

## EFECTO DE LA DEFOLIACIÓN SOBRE LA DINÁMICA DEL CRECIMIENTO DE TRITICALE<sup>1</sup>

### Defoliation effect on growth dynamics of triticale<sup>1</sup>

Cecilia Saroff<sup>2\*</sup>, Héctor Pagliaricci<sup>2</sup> y Víctor Ferreira<sup>2</sup>

#### ABSTRACT

Using triticale (*xTriticosecale* Wittmack) forage, the effects of time of utilization and stocking rate on growth dynamics were studied. Cv. 'Quiñé-UNRC' was employed after grazing in vegetative (EV) and reproductive stages (ER) using three stocking rates  $C_1=2$ ,  $C_2=3$  and  $C_3=5$  steers  $ha^{-1}$ . The experimental design was a randomized complete block with a factorial arrangement. At the beginning, the biomass, leaf area index (IAF), tiller number and height of plants were measured. During re-growths, the rates of leaf appearance (TAH), elongation (TEH), tiller density and accumulated biomass were determined. Later, mean leaf lifespan (VMF), growth rate (TCC), and senescence (TSC) were calculated. At the initial stage,  $C_1$  had higher biomass, foliar area and plant height than  $C_3$  ( $p \leq 0.05$ ). In the re-growths, the average TAH was 17.4 days in EV grazing and 25 days in ER ( $p \leq 0.001$ ). There was a VMF interaction ( $p \leq 0.05$ );  $C_2$  had the lowest value in EV (46.6 days) and ER the highest (140 days). The TCC decreased from 23 to 21.9 and 15.1 kg DM  $ha^{-1}d^{-1}$  for  $C_1$ ,  $C_2$  and  $C_3$ , respectively ( $p \leq 0.001$ ) on increasing the animal load. The TSC with EV and ER grazing was 5.44 and 2.83 kg DM  $ha^{-1}d^{-1}$  ( $p \leq 0.05$ ) respectively. The accumulated biomass was higher with low stocking rates ( $p \leq 0.05$ ) reaching a value of 4,275.8 kg DM  $ha^{-1}$ .

**Key words:** triticale, phenological states, stocking rates, growth, biomass, *xTriticosecale*.

#### RESUMEN

En triticale (*xTriticosecale* Wittmack) forrajero se estudiaron los efectos del momento de utilización y la carga animal sobre la dinámica del crecimiento. Se empleó el cv. 'Quiñé-UNRC' pastoreado en estado vegetativo (EV) y reproductivo (ER) con tres niveles de carga animal:  $C_1 = 2$ ,  $C_2 = 3$  y  $C_3 = 5$  novillos  $ha^{-1}$ . El diseño estadístico fue bloques completos al azar con arreglo factorial. Al inicio se determinó biomasa, área foliar, número de macollos y altura de plantas. En los rebrotes se analizaron las tasas de aparición y elongación de hojas, densidad de macollos y biomasa acumulada. Luego se calculó la vida media foliar (VMF) y las tasas de crecimiento (TCC) y senescencia del cultivo (TSC). En la situación inicial,  $C_1$  presentó mayor biomasa, área foliar y altura de plantas que  $C_3$  ( $p \leq 0,05$ ). En los rebrotes, la tasa de aparición de hojas (TAH) promedio fue de 17,4 días con pastoreo en EV y 25 días en ER ( $p \leq 0,001$ ). En la VMF hubo interacción ( $p \leq 0,05$ );  $C_2$  presentó el menor valor (46,6 días) en EV y el mayor en ER (140 días). La TCC disminuyó de 23 a 21,9 y 15,1 kg MS  $ha^{-1} d^{-1}$  al aumentar la carga animal ( $p \leq 0,001$ ). La TSC con pastoreo en EV y ER fue 5,44 y 2,83 kg MS  $ha^{-1} d^{-1}$ , respectivamente ( $p \leq 0,05$ ). La biomasa acumulada fue mayor en las cargas bajas ( $p \leq 0,05$ ), llegando a valores de 4.275,8 kg MS  $ha^{-1}$ .

**Palabras clave:** triticale, estado fenológico, carga animal, crecimiento, biomasa, *xTriticosecale*.

<sup>1</sup> Recepción de originales: 13 de julio de 2002.

Financiación: SECYT-UNRC (Proyectos 18/A080 y 18/A056).

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Río Cuarto, Facultad de Agronomía y Veterinaria, RN 36 km 601 (5800), Río Cuarto, Córdoba, Argentina. E-mail: csaroff@ayv.unrc.edu.ar \*Autor para correspondencia.

## INTRODUCCIÓN

La dinámica de generación y expansión de las estructuras de las plantas se conoce como morfogénesis (Chapman y Lemaire, 1993). En las plantas forrajeras estas características están íntimamente ligadas a su adaptación al pastoreo. Por un lado, determinan la regeneración del área foliar, que en sí constituye la vía más rápida para recuperar la capacidad de sintetizar fotoasimilados, y por otro, definen la cantidad de yemas que potencialmente se pueden desarrollar en macollos. De este modo, el manejo del pastoreo y su impacto sobre la estructura y dinámica de las pasturas, debe analizarse dentro de un marco en el cual el proceso de defoliación se relacione con las características morfogénicas que determinan la capacidad de las plantas para rebrotar.

Se encuentran numerosas citas en la bibliografía referidas al efecto del pastoreo sobre parámetros que juegan un rol importante en la dinámica del crecimiento y desarrollo de las pasturas de gramíneas perennes (Grant *et al.*, 1981; Vine, 1983; Skinner, 1990; Hume, 1991; Wilman y Acuña, 1993; Mazzanti *et al.*, 1994). Sin embargo, en gramíneas anuales la información referida a esta temática es escasa.

Los cultivos anuales tienen alto costo de implantación y un corto período de utilización; por ello se hace necesario diseñar sistemas de alta eficiencia para la utilización del forraje. En la región centro-sur de la provincia de Córdoba, Argentina, la falta de forraje durante el período invernal es una de las principales limitantes de la mayoría de los sistemas ganaderos. Por lo tanto, la inclusión de una proporción de cultivos anuales de invierno da estabilidad a los mismos, lo cual es difícil de lograr con pasturas perennes, ya que tienen escasa producción durante este período.

En la zona se siembran habitualmente avena (*Avena sativa* L.) y centeno (*Secale cereale* L.) obtenidos en otros ambientes. En las primeras, los problemas sanitarios y la baja tolerancia al frío son limitantes, mientras que los segundos tienen como principal problema el encañado temprano y la rápida pérdida de valor nutritivo. Los triticales (*xTriticosecale*) tienen cualidades superiores en estos aspectos (Ferreira y Szpiniak, 1994). Las características del triticale lo convierten en una alternativa para complementar o reemplazar a los cereales forrajeros más tradicionales en la región pampeana subhúmeda seca. Por ello resultan de alta utilidad los trabajos experimentales tendientes a aumentar la información sobre el comportamiento y empleo de esta especie, cuya publicación es esencial en el proceso de difusión de la tecnología.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto producido por el momento del pastoreo y la carga animal en los componentes del rendimiento y de la dinámica de hojas y macollos durante el rebrote de triticale.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo durante la temporada 1997 en el Campo Experimental Pozo del Carril de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto. El campo experimental se encuentra ubicado entre los 32°58' lat. Sur y 64°40' long. Oeste, en una zona fuertemente ondulada. El clima predominante es templado con régimen de precipitación monzónica y período invernal seco. Los datos climáticos del año en que se realizó la experiencia se presentan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Precipitaciones y temperaturas medias mensuales durante 1997. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.**  
**Table 1. Monthly rainfall and mean monthly temperatures during 1997. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.**

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Precipit.	119	94	86	40	34	24	7	19	58	70	136	206	893
Temp. media	23,2	21,1	19,8	18,1	14,6	9,2	11,2	11,4	13,6	15,0	18,2	20,5	16,3
	Verano 299 mm			Otoño 98 mm			Invierno 84 mm			Primavera 412 mm			
	33,5 %			10,9 %			9,4 %			46,2 %			

Precipitación (mm), temperatura media mensual (°C).

Fuente: Meteorología Agrícola, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

### Condiciones generales del experimento

Se utilizó un cultivo de triticale (*xTriticosecale* Wittmack) cv. 'Quiñé-UNRC' sembrado en la primera quincena de marzo de 1997, con una dosis de semilla de 65 kg ha<sup>-1</sup>. Al momento del pastoreo la densidad fue de 100 plantas m<sup>-2</sup>. La superficie total se dividió en dos bloques, estableciéndose en cada uno de ellos las unidades experimentales, las cuales fueron subparcelas de 0,214; 0,143 y 0,086 ha para las diferentes cargas animales empleadas. Cada unidad experimental fue pastoreada durante siete días, y en los 42 días subsiguientes se midieron los componentes del rendimiento de los rebrotes en los que el manejo del pastoreo creó diferencias en la masa de forraje. Los bovinos empleados fueron 18 novillos del tipo Aberdeen Angus del mismo origen, de 160 ± 14,5 kg de PV, formándose seis grupos de tres animales, distribuidos al azar en cada tratamiento.

### Tratamientos

Los tratamientos consistieron en pastoreos en distintos estados fenológicos: 1) en estado vegetativo (indiferenciado); y 2) en estado reproductivo, cuando los meristemas apicales alcanzaron una altura promedio de 6 cm, pudiendo ser removidos por los animales, con tres cargas animal: baja ( $C_1 = 2$  animales ha<sup>-1</sup>), media ( $C_2 = 3$  animales ha<sup>-1</sup>) y alta ( $C_3 = 5$  animales ha<sup>-1</sup>).

El primer pastoreo en estado vegetativo se realizó del 3 al 10 de julio ( $P_1$ ), el segundo del 21 al 28 de agosto ( $P_2$ ) y el tercero del 9 al 16 de octubre ( $P_3$ ). Los pastoreos en estado reproductivo se realizaron del 31 de julio al 7 de agosto ( $P_1$ ), del 18 al 25 de septiembre ( $P_2$ ) y del 6 al 13 de noviembre ( $P_3$ ).

Los períodos de rebrote para el cultivo utilizado en estado vegetativo fueron desde el 10 de julio al 21 de agosto ( $R_1$ ) y del 28 de agosto al 9 de octubre ( $R_2$ ). Los rebrotes del cultivo utilizado en estado reproductivo se extendieron del 7 de agosto al 18 de septiembre ( $R_1$ ), y del 25 de septiembre al 6 de noviembre ( $R_2$ ).

### Mediciones

El seguimiento del estado y altura de los meristemas apicales se realizó semanalmente en 30 macollos (mac.) tomados al azar, los cuales se

disectaron y observaron bajo una lupa. Sobre el remanente de los pastoreos en los dos estados fenológicos y para cada carga animal empleada, se tomaron 3 muestras de 0,25 m<sup>2</sup>, en las que se determinó: número de plantas por m<sup>2</sup> y número de macollos por planta. A partir de ello se estimó la densidad de macollos (N° mac. m<sup>-2</sup>). La misma muestra se utilizó para la determinación de biomasa e índice de área foliar (IAF) mediante un medidor LI-COR Modelo LI-3000 (LI-COR, Inc., Lincoln, Nebraska, USA). Sobre el cultivo se midió la altura de las plantas en centímetros.

Para recabar información de la dinámica de hojas y macollos durante los rebrotes (42 días) en cada parcela, a lo largo de transectas de 10 m, se marcaron macollos con cable de teléfono y agruparon en series de 20, espaciados regularmente. Se efectuaron seis transectas en las parcelas de mayor superficie (menor carga animal) y cuatro transectas en cada una de las otras cargas.

El crecimiento y la senescencia del tejido foliar se midió sobre los macollos marcados. Semanalmente se obtuvo la longitud de lámina verde de las hojas, midiendo la distancia entre la lígula y el extremo distal, y el largo de tejido necrosado (Mazzanti y Lemaire, 1994). Con estos datos se calculó la tasa de elongación de hojas (TEH) y la tasa de senescencia de hojas (TSH) en mm mac.<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. Además, se determinó el peso por unidad de largo de hoja de macollos extraídos al principio y al final de cada período de evaluación, tomándose un valor promedio de hojas de distintas edades. Combinando los valores anteriores y la densidad de macollos, se estimó la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) y tasa de senescencia del cultivo (TSC) en kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. Además, en cada macollo se registró semanalmente su altura, el estado de cada hoja (defoliada o no) y la aparición de hojas.

El número de hojas surgidas durante el período de rebrote dividido por la cantidad de macollos vivos marcados, en los 42 días de intervalo de tiempo, da una estimación de las hojas aparecidas por día (TAH). Los datos se transformaron a días transcurridos para la aparición de una hoja. Estos registros permitieron determinar el número máximo de hojas por macollo (NMH) para cada

estado fenológico. Con ese valor y la TAH se calculó la vida media foliar (VMF) como  $NMH \times TAH$  (Chapman y Lemaire, 1993).

### Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental fue bloques completos al azar dispuestos en arreglo factorial con dos vías de clasificación y dos repeticiones. Los factores fueron: carga animal, con tres niveles (2, 3 y 5 animales  $ha^{-1}$ ) y momento de utilización, con dos niveles (en estado vegetativo y en estado reproductivo). Se empleó un modelo lineal aditivo de efectos fijos (Steel y Torrie, 1997).

Para los flujos de material medidos sobre los macollos marcados, cada transecta (con un valor promedio de 20 macollos) se tomó como muestreo en cada repetición, realizando el análisis con un número desigual de muestras.

En aquellos casos donde los valores de F indicaron diferencias estadísticamente significativas, los promedios se compararon a través de la prueba de

rangos múltiples de Duncan. Cuando la interacción carga animal x momento de utilización resultó significativa, se aplicó la prueba de intervalos múltiples de Duncan, analizándose para cada nivel del factor momento de utilización las medias debidas a la carga animal empleada (Montgomery, 1991). En todos los casos se empleó el paquete estadístico SAS Versión 6.0 (SAS Institute, 1990).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones climáticas del año en que se realizó la experiencia fueron normales para la zona. Al momento de la siembra del cultivo había buena disponibilidad hídrica y las heladas se extendieron desde mayo hasta agosto.

Los tratamientos de pastoreo efectuados modificaron la estructura del residuo. Las variables de estado del cultivo, biomasa, IAF y altura de las plantas, fueron significativamente diferentes entre las cargas animales baja y alta (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Biomasa, índice de área foliar, número de macollos y altura de plantas luego del primer pastoreo de triticale. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.**

**Table 2. Biomass, leaf area index, number of tillers and height of plants in the stubble after the first grazing in triticale. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.**

		Biomasa (kg MS $ha^{-1}$ )	Índice de área foliar	Nº macollos (mac. $m^{-2}$ )	Altura (cm planta $^{-1}$ )
Carga animal <sup>1</sup>	C <sub>1</sub>	601,0 a	0,75 a	595 ns	15,70 a
	C <sub>2</sub>	481,0 ab	0,40 ab	601 ns	13,15 ab
	C <sub>3</sub>	254,5 b	0,19 b	581 ns	7,59 b
Estado fenológico	Vegetativo	526,6 ns	0,49 ns	580 ns	14,24 ns
	Reproductivo	364,5 ns	0,40 ns	605 ns	11,07 ns
CV, %		33,1	25,2	8,36	16,2
Probabilidad					
Carga animal		0,0393	0,0045	0,7727	0,0317
Estado fenológico		0,0953	0,2660	0,3098	0,1192
Interacción Carga x Estado		0,5183	0,9920	0,8212	0,8207

<sup>1</sup> C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> y C<sub>3</sub> carga baja, media y alta; 2, 3 y 4 animales  $ha^{-1}$ , respectivamente. Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente ( $p \leq 0,05$ ). ns: diferencias no significativas.

### Tasa de aparición de hojas

La tasa de aparición de hojas (TAH) fue afectada por el manejo del pastoreo efectuado. En plantas sin defoliar en estado vegetativo apareció una hoja cada 16,6 días. En cambio, independientemente de la carga animal, la TAH promedio en plantas pastoreadas en estado vegetativo fue de 17,4 días por hoja, mientras que con pastoreo en estado reproductivo la aparición de hojas demoró 25 días promedio (Cuadro 3). Además, hubo interacción carga animal x estado fenológico ( $p \leq 0,001$ ).

**Cuadro 3. Tasa de aparición de hojas (TAH) (días hoja<sup>-1</sup>) de un cultivo de triticale según estado de desarrollo y carga animal al momento del pastoreo. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.**

**Table 3. Leaf appearance rate (TAH) (days leaf<sup>-1</sup>) of a triticale crop according to development stage and stocking rates at time of grazing. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.**

Carga animal <sup>1</sup>	Momento de utilización	
	Estado vegetativo	Estado reproductivo
C <sub>1</sub>	17,3 ab	25,8 b
C <sub>2</sub>	15,5 a	28,0 b
C <sub>3</sub>	19,5 b	21,0 a
CV, %	14,3	
Probabilidad		
Carga animal	0,1446	
Estado fenológico	0,0001	
Interacción Carga x Estado	0,0013	

<sup>1</sup> C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> y C<sub>3</sub>: carga baja, media y alta; 2, 3 y 4 animales ha<sup>-1</sup>, respectivamente.  
Medias en la misma columna seguidas de letras distintas difieren estadísticamente ( $p \leq 0,001$ ).

En forma comparativa, Anslow (1966) trabajando con trigo (*Triticum aestivum* L.) encontró, luego de una severa defoliación de todas las láminas de las hojas totalmente expandidas, valores de TAH inferiores (11,4 días) y, además, con escasa diferencia frente al control sin defoliación (12 días).

Al examinar los efectos de la carga animal para cada nivel de momento de utilización se encontró que las distintas presiones de pastoreo generaron diferencias en el tiempo de aparición de las hojas.

Las menores tasas de aparición de hojas ocurrieron en la carga animal intermedia (C<sub>2</sub>) en estado vegetativo y en la carga más alta (C<sub>3</sub>) en estado reproductivo (Cuadro 3).

En los tratamientos con carga animal baja, las vainas de las hojas permanecieron intactas y las TAH fueron semejantes a los macollos sin defoliar en estado vegetativo, y de aparición más lenta en el estado reproductivo. En estado reproductivo y con alta presión de pastoreo, se removió la parte superior de las vainas, las nuevas hojas fueron más cortas y aparecieron a igual tasa que en plantas no defoliadas. El largo del tubo de la vaina, que protege a la hoja en elongación, pudo influenciar la TEH, y consecuentemente su tasa de aparición, tal como ocurre en gramíneas perennes, de acuerdo a lo señalado por Davies (1974).

### Tasa de elongación de hojas

El crecimiento de las hojas fue afectado en forma altamente significativa por la carga animal. El incremento en la intensidad de pastoreo, de baja a media, no produjo cambios en la TEH, pero la intensidad de pastoreo mayor produjo una reducción en la tasa de crecimiento de la hoja (Cuadro 4). Davies (1974) informó que bajo una defoliación poco intensa la TEH no fue afectada, pero disminuyó entre 15 y 20% cuando se defoliaron todas las hojas.

El efecto del momento de utilización sólo fue significativo en el segundo rebrote. El pastoreo en estado reproductivo disminuyó la TEH en aproximadamente 28%. Esto podría explicar por qué, con utilizaciones tardías, los rebrotes de cereales forrajeros invernales acumulan menos biomasa y se prolonga el período entre pastoreos.

Las diferencias encontradas en la TEH en el segundo rebrote, debidas al momento de utilización, pueden estar relacionadas con los casi 30 días transcurridos entre los dos momentos de pastoreo; si bien las plantas utilizadas en el primer momento ya se encontraban en estado reproductivo, éste estaba menos avanzado que en las plantas utilizadas en el segundo momento.

**Cuadro 4. Tasa de elongación de hojas (TEH) en un cultivo de triticale durante los rebrotes, según el estado de desarrollo al momento del pastoreo y la carga animal. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.**

**Table 4. Leaf elongation rate (TEH) in a triticale crop during the re-growth according to development stage at time of grazing and stocking rates. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.**

		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub> <sup>2</sup>
		(mm mac <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	
Carga animal <sup>1</sup>	C <sub>1</sub>	7,23 a	5,00 a
	C <sub>2</sub>	6,89 a	4,96 a
	C <sub>3</sub>	5,27 b	2,90 b
Estado fenológico	Vegetativo	6,88 ns	5,12 a
	Reproductivo	6,26 ns	3,66 b
CV, %		8,93	27,3
Probabilidad			
Carga animal		0,0168	0,0185
Estado fenológico		0,2009	0,0207
Interacción Carga x Estado		0,5468	0,7905

Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>1</sup> C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> y C<sub>3</sub> carga baja, media y alta, 2, 3 y 4 animales ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

<sup>2</sup> R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>: primer y segundo rebrote.  
ns: diferencias no significativas.

Lemaire (2001) planteó que después de una defoliación en cultivos con alto IAF, aunque el tejido remanente quede completamente expuesto a la luz, el efecto detrimental del sombreo previo no permite una rápida respuesta de los mecanismos fotosintéticos, por lo que la fijación de carbono es baja e insuficiente para cubrir las demandas de mantenimiento y crecimiento.

### Vida media foliar

La vida media foliar (VMF), que cuantifica el tiempo transcurrido entre la aparición de una hoja y la pérdida completa de su color verde (Vine, 1983), fue menor en plantas pastoreadas en estado vegetativo (Cuadro 5) y ocurrió interacción carga animal x estado fenológico ( $p \leq 0,05$ ). Al examinar los efectos de la carga animal para cada nivel de momento de utilización, se halló que en estado

vegetativo no hubo diferencias en la VMF; en estado reproductivo, se encontró en la carga animal más alta (C<sub>3</sub>) el menor tiempo entre la aparición y muerte de una hoja.

**Cuadro 5. Vida media foliar (días) de un cultivo de triticale según el estado de desarrollo al momento del pastoreo y la carga animal. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.**

**Table 5. Average leaf lifespan (days) of triticale according to development stage at time of grazing and stocking rates. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.**

Carga animal <sup>1</sup>	Momento de utilización	
	Estado vegetativo	Estado reproductivo
C <sub>1</sub>	51,9 a	129,1 a
C <sub>2</sub>	46,6 a	140,0 a
C <sub>3</sub>	58,6 a	105,0 b
CV, %	16,7	
Probabilidad		
Carga animal	0,0524	
Estado fenológico	0,0001	
Interacción Carga x Estado	0,0033	

Medias en la misma columna seguidas de letras distintas difieren estadísticamente ( $p \leq 0,001$ ).

<sup>1</sup> C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> y C<sub>3</sub> carga baja, media y alta, respectivamente.

En las gramíneas, el número de hojas por macollo puede permanecer relativamente estable por un largo período; por lo tanto, la TAH permite determinar el tiempo necesario para la renovación del tejido foliar. El grado de control de este proceso es función del recambio (VMF) y del tiempo transcurrido entre defoliaciones sucesivas sobre un macollo (Mazzanti y Lemaire, 1994).

Por ello, para diseñar sistemas eficientes de utilización de pasturas bajo pastoreo intermitente, con cargas animales y períodos de pastoreo suficientes para remover la máxima proporción de forraje acumulado, se debe ajustar el período de descanso a la duración de la vida de la hoja, buscando minimizar las pérdidas por senescencia (Lemaire y Chapman, 1996).

La VMF se halla sujeta al manejo del pastoreo a través de sus efectos sobre la TAH. La VMF

estimada con los registros del número máximo de hojas (NMH) y TAH siguió la tendencia de la TAH, y la frecuencia de defoliación impuesta fue menor que la VMF en todos los casos. Los pastoreos rotativos en triticale con 42 días de descanso no producirían grandes pérdidas por senescencia, dependiendo de la carga animal utilizada. La mayor presión de pastoreo (carga animal alta) podría utilizarse con una frecuencia menor que la empleada aquí, ya que la VMF excede ampliamente el período de descanso, permitiendo así que el cultivo acumule más biomasa.

**Densidad de macollos**

Después del primer pastoreo (R<sub>1</sub>), el efecto de la carga animal empleada sobre la densidad de macollos fue altamente significativo (Cuadro 6). En el segundo rebrote fue significativa la interacción carga animal x momento de utilización (Cuadro 7).

**Cuadro 6. Densidad de macollos (mac. m<sup>-2</sup>) de un cultivo de triticale antes de la segunda utilización. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.**

**Table 6. Tiller density (tillers m<sup>-2</sup>) in a triticale crop before the second grazing. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.**

		R <sub>1</sub> <sup>2</sup>
Carga animal <sup>1</sup>	C <sub>1</sub>	636,0 a
	C <sub>2</sub>	639,5 a
	C <sub>3</sub>	522,5 b
Estado fenológico	Vegetativo	615,6 ns
	Reproductivo	583,0 ns
CV, %		10,54
Probabilidad		
Carga animal		0,0053
Estado fenológico		0,1329
Interacción Carga x Estado		0,1036

Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente (p ≤ 0,05).

<sup>1</sup>C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> y C<sub>3</sub> carga baja, media y alta.

<sup>2</sup> R<sub>1</sub> primer rebrote.

ns: diferencias no significativas.

**Cuadro 7. Densidad de macollos (mac. m<sup>-2</sup>) de un cultivo de triticale antes de la tercera utilización. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.**

**Table 7. Tiller density (tillers m<sup>-2</sup>) in a triticale crop before the third grazing. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.**

Carga animal <sup>1</sup>	Momento de utilización	
	Estado vegetativo	Estado reproductivo
C <sub>1</sub>	668 a	780 a
C <sub>2</sub>	679 a	672 a
C <sub>3</sub>	563 a	438 b
CV, %	4,62	
Probabilidad		
Carga animal	0,0005	
Estado fenológico	0,7424	
Interacción Carga x Estado	0,0109	

Medias en la misma columna seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente (p ≤ 0,001).

C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> y C<sub>3</sub> carga baja, media y alta, respectivamente

En el cultivo en estado reproductivo, la carga animal empleada provocó distinto grado de remoción de ápices en el primer pastoreo. Los porcentajes de ápices removidos fueron 5% en C<sub>1</sub>, 12,5% en C<sub>2</sub> y 62% en C<sub>3</sub>.

Antes del tercer pastoreo no hubo diferencias estadísticamente significativas, aunque la densidad de macollos en las plantas que fueron utilizadas en el primer momento fue mayor en la carga animal intermedia. En estado reproductivo, el número de macollos disminuyó a medida que aumentó el número de animales, siendo significativamente menor para la carga animal más alta (Cuadro 7). En la carga animal mayor (5 animales ha<sup>-1</sup>) se encontraron las menores densidades de macollos, aunque esta severidad de defoliación en el estado reproductivo provocó la mayor remoción de ápices de crecimiento. Sin embargo, la mayor densidad de macollos se encontró en la defoliación menos intensa, donde sólo 5% de los macollos fueron decapitados.

Robson *et al.* (1988) indicaron que después de una defoliación, la respuesta clásica sería que los fotoasimilados producidos en la superficie foliar

remanente se asignen preferentemente a los meristemas de hoja a expensas de las yemas axilares y meristemas de raíces, dependiendo de la severidad de la defoliación. Si la defoliación es extrema, entonces la exportación de fotoasimilados a macollos y raíces cesa casi completamente.

El mayor porcentaje de láminas consumidas se encontró en la carga animal más alta, 76,6 y 94,6% para los estados vegetativo y reproductivo, respectivamente, y fueron significativamente más altos que los correspondientes a las cargas más bajas en los dos momentos de utilización. Ésta podría ser la causa del bajo número de macollos. El tratamiento con máxima carga y utilización en estado reproductivo fue el único donde los macollos presentaron una disminución a través del tiempo, con una alta proporción de macollos muertos.

### Tasa de crecimiento del cultivo

Los componentes utilizados para calcular la TCC fueron la TEH, el peso por unidad de largo de la hoja y la densidad de macollos. El peso por unidad de largo de hoja no fue afectado por los tratamientos aplicados. El peso promedio utilizado en los cálculos de la TCC del primer rebrote fue 5,2 mg cm<sup>-1</sup> y en el segundo rebrote de 5,0 mg cm<sup>-1</sup>. Las diferencias en el número de macollos para cada tratamiento pueden observarse en los Cuadros 2, 6 y 7.

Las diferencias en el crecimiento del forraje en ambos rebrotes fueron altamente significativas por efecto de la carga animal empleada, comprobándose menor crecimiento cuando la presión de pastoreo fue mayor. El efecto del estado fenológico en el momento de utilización sobre la TCC en los rebrotes también fue significativo, encontrándose que el crecimiento fue mayor cuando se pastoreó más tempranamente (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Tasa de crecimiento de un cultivo de triticale durante los rebrotes según el estado fenológico en el momento del pastoreo y la carga animal. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.**

**Table 8. Growth rate of a triticale crop during the re-growth period according to phenological stages at the time of grazing and stocking rates. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.**

		Tasa de crecimiento del cultivo			
		mg mac. <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>		kg ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	
		R <sub>1</sub> <sup>2</sup>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
Carga animal <sup>1</sup>	C <sub>1</sub>	3,76 a	2,48 a	23,0 a	16,7 a
	C <sub>2</sub>	3,58 a	2,46 a	21,9 a	16,2 a
	C <sub>3</sub>	2,72 b	1,48 b	15,1 b	7,4 b
Estado fenológico	Vegetativo	3,56 ns	2,54 a	22,2 a	15,9 a
	Reproductivo	3,24 ns	1,82 b	18,6 b	12,0 b
CV, %		8,96	27,3	6,41	29,0
Probabilidad					
Carga animal		0,0143	0,0185	0,0017	0,0058
Estado fenológico		0,1796	0,0206	0,0102	0,0384
Interacción Carga x Estado		0,5704	0,7879	0,6212	0,8183

Medias seguidas con la misma letra no difieren estadísticamente ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>1</sup> C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> y C<sub>3</sub>: carga baja, media y alta.

<sup>2</sup> R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> primer y segundo rebrote.

ns: diferencias no significativas.



### Tejido senescente

La tasa de senescencia de hojas (TSH) fue más alta en estado vegetativo (Cuadro 9), lo cual se corresponde con la mayor biomasa remanente, 527 kg MS ha<sup>-1</sup> cuando se pastoreó en estado

vegetativo y 365 kg MS ha<sup>-1</sup> en estado reproductivo. La TSH en el rebrote del cultivo pastoreado en estado menos avanzado de desarrollo fue superior en 50 y 75% en el primer y segundo rebrote, respectivamente.

### Cuadro 9. Tasa de senescencia de hojas (TSH) durante los rebrotes de un cultivo de triticale según el estado fenológico en el momento del pastoreo y la carga animal. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

Table 9. Leaf senescence rate (TSH) during re-growth period of triticale according to phenological stage at time of grazing and stocking rates. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

		Tasa de senescencia de hojas			
		mm mac. <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>		kg ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	
		R <sub>1</sub> <sup>2</sup>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
Carga animal <sup>1</sup>	C <sub>1</sub>	1,87 ns	0,66 ns	5,86 ns	1,06 ns
	C <sub>2</sub>	1,41 ns	0,65 ns	4,44 ns	1,03 ns
	C <sub>3</sub>	0,74 ns	0,15 ns	2,12 ns	0,19 ns
Estado fenológico	Vegetativo	1,89 a	0,83 a	5,44 a	1,27 a
	Reproductivo	0,94 b	0,20 b	2,83 b	0,33 b
CV %		33,6	60,5	33,2	63,6
Probabilidad					
Carga animal		0,0701	0,1934	0,0607	0,1681
Estado fenológico		0,0293	0,0385	0,0444	0,0461
Interacción Carga x Estado		0,9529	0,2930	0,9737	0,3310

Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>1</sup>C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> y C<sub>3</sub>: carga baja, media y alta.

<sup>2</sup>R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>: primer y segundo rebrote.

ns: diferencias no significativas.

La TSH en kg MS ha<sup>-1</sup> pudo haberse sobrestimado al considerar el promedio del peso por unidad de largo de hojas de distintas edades. Lemaire y Culleton (1989) observaron que la lámina muerta de *Festuca arundinacea* Schreb. perdió 33% de su peso en plena madurez, coincidiendo con trabajos anteriores en *Lolium perenne* L.

La tasa de crecimiento fue mayor cuando el remanente aumentó tanto en altura, IAF o biomasa, con las menores intensidades de pastoreo. También la tasa de senescencia fue más alta en los tratamientos pastoreados a menor intensidad, lo cual puede ser explicado por la mayor cantidad de láminas que no fueron comidas por los animales.

### Biomasa acumulada

La biomasa acumulada durante los rebrotes presentó diferencias estadísticamente significativas debidas a la carga animal empleada. En el segundo rebrote también hubo diferencias debidas al momento de utilización; la acumulación de biomasa fue 26% superior cuando el cultivo se utilizó en estado vegetativo (Cuadro 10). En cambio, al sumar la biomasa acumulada en los tres rebrotes, sólo la severidad del pastoreo provocó diferencias significativas.

La acumulación de biomasa fue significativamente menor en los tratamientos con mayor presión de pastoreo. Las cargas baja e intermedia no exhibieron diferencias; esto puede explicarse por la mayor pérdida por senescencia cuando el remanente es grande (Davies, 1993).

**Cuadro 10. Acumulación de biomasa (kg MS ha<sup>-1</sup>) durante los rebrotes y suma total de triticale según el estado fenológico al momento del pastoreo y la carga animal. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.****Table 10. Biomass accumulation (kg DM ha<sup>-1</sup>) during the re-growth period and sum total of triticale according to phenological stage and stocking rates. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.**

		R <sub>1</sub> <sup>2</sup>	R <sub>2</sub>	Total
Carga animal <sup>1</sup>	C <sub>1</sub>	1.436,5 a	1.206,3 a	4.275,8 a
	C <sub>2</sub>	1.349,0 a	977,5 a	4.100,5 a
	C <sub>3</sub>	838,3 b	611,0 b	2.982,3 b
Estado fenológico	Vegetativo	1.326,3 ns	1.070,6 a	3.743,9 ns
	Reproductivo	1.089,5 ns	792,5 b	3.828,0 ns
CV, %		21,0	18,3	24,3
Probabilidad				
Carga animal		0,0214	0,0092	0,0166
Estado fenológico		0,1131	0,0308	0,7510
Interacción Carga x Estado		0,5198	0,6502	0,8048

Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>1</sup> C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> y C<sub>3</sub> carga baja, media y alta.

<sup>2</sup> R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub> primer y segundo rebrote.

ns: diferencias no significativas.

## CONCLUSIONES

La defoliación en estado vegetativo o reproductivo modifica los patrones de crecimiento del triticale, afectando principalmente a la tasa de aparición de hojas y la vida media foliar. Para una utilización eficiente de triticale se deberían regular los períodos de descanso entre pastoreo para cada carga animal empleada, tratando de maximizar el

potencial de crecimiento, evitando pérdidas de tejido vegetal por senescencia.

## AGRADECIMIENTOS

A la Prof. Ileana Martínez por su crítica y ayuda. A la Secretaría de Ciencia Técnica de la Universidad Nacional de Río Cuarto por la ayuda económica.

## LITERATURA CITADA

- Anslow, R.C. 1966. The rate of appearance of leaves on tillers of the Gramineae. *Herb. Abstr.* 36:149-155.
- Chapman, D.F., and G. Lemaire. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *N.Z. J. Agric. Res.* 26:159-168.
- Davies, A. 1974. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. *J. Agric. Sci. (Cambridge)* 82:165-172.
- Davies, A. 1993. Tissue turnover in the sward. p. 183-216. *In* A. Davies, R.D. Baker, S.A. Grant, and A.S. Laidlaw (eds.). *Sward Measurement Handbook*. 2<sup>nd</sup> ed. British Grassland Society, Reading, United Kingdom.
- Ferreira, V., y B. Szpiniak. 1994. Mejoramiento de triticale y tricepuro para forraje en la U.N. de Río Cuarto. p. 110-120. *In* Semillas Forrajeras: Producción y Mejoramiento. Orien. Gráf. Ed., Buenos Aires, Argentina.
- Grant, S.A., G.T. Barthram, and L. Torvell. 1981. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium perenne* swards. *Grass Forage Sci.* 36:155-168.
- Hume, D.E. 1991. Leaf and tiller production of prairie grass (*Bromus willdenowii* Kunth) and two ryegrass (*Lolium*) species. *Ann. Bot. (London)* 67:111-121.

- Lemaire, G. 2001. Ecophysiology of grasslands: Dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards. p. 29-37. Proc. XIX Int. Grassland Congress. 11-21 February 2001. Brazilian Society of Animal Husbandry, Sociedade Brasileira de Zootecnia, São Pedro, São Paulo, Brazil.
- Lemaire, G., and D. Chapman. 1996. Tissue flows in grazed plant communities. p. 3-36. *In* J. Hodgson, and A.W. Illius (eds.) *The Ecology and Management of Grazing Systems*. CAB International, Wallingford, United Kingdom.
- Lemaire, G., and N. Culleton. 1989. Effects of nitrogen applied after the last cut in Autumn on a tall fescue sward. II. Uptake and recycling of nitrogen in the sward during Winter. *Agronomie (Paris)* 9:241-249.
- Mazzanti, A., G. Lemaire, and F. Gastal. 1994. The effect of nitrogen fertilization upon the herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. *Grass Forage Sci.* 49:111-120.
- Mazzanti, A., and G. Lemaire. 1994. Effect of nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue swards continuously grazed by sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilization. *Grass Forage Sci.* 49:352-359.
- Montgomery, D.C. 1991. *Diseño y análisis de experimentos*. 589 p. Grupo Editorial Iberoamérica S.A., México.
- Robson, M.J., G.J.A. Ryle, and J. Woledge. 1988. The grass plant – its form and functions. p. 25-83. *In* M.B. Jones, and A. Lazemby (eds.) *The grass crop: the physiological basis of production*. Chapman and Hall, London, England.
- Skinner, R.H. 1990. The interrelationship between tiller production and the rate of leaf appearance and elongation in tall fescue. *In* Abstract of Thesis. University of Missouri, USA. Dissertation Abstracts International. B. Sciences and Engineering 51(8) 3640 B. 148 p.
- SAS Institute. 1990. *SAS/STAT. User's Guide: Statistics, Version 6, Fourth ed.* Statistical Analysis System Institute, Cary, North Carolina, USA.
- Steel, R.G.D., and J.H. Torrie. 1997. *Bioestadística: principios y procedimientos*. 622 p. 2da. ed. McGraw-Hill/Interamericana, México.
- Vine, D.A. 1983. Sward structure changes within a perennial ryegrass sward: leaf appearance and death. *Grass Forage Sci.* 38:231-242.
- Wilman, D., and G.H. Acuña. 1993. Effects of cutting height on the growth of leaves and stolons in perennial ryegrass – white clover swards. *J. Agri. Sci. (Cambridge)* 121:39-46.