

# Rendimiento y valor nutritivo del ballico perenne (*Lolium perenne* L.) en respuesta a la frecuencia de corte

## Yield and nutritive value of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) in response to cut frequency

Ma. Eugenia Velasco-Zebadúa<sup>a</sup>, Alfonso Hernández-Garay<sup>b</sup>, Víctor A. González-Hernández<sup>c</sup>

### RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la frecuencia de corte que proporcione mayor rendimiento y valor nutritivo en una pradera de ballico perenne (*Lolium perenne* L.). Los tratamientos fueron tres frecuencias de cortes (2, 4 y 6 semanas) que se distribuyeron en parcelas de 4 x 4 m, con un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones. Se evaluaron: rendimiento de forraje, tasa de crecimiento diario, altura de planta, composición botánica y valor nutritivo, las que fueron expresadas en valores estacionales y anuales. Los resultados mostraron que la mayor acumulación de forraje (6,000 kg MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) se obtiene al cosechar entre 4 y 6 semanas ( $P < 0.05$ ). Independientemente de la frecuencia de corte, durante la primavera y el verano se registró el 72 % del rendimiento anual de forraje. La mayor y menor tasa de crecimiento diario se observó en julio (35 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) y enero (5 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) ( $P < 0.05$ ). La digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica disminuyó a medida que aumentó el intervalo entre cortes ( $P < 0.05$ ) y fue mayor en invierno. La proteína cruda fue en promedio de 20.3 % y disminuyó cuando aumentó el intervalo de cortes de 2 a 4 semanas ( $P < 0.05$ ). Estos resultados sugieren que para obtener los más altos rendimientos de materia orgánica digestible y proteína, en las condiciones planteadas en este experimento, los cortes deben realizarse cada 4 semanas.

**PALABRAS CLAVE:** *Lolium perenne* L., Frecuencia de corte, Producción de materia seca, Tasa de crecimiento, Valor nutritivo.

### ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effects of three cutting frequency of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) in order to obtain the highest seasonal and annual herbage production and nutritive value. Three cutting frequencies (2, 4 and 6 weeks) were evaluated, and allocated in 4 x 4 m plots, in a completely randomized block design, with four replicates. Variables studied were dry matter production (DMP), growth rate, plant height, botanical composition and nutritive value, which were expressed on a seasonal and annual basis. The higher DMP (6,000 kg DM ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>) was obtained at 4 and 6 wk cutting frequencies. About 72 % of annual DMP was produced in spring and summer. Growth rate was greatest (35 kg DM ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>) and lowest (5 kg DM ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>) in July and January, respectively ( $P < 0.05$ ). *In vitro* organic matter digestibility was higher in winter, and decreased as the cutting interval increased ( $P < 0.05$ ). Crude protein averaged 20.3 %, and showed a tendency to decrease as the cutting interval increased from 2 to 4 wk ( $P < 0.05$ ). Data suggest that to obtain the highest digestible organic matter and crude protein yields, under the same conditions stated in this study, the cutting frequency should be 4 wk.

**KEY WORDS:** *Lolium perenne* L., Cutting frequency, Dry matter production, Growth rate, Nutritive value.

Las estrategias de manejo de praderas en cuanto a intensidad, frecuencia y oportunidad de uso, ya sea por corte o pastoreo, tienen influencia directa sobre la composición botánica, rendimiento y

Pasture management strategies referred to defoliation intensity, frequency and opportunity, either by cutting or grazing impact the botanical composition, yield and quality of forage species<sup>(1)</sup>.

Recibido el 5 de mayo de 2004 y aceptado para su publicación el 24 de noviembre de 2004.

<sup>a</sup> Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia 5ª. Poniente Norte No. 885 Col. Centro, C.P. 29000. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Tel.: 01(961)612-07-15. Fax: 01(961)615-08-26. mvelascoz@yahoo.com.mx. Correspondencia al primer autor.

<sup>b</sup> Colegio de Postgraduados. Programa de Ganadería, IREGEP

<sup>c</sup> Colegio de Postgraduados. Programa de Genética, IREGEP

calidad de las especies forrajeras<sup>(1)</sup>. El efecto del corte depende de la cantidad y tipo de tejido removido, del estado fenológico en que se encuentra la planta y de las condiciones meteorológicas prevalecientes al momento de realizarse<sup>(2)</sup>. El principal efecto del corte es la reducción de la tasa fotosintética del dosel, por la disminución en el índice de área foliar<sup>(3)</sup>. La recuperación de la pradera depende entre otros factores del tejido foliar residual, las reservas de carbohidratos y la habilidad para movilizarlos, o de una combinación de éstos<sup>(4,5)</sup>. En ballico perenne (*Lolium perenne* L.), las reservas de carbono y nitrógeno en las raíces y tallos contribuyen a la formación de nuevas hojas<sup>(6)</sup>; sin embargo sólo son suficientes para dos días de rebrote. Por ello, el crecimiento depende en mayor grado del área fotosintéticamente activa, la cual incrementa progresivamente conforme se forman y crecen los nuevos tallos y hojas<sup>(7)</sup>.

Los efectos de la intensidad y frecuencia de corte en la tasa de crecimiento del forraje y su acumulación, dependen de la duración del rebrote. Con defoliaciones frecuentes, la pradera no alcanza el índice de área foliar óptimo y en consecuencia las plantas reciben un alto cociente de luz roja/roja lejana + azul que resulta en la formación de plantas con hojas cortas y una alta densidad de tallos. Por el contrario, con intervalos más largos la competencia por luz entre plantas aumenta continuamente, y cada defoliación implica un cambio en la calidad e intensidad de la luz que intercepta, por lo que las plantas desarrollan hojas largas y una baja densidad de tallos<sup>(8,9)</sup>.

El crecimiento, desarrollo y rendimiento de las plantas, están influenciados por las condiciones climáticas en que se encuentran. El rendimiento de ballico perenne cv. Barlatra se redujo significativamente en invierno por el descenso de la temperatura y la radiación solar, en comparación con las estaciones de primavera y verano<sup>(10)</sup>. Al respecto, se ha señalado que la tasa de crecimiento es más sensible a la temperatura que las tasas de fotosíntesis y de respiración, porque influye sobre la aparición y expansión de hojas, aparición de tallos y estolones y el crecimiento de las raíces<sup>(11)</sup>. En consecuencia, conocer la distribución estacional

The effects of defoliation depend on the quality and amount of removed tissue, the phenological stage and prevailing weather conditions<sup>(2)</sup>. The main effect of defoliation is a reduction in the photosynthetic rate of the sward owing to a diminished leaf area index<sup>(3)</sup>. The recovery of a pasture hinges on, among other factors, residual foliar tissue, carbohydrate reserves and the capacity for mobilizing them or to a combination of all these<sup>(4,5)</sup>. In perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.), carbon and nitrogen reserves in roots and stems, contribute to develop new leaves<sup>(6)</sup>, however, these are good only for two days' regrowth. Owing to this, growth is dependent on to a greater degree on active photosynthetic area which increases as new stems and leaves emerge<sup>(7)</sup>.

Effects of cutting frequency and intensity on forage growth rate and herbage accumulation are dependent on regrowth length. With frequent defoliations, the sward does not reach an optimal leaf area index and therefore plants receive a large amount of remote red/red light + blue, which result in plants with short leaves and a high tiller density. On the other hand, lengthier cutting frequencies produce a continued increase of competition for light between plants and each defoliation implies a change in the quality and intensity of intercepted light, producing longer leaves and low tiller density<sup>(8,9)</sup>.

Weather influences growth, development and yield. Production of perennial ryegrass cv Balatra was significantly lower in winter, owing to low temperature and solar radiation, than in spring and summer<sup>(10)</sup>. In this respect, it has been mentioned that the growth rate is more dependent on temperature than to photosynthesis and respiration rates, because it affects leaf emergence and growth, coming out of shoots and root growth<sup>(11)</sup>. Therefore, knowledge of seasonal yield of forages under different harvesting patterns is a strategy for defining optimal defoliation management and for planning supplementary alternative feeding for year round animal production<sup>(12)</sup>.

The objective of this study was to determine the effect of three cutting frequencies on growth rate, forage yield, botanical and morphological

del rendimiento de un pasto ante diferentes regímenes de cosecha, constituye una estrategia para definir el manejo óptimo de los cortes, y planear alternativas alimenticias complementarias para mantener la producción animal en el año<sup>(12)</sup>.

El objetivo de esta investigación fue estudiar el efecto de tres frecuencias de corte en la tasa de crecimiento diario, rendimiento de forraje, composición botánica y morfológica y valor nutritivo del ballico perenne, para determinar la frecuencia de corte estacional que proporcione mayor cantidad de proteína y forraje digestible por unidad de superficie.

El estudio se realizó en una pradera de ballico perenne var. Tetraploide Americano sembrada en el Campo Experimental del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México. En esta área el suelo es franco arenoso, ligeramente alcalino (pH 7.8), con 2.4 % de materia orgánica, y se clasifica como un Typic ustipsamments<sup>(13)</sup>. El clima es templado subhúmedo, con lluvias en verano, precipitación media anual de 645 mm y temperatura media anual de 15 °C; la temperatura promedio mensual más baja (11.6 °C) ocurre en enero y la más alta (18.4 °C) en mayo<sup>(14)</sup>. La pradera contaba con dos años de establecida y en 1996 había recibido tres aplicaciones de 50 kg N ha<sup>-1</sup>.

A partir de junio de 1998 a julio de 1999, se estudiaron tres tratamientos que consistieron en las frecuencias de corte: T1 = cada 2 semanas, T2 = 4 semanas y T3 = 6 semanas, que se distribuyeron aleatoriamente en 12 parcelas experimentales de 4 x 4 m, de acuerdo a un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. No se fertilizaron, y en la época de secas se aplicaron riegos pesados cada dos semanas. Al inicio del estudio, las plantas se cortaron a una altura de 5 cm para uniformizar todas las parcelas.

El rendimiento de forraje se midió en dos cuadros de 0.25 m<sup>2</sup> colocados al azar en cada parcela, y se cortaron las plantas con tijera a 5 cm de altura. El material cosechado se lavó, se depositó en bolsas etiquetadas, y se secó en una estufa de circulación

composition and nutritive value of perennial ryegrass swards, in order to determine a seasonal cutting frequency which provides the highest amount of protein and digestible forage per area unit.

This experiment was carried out in a perennial ryegrass v. American Tetraploid sward established at the Colegio de Postgraduados Research Station, located in Montecillo, Texcoco, State of México, in a sandy loam soil, with pH 7.8, 2.4 % organic matter content and identified as a Typic ustipsamments<sup>(13)</sup>. Climate for this site is characterized as temperate subhumid, with 645 mm average annual rainfall mainly in the summer months and 15 °C average annual temperature (11.6 °C lowest average daily temperature in January and 18.4 °C highest average daily temperature in May). The pasture was two years old and in 1996 had been fertilized three times with 50 kg N ha<sup>-1</sup> each.

From June 1998 to July 1999, three different treatments were studied which consisted in the following cutting frequencies: T1= 2 weeks, T2= 4 weeks and T3= 6 weeks, which were distributed at random in twelve 4 x 4 m experimental plots in a randomized complete block design with four replications. No fertilization was applied and in the dry season, all plots were watered every two weeks. When this experiment started a uniformity cut at 5 cm height was carried out in all plots.

Forage yield was determined in two 0.25 sq m quadrats set at random in each plot and the sward was cut with scissors at a 5 cm stubble height. Harvested material was rinsed, placed in labeled bags and dried in a forced air circulation stove at 55 °C for 48 h until constant weight. Forage remaining in the plot was cut with a mower at 5 cm height for uniformity. Seasonal and annual forage yield for each plot was obtained by adding forage harvested in each cut for each season and for the whole year, respectively. Growth rate (GR) for each cutting frequency was estimated through this formula:

$$GR = HF/t$$

Where:

HF= harvested forage (DM kg ha<sup>-1</sup>); t = days between cuts

de aire forzado a 55 °C por 48 h, hasta peso constante. El forraje en el resto de la parcela, se cortó con una podadora calibrada a 5 cm de altura. La acumulación de forraje estacional y anual en cada frecuencia, se obtuvo al sumar el forraje cosechado en los cortes correspondientes a los meses de cada estación y en todos los meses del año, respectivamente. La tasa de crecimiento (TC) diario en cada frecuencia de corte, se calculó mediante la fórmula:

$$TC = FC / t$$

donde:

FC = Forraje cosechado (kg MS ha<sup>-1</sup>) y t = días transcurridos entre un corte y el siguiente.

La altura de planta se midió justo antes de cada corte, con una regla de 1 m de longitud y 1.0 mm de precisión (sward stick). Se efectuaron seis mediciones dentro de cada cuadro, en plantas elegidas al azar, con la regla colocada completamente vertical, desde la base de la planta hasta la hoja superior más joven<sup>(15)</sup>.

Para determinar la composición botánica se tomó una submuestra del forraje cosechado en cada corte y frecuencia, de aproximadamente 10 %, la cual se separó en hojas (láminas foliares), tallos (pseudotallos y tallos reproductivos), material muerto y espigas de ballico perenne, otros pastos y malezas. Se depositaron en bolsas previamente etiquetadas y se secaron en una estufa de circulación de aire forzado a 55 °C por 48 h, hasta peso constante.

A mediados de cada estación del año, del material cosechado en cada repetición, se tomó una submuestra de ballico perenne para determinar su valor nutritivo. Para ello, se molieron y tamizaron en malla 40. El contenido de proteína cruda se estimó por la técnica de Kjeldahl (nitrógeno total \* 6.25) y la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica se determinó mediante la técnica de Tilley y Terrie con una fase fermentativa de 48 h<sup>(16)</sup>.

Los datos obtenidos de cada variable en las tres frecuencias de corte, se organizaron de manera estacional o anual para su posterior análisis de

Plant height was recorded immediately before each cut, with a 1.0 m sward stick (precision 1.0 mm). Six measurements in each quadrat in plants randomly selected were taken with the sward stick placed vertically from the base of the plant to the tip of the youngest higher leaf<sup>(15)</sup>.

To determine botanical composition a sub-sample of approximately 10 % was taken from each cut and frequency, and sorted out into leaves, stems, ryegrass inflorescences, dead material, other grasses and weeds. These sub-samples were placed in previously labeled bags and dried in a forced air circulation stove at 55 °C for 48 h until constant weight.

At every mid-season, from material gathered at each replication a ryegrass sub-sample was taken to determine nutritive value. These were ground to pass a 40 screen. Crude protein content was determined using the Kjeldahl method (total nitrogen \* 6.25) and *in vitro* digestible organic matter using the Tilley and Terrie method with a 48 h fermentative phase<sup>(16)</sup>.

Data obtained for each variable of the three cutting frequencies were sorted into seasonal or annual groups and later were subjected to a variance analysis based in a completely randomized block design with four replications using the GLM procedure of the SAS<sup>(17)</sup>. Differences among means of cutting frequencies and seasons were compared using Tukey's test ( $P < 0.05$ ).

Monthly outdoor temperature averages (maximum, minimum and average), sunlight hours and rainfall were obtained from the Colegio de Postgraduados' meteorological station located 400 m from the experimental site (Table 1). In the experimental year, the average annual temperature was 16.4 °C and the annual rainfall was 454 mm, being the 15 year averages 15 °C and 645 mm, respectively.

Annual yield was higher in the 4 and 6 wk cutting frequencies, which produced 1,316 and 1,184 DM kg ha<sup>-1</sup> more ( $P < 0.05$ ) than the 2 wk cutting frequency (Table 2). In fact, the latter frequency showed the lower production in all seasons. Similar results were obtained for GR, which was lower for

RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO DEL BALLICO PERENNE

Cuadro 1. Promedios mensuales de temperatura, radiación global, horas de luz solar y precipitación mensual en la área de estudio

Table 1. Monthly averages for temperature, global radiation, light hours and rainfall

	Temperature °C			Rainfall (mm)	Global radiation (Ly d <sup>-1</sup> )*	Light hours (average day <sup>-1</sup> )
	High	Low	Average			
1998						
July	30.1	8.9	19.5	104.1	498.3	7.4
August	29.3	9.0	19.1	85.3	459.1	6.6
September	28.0	11.7	19.8	174.2	360.5	3.2
October	25.5	8.1	16.8	36.6	362.2	4.4
November	26.6	3.6	15.1	6.9	386.2	7.2
December	25.5	-1.9	11.8	0.0	385.3	7.8
1999						
January	26.6	-3.5	11.5	0.0	448.2	8.9
February	28.1	-1.4	13.4	1.6	479.9	8.9
March	29.5	0.8	15.2	3.0	525.7	8.7
April	32.3	3.0	17.7	8.0	598.3	9.3
May	31.8	4.5	18.2	2.7	585.3	9.3
June	30.8	8.1	19.4	32.0	501.3	8.0

\* Langley d<sup>-1</sup>= Cal m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>.

Cuadro 2. Rendimiento estacional y anual de forraje de ballico perenne, sometido a tres frecuencias de defoliación (kg de MS ha<sup>-1</sup>)

Table 2. Seasonal and annual production of perennial ryegrass swards subject to three different cutting frequencies (DM kg ha<sup>-1</sup>)

Cutting frequency (weeks)	Seasons				Annual
	Summer 98	Fall 98	Winter 98	Spring 99	
2	2203 b	711 b	511 b	1284 ab	4709 b
4	2715 a	987 a	778 a	1546 a	6025 a
6	2771 a	959 a	798 a	1364 a	5893 a
Average	2563 A	886 C	696 C	1398 B	5542

ab Different letters within a column indicate different values ( $P < 0.05$ ).

ABC Letters in averages show significant differences ( $P < 0.05$ ).

varianza, conforme a un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS<sup>(17)</sup>. Las comparaciones de medias entre frecuencias de corte y estaciones del año, se efectuaron mediante la prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ).

Los promedios mensuales de temperatura a la intemperie (máxima, media y mínima), radiación

the 2 wk cutting frequency ( $P < 0.05$ ) especially from November to February (Figure 1). Significant differences between the 4 and 6 wk cutting frequencies were found only in Spring, being the GR greater for the 4 wk cutting frequency ( $P < 0.05$ ). The greatest GR was obtained in July (35 DM kg ha<sup>-1</sup>) and the smallest in January (5 kg DM ha<sup>-1</sup>d<sup>-1</sup>) ( $P < 0.05$ ). When the cutting frequency increased, plant height decreased ( $P < 0.05$ ) in all seasons



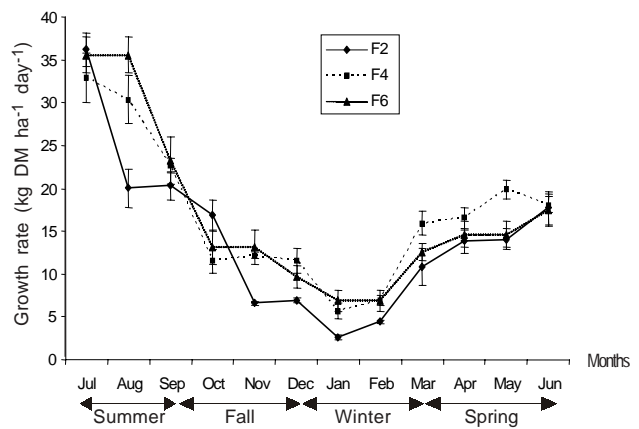
global, horas de brillo solar y precipitación mensual durante el periodo de estudio, se obtuvieron de la estación climatológica del Colegio de Postgraduados, situada a 400 m del sitio experimental (Cuadro 1). La temperatura media anual en este año fue de 16.4 °C, en tanto que la precipitación anual fue de 454 mm, en comparación a los promedios de 15 años registrados en dicha estación, que son de 15 °C y 645 mm, respectivamente.

El rendimiento anual fue más alto con las frecuencias de corte cada 4 y 6 semanas, que produjeron 1,316 y 1,184 kg ha<sup>-1</sup> más de materia seca por año ( $P < 0.05$ ), que la cosechada cada 2 semanas (Cuadro 2); de hecho, esta frecuencia presentó los rendimientos más bajos en todas las estaciones del año. Resultados similares se obtuvieron respecto a la TC diaria, ya que fue menor al cortar cada 2 semanas ( $P < 0.05$ ), sobre todo de noviembre a febrero (Figura 1). Entre las frecuencias de corte cada 4 y 6 semanas, solamente se registraron diferencias significativas en primavera, cuando al cortar cada 4 semanas la TC fue mayor ( $P < 0.05$ ). La TC diaria fue máxima (35 kg de MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) en julio y mínima (5 kg de MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) en enero ( $P < 0.05$ ).

Se observó que al aumentar la frecuencia de defoliación a cada 2 semanas, disminuyó la altura de la planta ( $P < 0.05$ ), en todas las estaciones del año (Cuadro 3). Particularmente en verano y primavera, al cortar cada 6 semanas las plantas dispusieron de mejores condiciones para su

Figura 1. Variación mensual y estacional en la tasa de crecimiento diaria del ballico perenne con defoliaciones (cada 2, 4 y 6 semanas)

Figure 1. Monthly and seasonal changes for the daily growth rate in perennial ryegrass subject to three cutting frequencies (F2, F4 y F6= every 2, 4 and 6 wk)



Vertical bars show standar errors for each average.

(Table 3). Especially during summer and spring in the 6 wk cutting frequency treatment, plants enjoyed better growing conditions and reached heights significantly different to the other treatments. The greatest height (14.4 cm) was recorded in summer and the lowest (7.3 cm) in winter ( $P < 0.05$ ).

These results suggest that when this specie is subjected to a 2 wk cutting frequency at a 5 cm

Cuadro 3. Efecto de tres frecuencias de defoliación en la altura de planta de ballico perenne, en las cuatro estaciones del año (cm)

Table 3. Effect of three cutting frequencies in seasonal perennial ryegrass plant height (cm)

Cutting frequency (weeks)	Seasons				Average
	Summer 98	Fall 98	Winter 98	Spring 99	
2	10.8 c	8.3 b	6.0 b	9.3 c	8.6 c
4	14.7 b	10.5 a	7.7 a	11.1 b	11.0 b
6	17.6 a	11.3 a	8.2 a	12.0 a	12.2 a
Average	14.4 A	10.0 C	7.3 D	10.8 B	10.6

abc Different letters within a column indicate different values ( $P < 0.05$ ).

ABC Letters in averages show significant differences ( $P < 0.05$ ).

crecimiento y alcanzaron alturas significativamente diferentes al resto de las frecuencias de corte. La mayor altura (14.4 cm) se registró en verano y la menor (7.3 cm) en invierno ( $P < 0.05$ ).

Estos resultados sugieren que al someter esta especie a una intensidad de corte de 5 cm cada 2 semanas, el intervalo entre defoliaciones fue tan corto que no permitió reponer las reservas de carbohidratos ubicadas en raíces y pseudotallos<sup>(7)</sup> usadas para el rebrote, debido a que la área foliar, que es la principal fuente para el proceso de fotosíntesis, no alcanzó su óptimo.

El rendimiento de forraje en verano y primavera representó el 46 y 25 % de la producción anual, mientras que en otoño e invierno apenas el 16 y 13 %, respectivamente. Ello se atribuye a que en verano se precipitó el 80 % del total de lluvia anual, y a que en primavera se aplicó riego y ocurrieron las mayores temperaturas y radiación global. En contraste, en invierno se registraron las menores temperaturas y heladas, y en otoño hubo la menor cantidad de radiación y horas de brillo solar. En consecuencia, las tasas promedio de crecimiento diario en verano y primavera fueron de 29 y 16 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> y las alturas al corte fueron de 14.4 y 10.8 cm, mientras que en otoño e invierno dichas tasas apenas fueron de 11 y 8 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> y las alturas al corte de 10 y 7.3 cm (Figura 1, Cuadro 3).

Al respecto, en condiciones de clima semicálido con temperatura media anual de 19.8 °C, se ha reportado<sup>(18)</sup> que ballico perenne sometido a cortes cada 28 días a 5 cm de altura produjo menor rendimiento de materia seca en otoño, pero mayor producción en primavera e invierno que en verano (1,842 kg MS ha<sup>-1</sup>); las diferencias con este estudio se atribuyen a las condiciones meteorológicas prevaletientes, y a que dichas praderas se mantuvieron con riego y fertilización nitrogenada durante todo el año.

La producción de forraje medida en el invierno, se aproxima a lo consignado por Bolaños<sup>(10)</sup> para el ballico perenne cultivar Barlatra estudiado en esta misma zona, y cuyo rendimiento fue de 500 kg

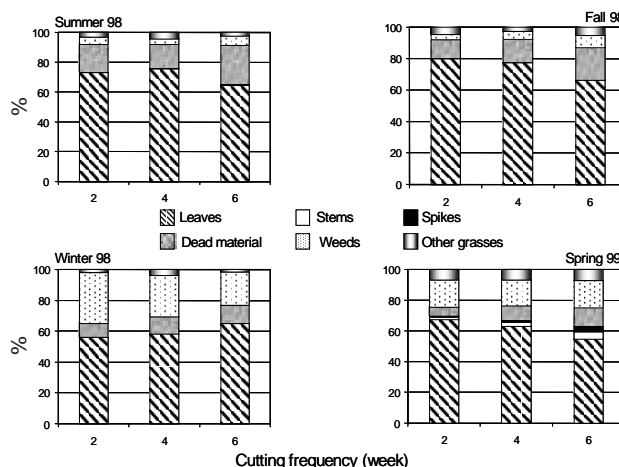
cutting height, this interval is too short to allow rebuilding of carbohydrate reserves in roots and tillers<sup>(7)</sup>, necessary for regrowth, because the foliar area, being the main source of photosynthesis does not reach its optimal size.

Forage production in summer and spring represented 46 and 25 % of the annual yield, while that of fall and winter was only 16 and 13 %, respectively (Figure 2). This could be because 80 % of the annual rainfall fell in summer and that in spring the experimental pasture was watered and the higher temperatures and solar radiation took place. On the other hand, winter showed the lowest temperatures and frosts and autumn received the lower solar radiation and sunlight (Table 1). Therefore, average growth rates for summer and spring were 29 and 16 kg DM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> and the swards were 14.4 and 10.8 cm tall, respectively; while for fall and winter the daily growth rates were 11 and 8 kg DM ha d<sup>-1</sup> and the swards were 10.0 and 7.3 cm tall, respectively.

Other studies, reported that perennial ryegrass growing in a warm climate (19.8 °C annual average

Figura 2. Cambios estacionales en la composición botánica de ballico perenne sometido a tres frecuencias de defoliación

Figura 2. Seasonal changes in botanical composition in perennial ryegrass subject to three cutting frequencies (2, 4 and 6 wk)



MS ha<sup>-1</sup>. La menor producción de forraje y tasa de crecimiento de ballico perenne en otoño y sobre todo en invierno ha sido reportada<sup>(3)</sup> y se atribuye principalmente a las bajas temperaturas imperantes en estas estaciones del año<sup>(11)</sup>.

Durante el verano y otoño el aporte a la biomasa de los componentes hojas, tallos y espigas fueron 25 y 20 % mayores ( $P < 0.05$ ) que el observado en invierno y primavera, respectivamente (Figura 2). Con excepción de invierno, la proporción de hojas tendió a disminuir al aumentar el intervalo entre cortes de cuatro a seis semanas. El aporte de material muerto (MM) disminuyó ( $P < 0.05$ ) a medida que el intervalo entre cortes se redujo de 6 a 2 semanas, en la mayoría de las estaciones del año. La materia seca de hojas en verano y otoño, fue 11 y 13 % mayor ( $P < 0.05$ ) que en invierno y primavera. Los tallos y espigas sólo fueron abundantes en primavera, cuando ocurrió el desarrollo de los órganos reproductores del pasto, particularmente al cosechar cada 6 semanas. El MM fue más abundante en verano y otoño ( $P < 0.05$ ), que en el invierno y la primavera. El aporte que realizaron otros pastos (*Poa pratensis* y *Bromus sp.*) al rendimiento total de forraje fue mayor en primavera (8.5 %) y menor en invierno (3.5 %). La presencia de malezas entre las que destacó el diente de león (*Taraxacum officinalis*), se detectó en todas las estaciones del año, pero fue mayor en invierno (28 %), cuando el ballico crece menos, seguido de la primavera. En verano y otoño, las malezas aportaron menos del 10 % a la biomasa total.

En forma similar, en una pradera mixta de ballico perenne y trébol blanco, se observó que la proporción de éstas y otras especies en la pradera varió con la estación del año y con la intensidad de la defoliación<sup>(1)</sup>. La mayor cantidad de MM asociada a los intervalos de corte de 4 y 6 semanas pudo deberse a que las plantas produjeron biomasa más rápido durante la mayor parte del año y se alargaron de 2.4 a 3.6 cm, respectivamente más que las plantas cortadas cada 2 semanas.

Independientemente de la estación del año, la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) disminuyó ( $P < 0.05$ ) linealmente

temperature), and subjected to defoliation at 28 d interval at a 5 cm, cutting height produced less DM in autumn, but more in spring and winter than in summer, maybe due to prevailing weather conditions and also that these pastures were watered and fertilized with N all year round<sup>(18)</sup>.

Winter's forage production is similar to that reported by Bolaños<sup>(10)</sup> in perennial ryegrass cv Barlatra in this geographical area, 500 DM kg ha<sup>-1</sup>. The lower forage production and growth rate in autumn and especially winter, has been mentioned<sup>(3)</sup>, and are attributed mainly to low temperatures<sup>(11)</sup>.

In summer and autumn, leaves, stems and spikes contribution to biomass were 20 and 25 % higher ( $P < 0.05$ ) than in winter and spring, respectively. Except in winter, leaf proportion tended to diminish when the cutting frequency increased from 4 to 6 wk. Dead material's contribution decreased ( $P < 0.05$ ) when cutting frequency decreased from six to two weeks, practically year round. Dry matter in leaves in summer and fall was 11 and 13 % greater than in winter and spring ( $P < 0.05$ ). Stems and spikes only were observed in spring, when the reproductive organs developed, especially in the six weeks cutting frequency. Dead material was more abundant in summer and autumn than in winter and spring ( $P < 0.05$ ). Other grasses (*Poa pratensis* and *Bromus sp.*) contribution to the total herbage production was greatest in spring (8.5 %) and smallest in winter (3.5 %). Weeds, especially *Taraxacum officinalis*, were present all year round, but greater in winter (28 %), when ryegrass grows less, followed by spring; in summer and fall, weeds' contribution to total biomass was less than 10 %.

Similarly, in a ryegrass - white clover sward, the proportion of these and other species changed throughout seasonally and in response to defoliation pressure<sup>(1)</sup>. The greater dead material amount associated to the four and six weeks cutting frequencies could be because plants in these treatments produced biomass quicker during most of the year (Figure 1) and extended 2.4 and 3.6 cm more than plants cut every 2 wk (Table 3).

*In vitro* digestible organic matter (IVDOM) fell ( $P < 0.05$ ) linearly all year round when cutting



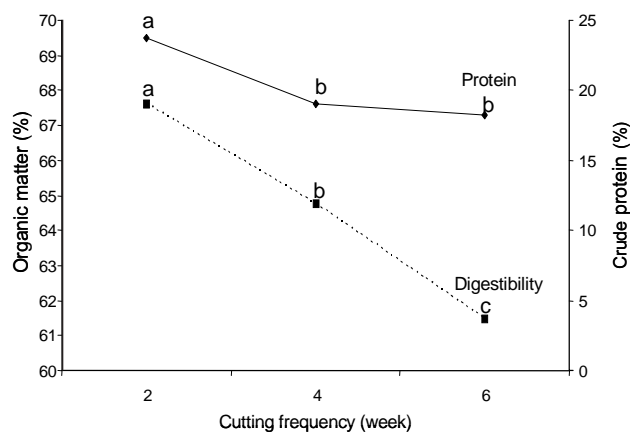
conforme aumentó el intervalo de corte (Figura 3). La DIVMO de las frecuencias de corte en cada estación presentó el siguiente orden decreciente ( $P < 0.05$ ): invierno (69 %) > verano (64 %) > otoño (62.8 %) > primavera (62.8 %). No obstante, la producción estacional de forraje digestible (FD) en verano fue el doble o mayor (1,635 kg FD ha<sup>-1</sup>), que la obtenida en primavera, otoño o invierno. Esto pudiera implicar que el aumento de digestibilidad observado en invierno no compensa el escaso rendimiento obtenido durante esta estación. El mayor rendimiento anual y estacional de forraje digestible por hectárea ( $P < 0.05$ ), se obtuvo al cortar cada 4 semanas (Cuadro 4).

Se observó un decremento ( $P < 0.05$ ) en el contenido de proteína cruda (PC) al aumentar el intervalo de defoliación de 2 a 4 semanas, pero no hubo cambio significativo al pasar de 4 a 6 semanas (Figura 3). Al igual que en la digestibilidad, la proporción de PC fue mayor en los rebrotes más jóvenes que resultan con cortes más frecuentes. No hubo diferencias significativas en el contenido de PC entre estaciones del año, el promedio anual fue de 20.3 %. Al considerar el rendimiento de forraje, no hubo diferencias entre frecuencias de corte ( $P > 0.05$ ), aunque la cosecha cada 4 semanas tendió a producir más PC por hectárea (Cuadro 5). La cantidad de PC por hectárea fue mayor en verano ( $P < 0.05$ ) y la contribución estacional a la producción anual fue 44, 27, 17 y

frequency increased. Herbage IVDOM referred to cutting frequencies showed the following decreasing sequence ( $P < 0.05$ ): winter (69 %) > summer (64 %) > autumn (62.8 %) > spring (62.8 %). Even for this, digestible forage production in summer was double or more (1,635 DF kg ha<sup>-1</sup>)

Figura 3. Proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica del ballico perenne sometido a tres frecuencias de corte

Figure 3. Crude protein and organic matter *in vitro* digestibility of perennial ryegrass subject to three cutting frequencies



abc Different letters show significant differences between cutting frequencies for each variable ( $P < 0.05$ ).

Cuadro 4. Producción estacional y anual de forraje digestible de ballico perenne en tres frecuencias de defoliación (kg ha<sup>-1</sup>)

Table 4. Seasonal and annual digestible forage production in perennial ryegrass swards subject to three different cutting frequencies (kg ha<sup>-1</sup>)

Cutting frequency (weeks)	Seasons				Annual
	Summer	Fall	Winter	Spring	
2	1462 b	472 c	371 b	836 ab	3140 b
4	1757 a	630 a	532 a	960 a	3879 a
6	1686 a	560 b	524 a	834 ab	3604 a
Average	1635 A	554 C	476 C	876 B	3541

abc Different letters within a column indicate different averages ( $P < 0.05$ ).

ABC Letters in averages show significant differences ( $P < 0.05$ ).

Cuadro 5. Producción estacional y anual de proteína cruda de Ballico perenne en tres frecuencias de defoliación (kg ha<sup>-1</sup>)Table 5. Seasonal and annual crude protein production in perennial ryegrass swards subject to three different cutting frequencies (kg ha<sup>-1</sup>)

Cutting frequency (weeks)	Seasons				Annual
	Summer	Fall	Winter	Spring	
2	520 <sup>a</sup>	179 <sup>a</sup>	116 <sup>ab</sup>	297 <sup>a</sup>	1112 <sup>a</sup>
4	502 <sup>a</sup>	185 <sup>a</sup>	150 <sup>a</sup>	303 <sup>a</sup>	1140 <sup>a</sup>
6	460 <sup>ab</sup>	182 <sup>a</sup>	149 <sup>a</sup>	254 <sup>ab</sup>	1045 <sup>a</sup>
Average	494 <sup>A</sup>	182 <sup>B</sup>	138 <sup>BC</sup>	285 <sup>B</sup>	1099

ab Different letters within a column indicate different values ( $P < 0.05$ ).

ABC Different letters in averages show significant differences ( $P < 0.05$ ).

13 % para verano, primavera, otoño e invierno, respectivamente.

El forraje cortado cada 2 semanas resultó el más digestible (67.6 %) y con más proteína cruda (23.7 %; Figura 3), debido a que está constituido por tejidos más jóvenes que el forraje cortado cada 4 (DIVMO = 64.8 %; PC = 19 %) y 6 semanas (DIVMO = 61.5 %; PC = 18.2 %). Estos resultados concuerdan con los obtenidos en otros estudios realizados con esta especie<sup>(19,20)</sup>. Asimismo, al evaluarse la digestibilidad de tres cultivares diploides de ballico perenne, Clark<sup>(21)</sup>, indicó que las hojas más jóvenes en expansión presentaron mayor digestibilidad (85 %) que las hojas viejas (69 %) y el pseudotallo (77 %), e hizo énfasis en que la digestibilidad varía con la estación del año. Al respecto, la mayor digestibilidad registrada en invierno, probablemente se relacione a que en dicha estación se manifiesta una de las dos etapas de mayor aparición de tallos que este pasto presenta en el año<sup>(22)</sup>. En esta misma zona, Pérez *et al.*<sup>(23)</sup> consignaron que la digestibilidad para las variedades de ballico perenne Talbot, Cropper y Barlatra varía de 71.1 a 76.6 %; valores que son mayores a los obtenidos en este estudio. Lo anterior pudo deberse a que en dicha evaluación se utilizó un periodo de incubación mayor (72 h) en el procedimiento *in vitro*, aunque registraron valores de PC similares a las 2 semanas de rebrote. Al respecto, se ha señalado<sup>(24)</sup> que el conocimiento

than that of the other seasons. This could mean the increase in digestibility seen in winter does not offset this season's low production. The 4 wk cutting interval produced the greater annual and seasonal production per hectare of digestible forage ( $P < 0.05$ ) (Table 4).

Crude protein (CP) decreased ( $P < 0.05$ ) when the cutting frequency increased from two to four weeks, but did not change when it went from four to six weeks (Figure 3). The same that for digestibility, CP was higher in young shoots resulting from lower cutting frequencies. In addition, no seasonal significant differences for CP were found. Annual average was 20.3 %. When considering forage production, no differences ( $P < 0.05$ ) between cutting frequencies arose, although the 4 wk interval tended to produce more CP per hectare (Table 5), above all in summer ( $P < 0.05$ ). Seasonal contribution to annual production was 44, 27, 17 and 14 % for summer, spring, fall and winter, respectively.

Forage from the two weeks cutting frequency was the most digestible (67.6 %; Figure 3) and the one with more crude protein (23.7 %); because of its higher young tissue content. The 4 and 6 wk cutting frequencies showed 64.8 and 61.5 % IVDOM, and 19 and 18.2 % CP content, respectively. These results coincide with those obtained in other studies<sup>(19,20)</sup>. Besides, Clark<sup>(21)</sup>, when assessing

de la variación estacional en la digestibilidad de los pastos permite ubicar las temporadas restrictivas para la producción animal, dada la relación directa y lineal que existe entre el consumo voluntario y la digestibilidad de las especies forrajeras.

En este estudio, las mayores cantidades anuales de forraje digestible (3,879 kg ha<sup>-1</sup>) y de PC (1,146 kg ha<sup>-1</sup>) se alcanzaron con cortes cada 4 semanas. Esto pudiera indicar que el efecto de la frecuencia de defoliación fue mucho más grande en la cantidad del forraje producido que en la calidad nutricional del mismo.

Se concluye que en las condiciones en que se realizó el presente estudio, el mayor rendimiento de forraje digestible y proteína del pasto ballico perenne se registró al cortar cada 4 semanas. Independientemente de la frecuencia de corte, el 72 % del rendimiento anual de forraje se observó en las estaciones de verano y primavera. La mayor y menor tasa de crecimiento se presentó en julio y enero. La DIVMO y el contenido de PC disminuyeron al aumentar el intervalo entre cortes de 2 a 6 semanas.

## LITERATURA CITADA

- Hernández-Garay A, Matthew C, Hodgson J. Effect of spring grazing management on perennial ryegrass and ryegrass-white clover pastures. 1. Tissue turnover and herbage accumulation. *New Zealand J Agric Res* 1997;(40):25-35.
- Richards JH. Physiology of plants recovering from defoliation. *Proc XVII International Grassland Congress. New Zealand and Australia.* 1993:85-94.
- Chapman DF, Lemaire G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *Proc XVII International Grassland Congress. New Zealand and Australia.* 1993:95-104.
- McIlroy RJ. The forage carbohydrates. *Herb Abs* 1967;2(37):79-87.
- Hernández-Garay A, Matthew C, Hodgson J. Tiller size/density compensation in perennial ryegrass miniature swards subject to differing defoliation heights and a proposed productivity index. *Grass Forage Sci* 1999;(54):347-356.
- González B, Boucaud J, Salette J, Langlois J, Duyme M. Changes in stubble carbohydrate content during regrowth of defoliated perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) on two nitrogen levels. *Grass Forage Sci* 1989;(44):411-415.
- Matthew C, Hodgson J. Form and function of grass CD ROM, Grassview. Institute of Natural resources, Massey University. New Zealand. 1997.
- Mazzanti A, Lemaire G, Gastel F. The effect of nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. *Grass Forage Sci* 1994;(49):111-120.
- Lemaire G. Ecophysiology of grasslands Aspects of forage plant populations in grazed swards. *Proc XIX International Grassland Congress. Brazilian Society of Animal Husbandry*

digestibility for three perennial ryegrass diploid cultivars, mentions that young leaves showed a greater digestibility (85 %) than old ones (69 %) and pseudostems (77 %), and emphasized that digestibility changes with the seasons. In this respect, the highest digestibility recorded in winter is due most probably to the fact that in this season the greater number of stems emerge<sup>(22)</sup>. Pérez *et al*<sup>(23)</sup> mention that digestibility in the Talbot, Cropper and Barlatra perennial ryegrass varieties varies from 71.1 to 76.6 %, higher than those found in the present study. This could be due to a longer incubation period, 72 h, used in that study, although CP protein content was similar at two weeks regrowth. Knowledge on seasonal changes in grasses' digestibility allows setting restriction periods in animal production<sup>(24)</sup> owing to a linear and direct relationship between intake and digestibility of forage species.

In the present study, the 4 wk cutting frequency produced the greatest amounts of digestible forage (3,879 kg ha<sup>-1</sup>; Table 4) and crude protein (1,146 kg ha<sup>-1</sup>; Table 5). This could signify that the effect of defoliation frequency was greater on the amount of forage produced than in its nutritive quality.

In the circumstances of the present study, perennial ryegrass produced more digestible forage and protein when subjected to a four weeks cutting frequency. Independent to the cutting frequency, 72 % of the forage production was recorded in summer and spring. The greatest and lowest growth rates were observed in July and January, respectively. *In vitro* digestible organic matter and crude protein decreased when the cutting frequency increased from 2 to 6 weeks.

*End of english version*

- Sociedade Brasileira de Zootecnia. Sao Pedro, San Paulo. Brasil. 2001:29-37.
10. Bolaños AED, González-Hernández VA, Pérez PJ. Intensidad de pastoreo, rendimiento y tasa de crecimiento de ballico perenne. *Revista Fitotec Mex* 1995;(18):35-42.
  11. McKenzie BA, Kemp P D, Moot DJ, Matthew C, Lucas RJ. Environmental effects on plant growth and development. In: White J, Hodgson J editors. *New Zealand Pasture Crop Sci.* Auckland, N.Z: Oxford University Press; 1999:29-44.
  12. Matthews PNP, Harrington KC, Hampton JG. Management of grazing systems. In: White J, Hodgson J editors. *New Zealand Pasture Crop Sci.* Auckland, N.Z: Oxford University Press; 1999:153-174.
  13. Ortíz SC. Colección de Monolitos. Montecillo, Tex. Ed. de México. México: Depto. Génesis de suelos. Edafología, IRENAT. Colegio de Postgraduados; 1997.
  14. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4a ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México; 1988.
  15. Hodgson J, Matthews PNP, Matthew C, Lucas RJ. Pasture Measurement. In: White J, Hodgson J editors. *New Zealand Pasture and Crop Sci* Auckland, N.Z: Oxford University Press;1999:59-65.
  16. Tilley JM, Terrie RA. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J Brit Grasslands Soc* 1963;(18):104-109.
  17. SAS. SAS/STAT User's Guide (Release 6.11). Cary NC, USA: SAS Inst. *Inc.*1996.
  18. Sosa R, Díaz SEH, Pérez RL, Morones RR. Producción estacional de especies forrajeras perennes en monocultivo y mezcla. *Téc Pecu Méx* 1998;(2):59-71.
  19. Hodgson J, Brookes IM. Nutrition of grazing animals. In: White J, Hodgson J editors. *New Zealand Pasture Crop Sci.* Auckland, N.Z. Oxford University Press; 999:117-132.
  20. Hodgson J. *Grazing management. Science into practice.* Ed. Harlow, England: Longman Scientific & Technical; 1990.
  21. Clark H. Seasonal changes in *in vitro* digestibility of leaf and pseudostem and its implications for diet digestibility of perennial ryegrass continuously stocked with sheep. *Proc XVII International Grassland Congress.* New Zealand and Australia. 1993:589-590.
  22. Velasco ZME. Dinámica de crecimiento, rendimiento y calidad de praderas de *Lolium perenne* L. y *Dactylis glomerata* L. en respuesta a la defoliación. [tesis doctoral] Montecillo, Estado de México, México: Colegio de Posgraduados; 2001.
  23. Pérez PJ, González MSS, Abarca BLA. Rendimiento y digestibilidad de la materia seca de variedades de *L. perenne* L. con tres presiones de pastoreo. *Agrociencia* 1997;31(1):37-43.
  24. Hodgson J. Control del consumo de hierba. En: Martínez GAN editor. *Seminario Internacional Teórico-Práctico: Tópicos selectos en sistemas sustentables de producción animal bajo pastoreo.* Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México. 1996:41-54.