192 ± 62 , 584 ± 86 and 612 ± 43 g kg⁻¹ dry matter, respectively. The average concentration of fatty acids (FAs) was 22.1 ± 4.0 g kg⁻¹ DM, decreasing with plant maturity. The major FAs were linolenic (14.3 ± 3.4 g kg⁻¹ DM) and palmitic (3.67 ± 0.45 g kg⁻¹ DM). Linoleic and linolenic acid contents were positively associated with protein ($r=0.54$ and 0.86 , $P<0.01$) and negatively with fiber ($r=-0.49$ and -0.78 , $P<0.01$). It is concluded that both biomass and nutritive values of these forages suggest they may have good prospects as forage crops for dairy farms, but *in situ* animal studies are necessary to determine their feed potential.

Key words: genotype DRRR, tetraploid triticale, biomass, protein, fiber, fatty acids.

INTRODUCCIÓN

El cereal con genotipo DDRR (triticale tetraploide) fue producido mediante la técnica de hibridación inter-específica entre las especies de *Aegilops tauschii* (un ancestro del trigo y donador del genoma DD) y *Secale cereale* (centeno y donador del genoma RR) (Cabrera *et al.*, 1996). Es un cereal de elevada producción de biomasa, convirtiéndole en un forraje potencial y alternativo al *L. multiflorum* en las explotaciones lecheras de la Cornisa Cantábrica. Las características más relevantes del DDRR son las de crecimiento inicial en roseta y elevado ahijado; floración tardía; tallos fuertes y altos; hojas muy largas y estrechas; espigas muy largas (25-30 cm) con una densidad de espiguillas baja; elevada producción de espigas; raquis entero y gluma semi-tenaz; grano alargado de tamaño medio-pequeño; fertilidad y rendimientos de grano bajos; insensibilidad a las enfermedades más comunes de los trigos (royas y oidio); tasa de senescencia de las

hojas muy baja (Ballesteros *et al.*, 2007). El objetivo del presente trabajo fue analizar el potencial productivo y nutritivo de los DDRR, previa utilización en la alimentación del ganado vacuno programado en el subproyecto de Cantabria dentro del proyecto INIA RTA2012-00065-C05-01.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en la finca de prácticas del I.E.S. “La Granja”, Heras, Cantabria (43° 24’N; 3° 45’W y 5 msnm) durante los años 2010 y 2011. La textura del suelo es franco-arcillo-limosa. Las condiciones climáticas del experimento vienen definidas en la Tabla 1. El tratamiento a evaluar fue el efecto de la madurez de dos líneas con genotipo DDRR el primer año y tres el segundo (Tabla 2), en un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones por genotipo. Las líneas cultivadas en el año 2011 son diferentes por falta de semilla, circunstancia que obligó a introducir nuevas líneas.

Tabla 1. Temperatura y pluviometría

Mes/Año	Temperatura media, °C	Pluviometría, L m ²
Octubre 2010 – 2011	10,9 – 14,5	102,5 – 54,9
Noviembre 2010 – 2011	8,5 – 12,7	260 – 99,8
Diciembre 2010 – 2011	4,7 – 9,7	133,9 – 105,3
Enero 2011 – 2012	5,5 – 10,3	38,4 – 80,5
Febrero 2011 – 2012	8,4 – 7,5	78 – 63
Marzo 2011 – 2012	9,2 – 11,3	53,4 – 36,8
Abril 2011 – 2012	11,7 – 10,8	24 – 214,8

Tabla 2. Fecha de muestreo y estados de madurez

Fecha	Corte	Días de cultivo	Estado madurez	Genotipo
25-2-2011	C1	121	Inicio encañado	TS ₄₃ TS ₅₂
18-3-2011	C2	142	Inicio espigado Entallado	TS ₄₃ TS ₅₂
8-4-2011	C3	162	Espigado Inicio espigado	TS ₄₃ TS ₅₂
3-5-2011	C4	187	Inicio formación grano Inicio floración	TS ₄₃ TS ₅₂
29-2-2012	C1	132	Inicio encañado	TS ₄₂ TS ₄₉ TS ₁
21-3-2012	C2	153	Entallado	TS ₄₂ TS ₄₉ TS ₁
29-3-2012	C3	161	Entallado	TS ₄₂ TS ₄₉ TS ₁
24-4-2012	C4	186	Final Espigado	TS ₄₂ TS ₄₉ TS ₁

El cultivo precedente fue maíz para ensilado. La preparación del terreno se realizó mediante dos pases cruzados de fresadora. El abonado de fondo consistió en aportaciones de 18-60-36 y 75-75-75 kg de N-P₂O₅-K₂O ha⁻¹ los años 2010 y 2011 respectivamente. La superficie de la parcela elemental fue de 5 x 5 m y la útil (zona de muestreo) de 4 x 4 m (parcela principal), asignándose 1 m² (subparcela) para cada una de las cuatro fechas de corte (Tabla 2), segándose 0,75 m² para eliminar el efecto borde. La siembra se realizó con una máquina sembradora a chorrillo los días 27 y 21 de octubre de 2009 y 2011, respectivamente a la dosis de 210 kg ha⁻¹. El abonado nitrogenado de cobertera fue de 25 kg de N ha⁻¹ en forma de Nitrato Amónico Cálcico del 27% en un solo reparto y en cada año. La biomasa fue estimada mediante siegas de 0,75 m², con segadora manual a pilas a 5 cm del suelo sobre un marco de 0,5 x 0,5 m por tres repeti-

ciones. Toda la muestra fue secada en estufa a 60 °C durante 48 horas y molida a 1 mm. El forraje fue conservado en dos contenedores de plástico herméticos de 500 ml hasta su posterior análisis; “uno para analizar el contenido en principios nutritivos” y el segundo, para el de “ácidos grasos”.

Análisis químico: la materia seca final a 103°C y cenizas a 550°C; la proteína bruta (PB) como N-Kjeldahl x 6,25 con el Kjeltec™ 2300 de TECATOR; la fibra neutro detergente (FND) según Goering y Van Soest (1970). La digestibilidad neutro detergente-celulosa de la materia orgánica (DenzMondc) según Riveros y Argamente-
ría, (1987), estimándose la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica (DMOestndc). La grasa bruta (GB) extraída con éter de petróleo 40-60 °C con un Soxhlec™ de TECATOR para analizar sobre ella el perfil de ácidos grasos en el Laboratorio Agroalimentario de

Santander, según la Norma ISO 15884/FIL 182:2002. Las siglas utilizadas corresponden a la propuesta de normalización del Servicio de Información sobre Alimentos de la Universidad de Córdoba (Maroto *et al.*, 2008).

Cálculos: el Valor Relativo Forrajero (VRF) según Dunham (1998) a partir de la estimación de la materia seca digestible (DMS) y la ingesta de materia seca (IMS) según las ecuaciones: (1) $DMS (\% MS) = 88,9 - (0,779 \times \% FAD)$; (2) $IMS (\% \text{ peso vivo}) = 120 / \% FND$ y $VRF = (DMS \times IMS) / 1,29$.

Análisis estadístico: los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza. Los factores de efecto fijo incluidos en el modelo fueron la fecha de corte y la repetición, tomándose el año como efecto

aleatorio con el Modelo Lineal Mixto (SPSS, 2006). Un test de contrastes ortogonales sirvió para definir la tendencia lineal o cuadrática del efecto corte para la biomasa, principios nutritivos y perfil de ácidos grasos.

RESULTADOS Y DISCUSION

La **producción de materia** seca entre cortes incrementó linealmente con la madurez (Tabla 3), con máximas de 10,4 t ha⁻¹ en C₄ (primeros mayo) y mínimas de 2,2 t ha⁻¹ a finales de febrero. Entre el inicio y final del espigado (C₃) la acumulación de materia seca acumulada fue de 6,08 t ha⁻¹. Estos rendimientos fueron inferiores a 8,8; 6,8; 7,5 y 7,7 t ha⁻¹ para la avena, cebada, centeno y triticale respectivamente, en el mismo estado de madurez y mismo abonado de cobertera

Tabla 3. Producción de biomasa y contenido en principios nutritivos de los DRR

	Corte número y días de cultivo				Efecto		
	C ₁ (130 d)	C ₂ (147 d)	C ₃ (161 d)	C ₄ (186 d)	Medias	et	L
MS, t ha ⁻¹	2,23a	4,27b	6,08c	10,4d	5,74	0,41	***
MS, kg ha ⁻¹ día	17,2a	28,5b	37,6c	55,8d	34,8	6,2	***
PB, kg ha ⁻¹ día	4,5a	6,1b	6,4b	6,3b	5,8	1,0	***
DMOestndc, kg ha ⁻¹ día	11,0a	18,0b	23,5c	30,2d	20,1	3,9	***
MS, g kg ⁻¹ MS	144a	131a	136a	177b	146	9,0	***
PB, g kg ⁻¹ MS	268d	218c	168b	114a	192	7,5	***
GB, g kg ⁻¹ MS	25,8c	25,2c	22,6b	18,5a	22,7	0,5	***
FND, g kg ⁻¹ MS	491a	557b	579b	708c	584	4,0	***
DMOestndc, g kg ⁻¹ MO	643c	632bc	623b	545a	612	5,3	***
VRF	132c	108b	101b	77a	104,6	2,8	***

MS: materia seca, PB: proteína bruta; GB: grasa bruta; FND: fibra neutro detergente; DMOestndc: digestibilidad in vivo de la materia orgánica estimada; VRF: valor relativo forrajero; L: efecto lineal; *** (P<0,001); a, b, c, d, dentro de la misma fila difieren P<0,05.

y, ligeramente superior al *L. multiflorum* en la zona costera de Cantabria (Salcedo, 2011). Para vacuno de leche, este autor señala el inicio del espigado como la fase óptima de recolección.

El contenido en **principios nutritivos** (PB), proteína bruta; (GB), grasa bruta y (FND), fibra neutro detergente difiere entre aprovechamientos ($P<0,05$), con aumentos lineales de la FND ($P<0,001$) y descensos la PB, GB y DMOestndc al avanzar la madurez (Tabla 3). El mayor declive de PB, GB y DMOestndc fue localizado entre el inicio y final del espigado (aprovechamientos C_3 y C_4), equivalentes a 32%, 22%, 18,1% y 12,5% respectivamente, siendo un 22% el aumento de la FND, coincidiendo con el mayor crecimiento diario de materia seca por hectárea (Tabla 3). La PB y DMOestndc de estos cultivos forrajeros fue superior a 156 y 586 g kg⁻¹ MS, e inferior a 599 g kg⁻¹ MS la FND, respecto al valor medio de avena, cebada, centeno y triticale en las fases del entallado e inicio del espigado (C_3) en la zona costera de Cantabria recibiendo 25 kg N ha⁻¹ en cobertura (Salcedo, 2012). El Valor Relativo Forrajero (VRF) medio de las líneas de triticale tetraploide cultivadas fue de 104±22, máximos de 132±18 en C_1 y mínimos de 77±6 en C_4 . Al inicio del encañado (CI), el VRF fue superior a 119 señalados por Llera *et al.* (2013) en triticale y, a los 86 en la misma fase de madurez para los cereales citados por

Salcedo (2012).

Posiblemente, su escaso rendimiento en grano y la baja tasa de hojas senescentes en estos cereales (Ballesteros *et al.*, 2007) contribuya a una menor movilización de nutrientes de las partes vegetativas a las reproductivas, principalmente proteína.

El contenido de **ácidos grasos** (AGs) fue desigual entre cortes ($P<0,05$) para el conjunto de DRR (Tabla 4). La concentración media fue de 22,1±4,0 g kg⁻¹ MS, máximos al inicio del encañado en C_1 de 25,4 g y mínimos de 17,1 g en C_4 al inicio-final del espigado. La maduración de la planta llevó consigo descensos lineales en el total de AGs ($P<0,001$), imputable a la variación de la relación hoja:tallo (no determinada en este experimento). Los lípidos y AGs se localizan mayoritariamente en los cloroplastos de las hojas, mientras que los tallos contienen dos o tres veces menos (Jarrige *et al.*, 1995). En este sentido, Tariq *et al.* (2011) señala que la madurez de la planta lleva aparejado descensos en la relación hoja:tallo; a su vez, de ácidos grasos (Boufaied, *et al.*, 2003). Trabajos desarrollados en nuestro Departamento (Salcedo, 2012) señalan descensos significativos de 0,49 g AGs kg⁻¹ MS cuando el porcentaje de hojas (expresado sobre materia seca) se reduce de 45 al 20% para cebada, avena, centeno y triticale ($r^2=0,47$, $P<0,001$).

Tabla 4. Ácidos grasos de los DRR en diferentes cortes, g kg⁻¹ MS

	Corte número y días de cultivo				Efectos		
	C1 _(130 d)	C2 _(147 d)	C3 _(161 d)	C4 _(186 d)	Medias	et	L
Laúrico (C12:0)	0,22b	0,14ab	0,19b	0,06a	0,15	0,02	**
Mirístico (C14:0)	0,12ab	0,10a	0,14b	0,12ab	0,12	0,006	NS
Palmitico (C16:0)	3,54a	3,67a	4,07b	3,36a	3,67	0,06	NS
Palmitoleico (C16:1)	0,27c	0,20b	0,23b	0,14a	0,21	0,009	***
Estearico (C18:0)	0,33b	0,33b	0,29b	0,21a	0,29	0,01	***
Oleico (C18:1)	0,80b	0,63a	0,77b	0,76b	0,74	0,02	NS
Linoleico (C18:2)	3,23c	2,55b	2,40b	2,09a	2,56	0,06	***
Linolénico (C18:3)	16,8c	17,0c	13,2b	10,3a	14,3	0,47	***
Aráquico (C20:4)	0,07c	0,05b	0,03a	0,03a	0,045	0,003	***
AGs	25,4c	24,6c	21,3b	17,1a	22,1	0,54	***

L: efecto lineal; *** (P<0,001); ** (P<0,01); NS: no significativo; a, b, c, d, dentro de la misma fila difieren P<0,05

La concentración de los diferentes AGs ordenados de mayor a menor fueron el linolénico (C18:3), 14,1±3,4 g kg⁻¹ MS; 3,6±0,4 g el palmítico (C16:0); 2,56±0,4 g el linoleico (C18:2); 0,74±0,16 g el oleico (C18:1); 0,29±0,07 g el estearico (C18:0); 0,21±0,06 g el palmitoleico (C16:1); 0,15±0,14 g el láurico (C12:0); 0,12±0,04 g el mirístico (C14:0) y 0,04±0,02 g el aráquico (C20:4), observándose como el C12:0, C16:1, C18:0, C18:2, C18:3 y C20:4 disminuye linealmente con la madurez de la planta (P<0,001), (Tabla 4).

Respecto a la relación entre la PB, DMOestndc y FND, los ácidos grasos C14:0 y C18:1 se relacionan negativamente con la PB y DMOestndc y positivamente con la FND (Figura 1A). La concentración de AGs en los DRR (Figura 1B) resultó intermedia entre el *L. multiflorum* (Salcedo, 2011) y ce-

reales invierno como el triticale y la avena (Salcedo, 2012) al momento de la recolección. Posiblemente, el mayor contenido de C18:2 y C18:3 en los DRR respecto al triticale y avena tenga su origen en la menor producción de grano, tal y como se indicó anteriormente para la proteína. Chilliard et al. (2000) señalan al C18:3 y C18:2 como precursores de ácido linoleico conjugado (CLA) en leche.

CONCLUSIONES

La biomasa y contenido en principios nutritivos es atractiva y puede ser una alternativa al raigrás italiano en las explotaciones del norte de España. El C18:3, C16:0 y C18:2 son los ácidos grasos mayoritarios. Son necesarios estudios *in situ* con animales para determinar su potencial nutritivo.

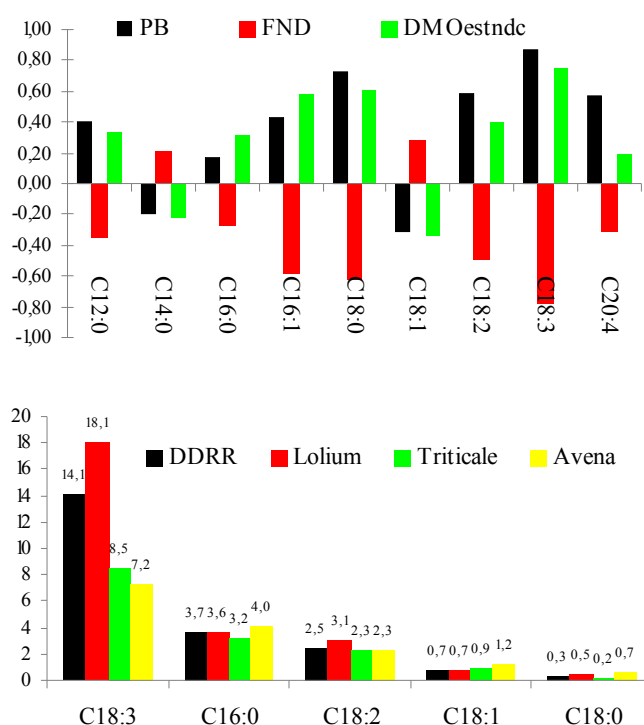


Figura 1. Correlación Pearson de los diferentes AGs (g kg⁻¹ MS) con la PB, FND y DMOestndc (A); contenido de AGs en DDRR, *Lolium multiflorum*, Triticale y Avena (B)

BIBLIOGRAFIA

BALLESTEROS J., CABRERA A., AARDSE A., RAMÍREZ M.C., ATIENZA S.G., Y MARTÍN A. (2007) Registration of TS1, TS10 and TS41, Three High Biomass Production Tetraploid Triticale Germplasm Lines, *Journal of Plant Registrations*, Vol. 1, 71-72.

BOUFAÏED H., CHOUINARD P., TREMBLAY G., PETIT H., MICHAUD R. Y BÉLANGER G. (2003) Fatty acids in forages. I. Factors affecting concentrations. *Canadian Journal of Animal Science*, 83, 501-511.

CABRERA A., DOMÍNGUEZ I., RUBIALES D., BALLESTEROS J. Y MARTÍN A. (1996) DDRR - Tetraploid triticale from *Aegilops squarrosa* L. × *Secale* L. spp. p. 179-

182. In H. Guedes-Pinto, N. Darvey, and V. P. Carnide (ed.). Triticale: Today and tomorrow. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.

CHILLIARD Y., FERLAY A., MANSBRIDGE R., Y DOREAU M. (2000) Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, *trans* and conjugated fatty acids. *Ann. Zootech.* 49, 181-205.

DUNHAM J.R. (1998) Relative feed value measures forage quality. *Kansas State University, Research and Extension*, 41, 3.

GOERING H. Y VAN SOEST P. (1970) Forage fiber analysis. *Ag. Handbok* N°. 379.

- Washington DC ARS USDA.
- JARRIGE R. GRENET E. DEMARQUILLY C. Y BESLE J. M. (1995) Les constituants de l'appareil végétatif des plantes fourragères. En: R. JARRIGE, Y. RUCKEBUSCH, C. DEMARQUILLY, M. H. FARCEN, AND M. JOURNET, (eds). *Nutrition des ruminants domestiques. Ingestion et digestion*, 21-81. INRA edition. Paris (Francia).
- LLERA F., CRUZ V. Y GALLEGO R.A. (2013) Calidad del forraje de triticale de doble aptitud en función de la densidad de siembra, el número de cortes y la dosis de nitrógeno. En: Olea L. et al. (Eds) *Los Pastos: Nuevos Retos, Nuevas Oportunidades*, pp. 243-250. Badajoz, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- MAROTO F., GÓMEZ A., GUERRERO J.E., Y GARRIDO A. (2008) Propuesta para la homogenización de la información sobre alimentos: aplicación a la base de datos pastos españoles (SEEP). *Pastos*, 38 (2) 141-144.
- RIVEROS E. Y ARGAMENTERIA, A. (1987) Métodos enzimáticos de la predicción de la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica de forrajes. 1. Forrajes verdes. 2. Ensilados y pajas. *Avances en Producción Animal*, 12-49.
- SALCEDO G. (2011) Producción, contenido en principio nutritivos y composición en ácidos grasos del cultivo de *Lolium Multiflorum* solo o asociado a *Trifolium*. *Pastos*, 41 (2), 191-209.
- SALCEDO G. (2012) Los cultivos forrajeros de invierno: "Su importancia en los modelos lecheros actuales". Ciclo de conferencias del Centro de Investigación y Formación Agraria (CIFA), 27 Marzo 2012.
- SPSS (2006) SPSS for Windows, version 15.0 Ed. SPSS Inc., Chicago (USA).
- TARIQ M., AYUB M., ELAHI A., AHMAD A., CHAUDHARY M., Y NADEEM M. (2011) Forage yield and some quality attributes of millet (*Pennisetum americanum* L.) hybrid under various regimes of nitrogen fertilization and harvesting dates. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 6 (16), 3883-3890.