

Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.)^a

Ma. Eugenia Velasco Zebadúa^b, Alfonso Hernández-Garay^c
Víctor A. González-Hernández^d, Jorge Pérez Pérez^c
Humberto Vaquera Huerta^e, Arturo Galvis Spinola^f

RESUMEN

Velasco ZME, Hernández-Garay A, González-Hernández VA, Pérez PJ, Vaquera HH, Galvis SA. *Téc Pecu Méx* 2001;39(1):1-14. Dada la escasa información del comportamiento estacional de crecimiento del pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) en la zona templada, se efectuó un experimento para determinar su momento óptimo de cosecha en el año. Se utilizaron 24 parcelas (3 x 3 m) distribuidas en un diseño completamente al azar con ocho tratamientos y tres repeticiones; los tratamientos consistieron en cortes semanales sucesivos, durante un ciclo de rebrote (ocho semanas), en cada estación del año. Inmediatamente después del corte de uniformización a 5 cm, se cosecharon tres cuadros de 0.1 m², a ras de suelo, para determinar el forraje residual. Posteriormente, cada semana se cosecharon tres parcelas diferentes. Se evaluó la acumulación de forraje, tasa de crecimiento (TC), composición botánica y morfológica, relaciones hoja:tallo y hoja:no hoja e índice de área foliar (IAF). Tanto la acumulación de forraje, como la TC, aumentaron rápidamente después de la defoliación, hasta alcanzar un nivel máximo cuando la biomasa de hojas verdes fue mayor. En primavera se presentó la mayor TC promedio a la semana tres de rebrote (78 kg MS ha⁻¹ d⁻¹) y superó en 36, 51 y 70% a las de verano (4^a semana), otoño (5^a semana) e invierno (7^a semana), respectivamente ($P < 0.05$). Posteriormente, la TC comenzó a declinar como consecuencia de un aumento progresivo en material senescente y tallos. Se observó una estrecha relación entre el rendimiento de hojas verdes y el IAF. Los resultados sugieren que para obtener una máxima producción de forraje, la cosecha debe realizarse a las 3, 4, 5 y 7 semanas en primavera, verano, otoño e invierno respectivamente.

PALABRAS CLAVE: Manejo estacional de praderas, Acumulación de forraje, *Dactylis glomerata* L., Índice de área foliar, Hoja, Tallo.

INTRODUCCIÓN

La velocidad a la que una pradera produce forraje, representa el balance entre la tasa

de crecimiento y la pérdida de tejido por senescencia y descomposición, la cual cambia con la estación del año; por ello, el conocimiento de los cambios estacionales en el crecimiento acumulado de las diferentes especies forrajeras, permite determinar la frecuencia de defoliación para obtener la mayor producción de forraje de alta calidad⁽¹⁾. Al respecto, el pasto festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.) alcanza

a Recibido el 2 de enero de 2001 y aceptado para su publicación el 14 de marzo de 2001

b Programa de Ganadería, IREGEP Colegio de Postgraduados Km.36.5 carr. México-Texcoco, Montecillo, Edo. de México 56230 Tel: (595) 4 63 33 Fax: (595) 2 02 79 mvelasco@colpos.colpos.mx. Correspondencia y solicitud de separatas al primer autor.

c CP. Programa de Ganadería, IREGEP.

d CP. Programa de Genética, IREGEP.

e CP. Programa de Estadística, ISEI.

f CP. Programa de Edafología, IRENAT.

su máxima masa de hojas verdes alrededor de 45 días de rebrote, después de una defoliación severa, lo que coincide con el inicio de la senescencia de las hojas⁽²⁾.

En relación con la influencia de las condiciones climatológicas sobre el crecimiento acumulado, estudios efectuados en suelos aluviales arcillosos de Palmerston North, Nueva Zelanda, con praderas mixtas de ballico perenne (*L. perenne*), trébol rojo (*T. pratensis*) y trébol blanco (*T. repens*) en primavera, indicaron que la acumulación de forraje total fue afectada por las fluctuaciones en temperatura y precipitación registradas durante el período de estudio, y que el máximo rendimiento de forraje podría obtenerse a partir de la tercera semana de crecimiento⁽³⁾. En alfalfa, la mayor acumulación de materia seca durante verano se ha obtenido a la semana 4^(4,5) y en otoño a la semana 5 de rebrote, coincidiendo con los mayores índices de área foliar⁽⁵⁾. En todos los casos, el momento óptimo de aprovechamiento estacional de una planta forrajera, debe ser cuando la tasa de acumulación neta de forraje alcanza el valor máximo⁽²⁾.

La dificultad de mantener rendimientos aceptables de pasto ovillo var. Potomac durante el verano, en el sur de Corea, donde es ampliamente utilizado en pastoreo y como forraje de corte, se debe parcialmente a la reducción del crecimiento del pasto por las altas temperaturas⁽⁶⁾. Así mismo, tanto el número de hijuelos/m² del ovillo, como la cantidad de puntos de crecimiento del trébol blanco y, en consecuencia, el rendimiento de estas praderas, estuvieron significativamente influenciados por el manejo de la defoliación y la estación del año⁽⁷⁾.

Con base en estudios de la tasa de recambio de tejido, se considera necesario conocer la dinámica del ovillo entre defoliaciones sucesivas, para comprender los efectos de la frecuencia e intensidad de la cosecha en el crecimiento y persistencia de los pastos, lo cual permite un manejo más eficiente en términos de producción animal por unidad de superficie⁽⁸⁾. Sin embargo, en pasto ovillo la información disponible con relación al manejo óptimo durante las diferentes estaciones del año, es escasa a pesar de su importancia práctica, por lo que el objetivo de este experimento fue definir la frecuencia de corte estacional a la que debe cosecharse el pasto ovillo, con base en los patrones de su crecimiento acumulado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó de julio de 1998 a junio de 1999, en el Campo Experimental del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, en una pradera irrigada de pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) variedad Potomac. El suelo del área es migajón arenoso, ligeramente alcalino (pH: 7.8), con 2.4% de materia orgánica y es clasificado como un Typic ustipsamments⁽⁹⁾. El clima es templado subhúmedo, con lluvias en verano, precipitación media anual de 645 mm y temperatura media anual de 15°C; las temperaturas promedio mensual más baja (11.6°C) y más alta (18.4°C) se registran en los meses de enero y mayo, respectivamente⁽¹⁰⁾.

En la pradera de dos años de establecida, se efectuaron cuatro análisis de crecimiento,

CURVA DE CRECIMIENTO Y ACUMULACIÓN ESTACIONAL DEL PASTO OVILLO

uno por estación del año. Se utilizaron 24 parcelas de 3 x 3 m distribuidas en un diseño completamente al azar con ocho tratamientos y tres repeticiones; los tratamientos consistieron en cortes sucesivos, a intervalos de siete días, durante un ciclo de rebrote de ocho semanas. A mediados de cada estación, se efectuó un corte de uniformización a 5 cm de altura, con una podadora calibrada; enseguida se cortaron a ras de suelo tres cuadros de 0.1 m² seleccionados aleatoriamente, para estimar el forraje residual; posteriormente, cada semana se cosecharon tres parcelas diferentes. Durante el período de sequía, se aplicaron riegos pesados por aspersión y rodado cada dos semanas.

Semanalmente se seleccionó aleatoriamente y se cortó a ras de suelo un cuadro de 0.1 m² por repetición. El forraje cosechado se lavó, se secó a 80°C por 24 h y se pesó para estimar la cantidad promedio de materia seca ha⁻¹, en las diferentes edades de rebrote.

Del forraje cosechado se tomó una submuestra de aproximadamente 10% del total y se separó en: hojas, tallos y espigas del ovillo, material muerto, malezas y otros pastos; se secaron a 80°C durante 24 h y se pesaron. Los incrementos estacionales en biomasa foliar se obtuvieron restando la correspondiente biomasa residual del corte de uniformización a la biomasa cosechada semanalmente. Las curvas ajustadas de crecimiento se estimaron con el método Quasi-Newton del programa Statistica versión 6.0. Con los datos de peso seco se calcularon las relaciones hoja:tallo y hoja:no hoja (tallos, espigas y material muerto).

A cada submuestra de hojas obtenida en la composición botánica se le determinó el área foliar con un integrador modelo LI-3100 (LI-COR, Inc.). Posteriormente, con los datos de área foliar y la superficie de muestreo se estimó el índice de área foliar (IAF).

La tasa de crecimiento promedio (TCP) se calculó a partir de la materia seca del total de los componentes morfológicos del ovillo y el material muerto, en las diferentes edades de rebrote, conforme al procedimiento ya descrito⁽²⁾. Las curvas de crecimiento se ajustaron con el método Quasi-Newton del programa Statistica versión 6.0.

La información se analizó por los procedimientos Mixed y GLM de SAS⁽¹¹⁾, para diseños experimentales con mediciones repetidas, considerando un diseño completamente al azar, cuyos factores de clasificación fueron las estaciones del año y las semanas de muestreo⁽¹²⁾ y mediante el análisis de crecimiento⁽¹³⁾.

Con los registros diarios de la Estación meteorológica del Colegio de Postgraduados, localizada aproximadamente a 400 m del área experimental, se calcularon los promedios semanales de temperatura a la intemperie (máxima, media y mínima), precipitación, radiación global y horas luz, durante las ocho semanas de estudio, en cada estación del año (Cuadro 1).

RESULTADOS

Cambios estacionales en la acumulación de forraje

Los cambios en el crecimiento del ovillo y sus componentes morfológicos en cada

Cuadro 1. Cambios semanales de las variables climatológicas, durante los periodos de crecimiento evaluados en las diferentes estaciones del año.

	Semanas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Verano 98								
T máxima, °C	29.6	29.5	30.0	29.3	29.0	28.4	27.8	28.3
T media, °C	18.6	19.0	19.4	19.8	19.3	19.5	19.5	20.3
T mínima, °C	7.6	8.6	8.8	10.3	9.6	10.6	11.2	12.4
Precipitación pluvial, mm	5.0	0.4	2.9	1.5	9.2	2.7	2.8	10.4
Radiación global, Ly	442.3	449.7	500.2	438.2	374.7	319.0	428.7	337.9
Hr luz	5.8	6.6	7.6	7.3	5.8	2.8	3.4	2.9
Otoño 98								
T máxima, °C	28.6	28.1	27.3	25.9	24.4	27.0	24.5	25.2
T media, °C	15.9	15.7	16.4	14.7	12.9	12.2	12.4	10.5
T mínima, °C	3.3	3.3	5.4	3.5	1.5	-2.6	0.36	-4.2
Precipitación pluvial, mm	0.0	0.0	0.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Radiación global, Ly	411.3	389.0	382.4	344.0	422.3	359.2	372.8	397.0
Hr luz	8.2	7.4	7.2	5.7	8.0	7.4	7.1	7.4
Invierno 98								
T máxima, °C	28.9	29.6	25.9	27.5	29.8	29.7	29.8	29.3
T media, °C	14.0	14.2	11.7	12.8	15.1	14.5	14.6	15.8
T mínima, °C	-0.9	-1.2	-2.6	-1.9	0.4	-0.7	-0.5	2.2
Precipitación pluvial, mm	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Radiación global, Ly	467.8	478.0	431.0	517.0	517.0	569.9	537.2	483.3
Hr luz	8.3	9.4	7.6	9.3	8.9	10.0	9.3	7.2
Primavera 99								
T máxima, °C	29.0	32.4	33.3	31.5	32.1	31.6	32.2	32.3
T media, °C	16.1	18.4	20.1	18.6	18.8	16.4	18.5	19.3
T mínima, °C	3.2	4.4	7.0	5.7	5.5	1.2	4.8	6.3
Precipitación pluvial, mm	0.8	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.3
Radiación global, Ly	525.0	590.0	599.9	565.7	579.3	653.6	550.9	570.5
Hr luz	7.2	9.3	9.8	8.3	9.8	11.0	8.8	9.8

Ly = cal cm⁻² d⁻¹

CURVA DE CRECIMIENTO Y ACUMULACIÓN ESTACIONAL DEL PASTO OVILLO

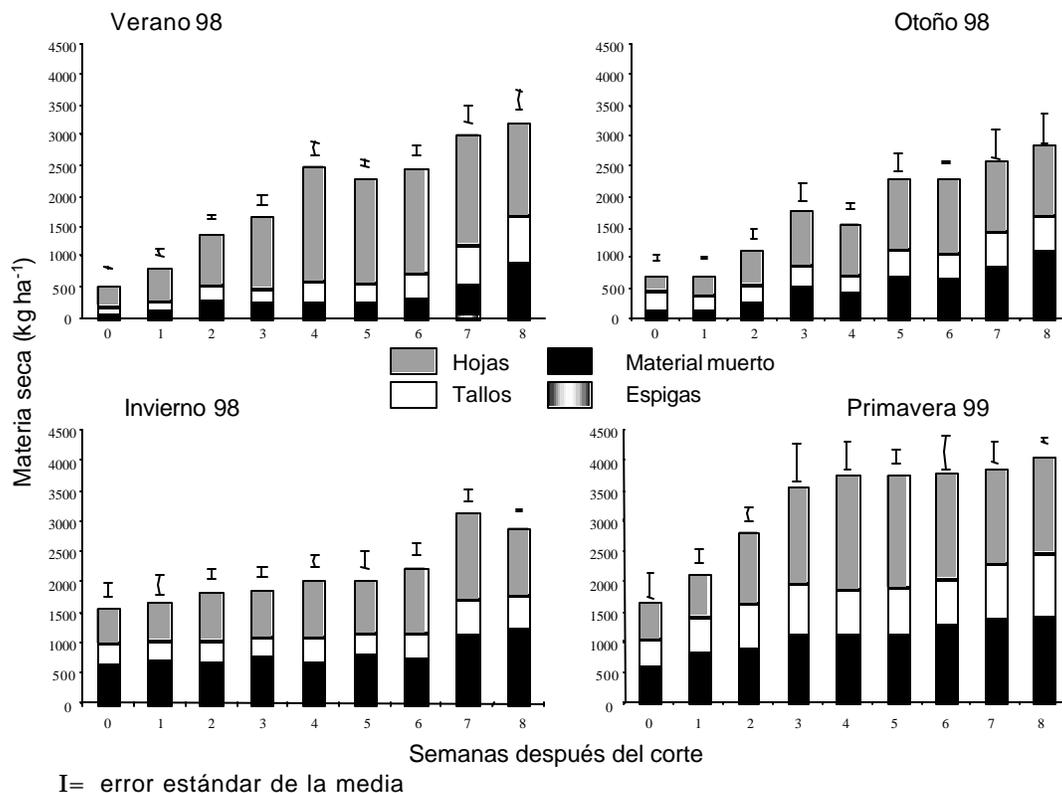
estación del año, se muestran en la Figura 1, donde se aprecia que la acumulación de materia seca fue mayor ($P < 0.05$) en primavera y verano, que en otoño e invierno. Excepto en invierno, el crecimiento más rápido ocurrió en las primeras cuatro semanas de rebrote, cuando las hojas dejaron de crecer o lo hicieron lentamente; la acumulación posterior de forraje, se debió principalmente a aumentos en la biomasa de tallos, material senescente y formación de espigas, esto último ocurrió en primavera y verano.

las cuatro estaciones, pero que su acumulación rápida ocurrió hasta la semana 5 de rebrote. Esta situación implicó que en otoño e invierno, estaciones en que fue menor la producción de forraje, el material muerto representara de 41 a 45% de la biomasa total en la semana 8. En cambio, en primavera y verano, con temperaturas más altas, la tasa de crecimiento fue superior a la senescencia, de modo que al muestreo final, la materia muerta representó menos de 34% del total acumulado.

Nótese que el material muerto apareció desde la primera semana de muestreo en

La contribución de los tallos a la biomasa fue mayor en las estaciones de primavera

Figura 1. Acumulación estacional de materia seca total y por componente morfológico del pasto ovillo, durante un ciclo de crecimiento de ocho semanas



y verano, donde llegó a constituir 25 y 23% de la materia seca acumulada en la semana 8, respectivamente; en otoño e invierno la contribución de estos órganos fue de 18%, en gran parte debido a que fue detectable hasta la semana 5 ó 6 de rebrote. Es decir, el crecimiento del tallo requiere de temperaturas medias por arriba de 18°C, que no ocurren en invierno y otoño. Por lo mismo, la formación de espigas en el ápice de los tallos, sólo se detectó en primavera y verano.

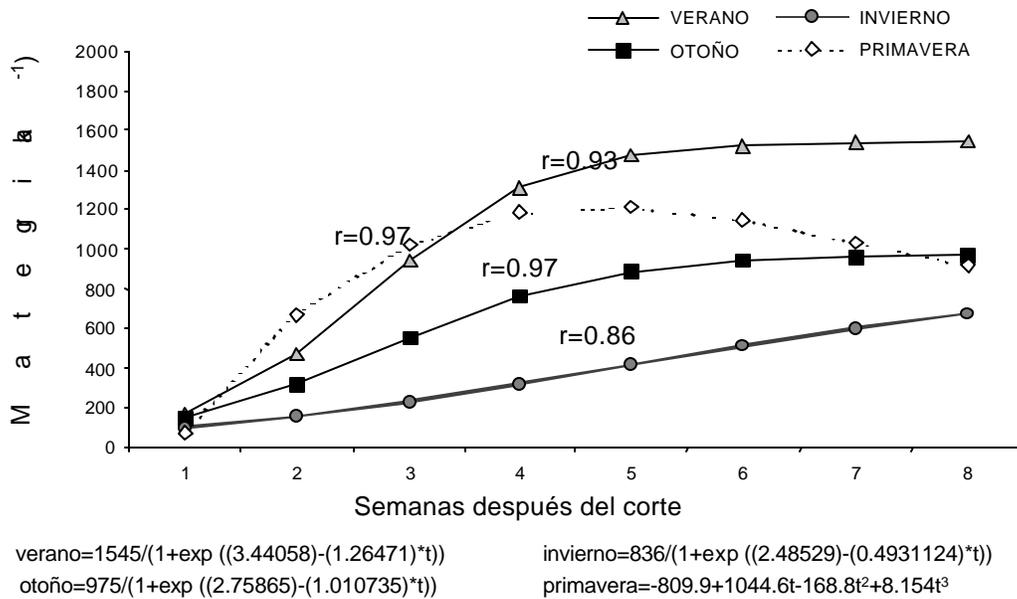
Cambios semanales en la acumulación de hojas

Los cambios semanales en materia seca de hojas verdes del pasto ovido, en las cuatro estaciones del año, se muestran en la Figura 2. La máxima acumulación de

hojas varió significativamente entre estaciones del año ($P < 0.05$); en primavera se registró en la semana 4 (1221 kg MS ha^{-1}), en verano en la 5 (1476 kg), en otoño en la 6 (944 kg) y en invierno en la 8 (686 kg). Independientemente del tiempo requerido para alcanzar la máxima acumulación de hojas, durante el verano se produce 20, 56 y 115% más que primavera, otoño e invierno, respectivamente. Debe resaltarse que en la semana 4 de rebrote, los rendimientos de biomasa foliar en primavera y verano presentan valores muy similares (1219 y 1310 kg MS ha^{-1}).

En primavera se detectó que a partir de la semana 5, el pasto ovido perdió biomasa foliar, situación que no ocurrió en las demás estaciones.

Figura 2. Cambios semanales en biomasa de hojas verdes del pasto ovido, durante un ciclo de crecimiento de ocho semanas



CURVA DE CRECIMIENTO Y ACUMULACIÓN ESTACIONAL DEL PASTO OVILLO

Relación entre el IAF y la acumulación de biomasa de hojas verdes

Los cambios en el IAF del pasto ovillo, en las cuatro estaciones del año, se muestran en la Figura 3. Coincidiendo con la cinética de crecimiento de las hojas, el IAF aumentó con la edad del rebrote hasta alcanzar un valor máximo, para luego decrecer progresivamente. El IAF máximo varió de acuerdo a las estaciones del año y fue 3.5, 1.9, 1.7 y 2.9 para verano, otoño, invierno y primavera, respectivamente.

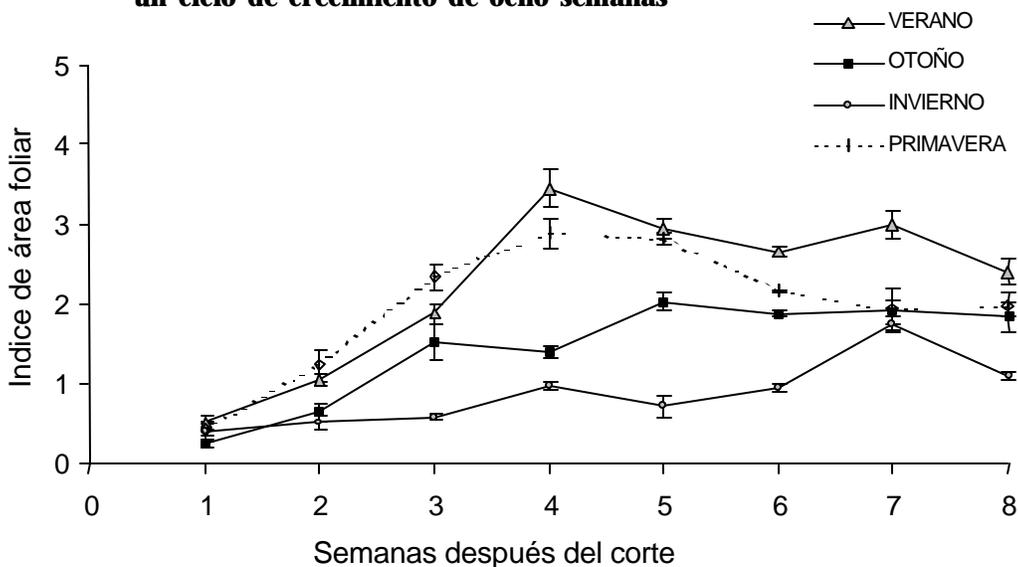
Se detectó un alto grado de asociación lineal entre la acumulación de materia seca de las hojas verdes y el IAF en cada estación del año, aunque se registraron ciertas variaciones principalmente al final del período de rebrote, como se ilustra en la Figura 4.

Estos resultados evidencian que el IAF es la variable fisiológica que mejor describe la respuesta del ovillo a la defoliación, ya que guarda una relación estrecha con la producción de forraje.

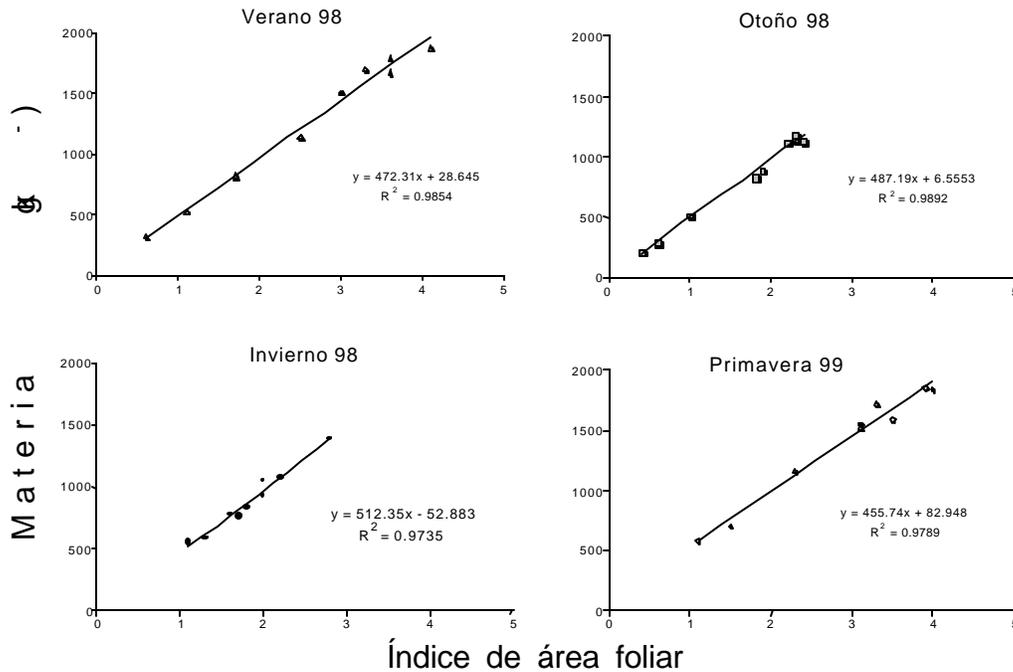
Relación hoja:tallo y hoja:no hoja

Los cambios estacionales en las relaciones hoja:tallo y hoja:no hoja, se muestran en el Cuadro 2. La proporción de hojas, respecto a los tallos y no hoja cambió con la estación del año; se encontraron los valores más altos en verano y los más bajos en primavera. Tanto la relación hoja:tallo como la relación hoja:no hoja, presentaron un valor bajo después de la defoliación y valores continuamente mayores conforme la biomasa de hojas verdes se incrementó, hasta alcanzar un valor máximo para después volver a disminuir durante las últimas semanas de

Figura 3. Cambios semanales en el índice de área foliar del pasto ovillo, durante un ciclo de crecimiento de ocho semanas



I= error estándar de la media

Figura 4. Relación estacional entre la biomasa de hojas y el índice de área foliar del pasto ovido, durante un ciclo de rebrote de ocho semanas**Cuadro 2. Variación estacional de las relaciones hoja:tallo y hoja:no hoja* del pasto ovido, en un período de rebrote de ocho semanas**

	Semanas									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	EEM
Verano 98										
Hoja:tallo	3.42	4.44	4.01	5.80	5.94	5.96	5.39	2.95	2.44	1.023
Hoja:no hoja	1.84	2.15	1.56	2.44	3.00	2.99	2.37	1.63	1.00	0.269
Otoño 98										
Hoja:tallo	0.71	1.30	2.01	2.68	3.26	2.79	3.00	2.65	2.09	0.333
Hoja:no hoja	0.45	0.70	0.94	1.03	1.15	1.01	1.10	0.83	0.66	0.117
Invierno 98										
Hoja:tallo	2.03	1.97	2.55	3.20	2.75	2.72	2.69	2.35	2.11	0.474
Hoja:no hoja	0.67	0.54	0.75	0.73	0.88	0.78	0.89	0.80	0.60	0.130
Primavera 99										
Hoja:tallo	1.75	1.35	1.64	2.43	2.77	2.92	2.49	2.08	1.52	0.541
Hoja:no hoja	0.80	0.52	0.71	0.89	1.21	1.05	0.87	0.79	0.63	0.225

* No hoja (tallos + material muerto + espigas); EEM: error estándar de la media

CURVA DE CRECIMIENTO Y ACUMULACIÓN ESTACIONAL DEL PASTO OVILLO

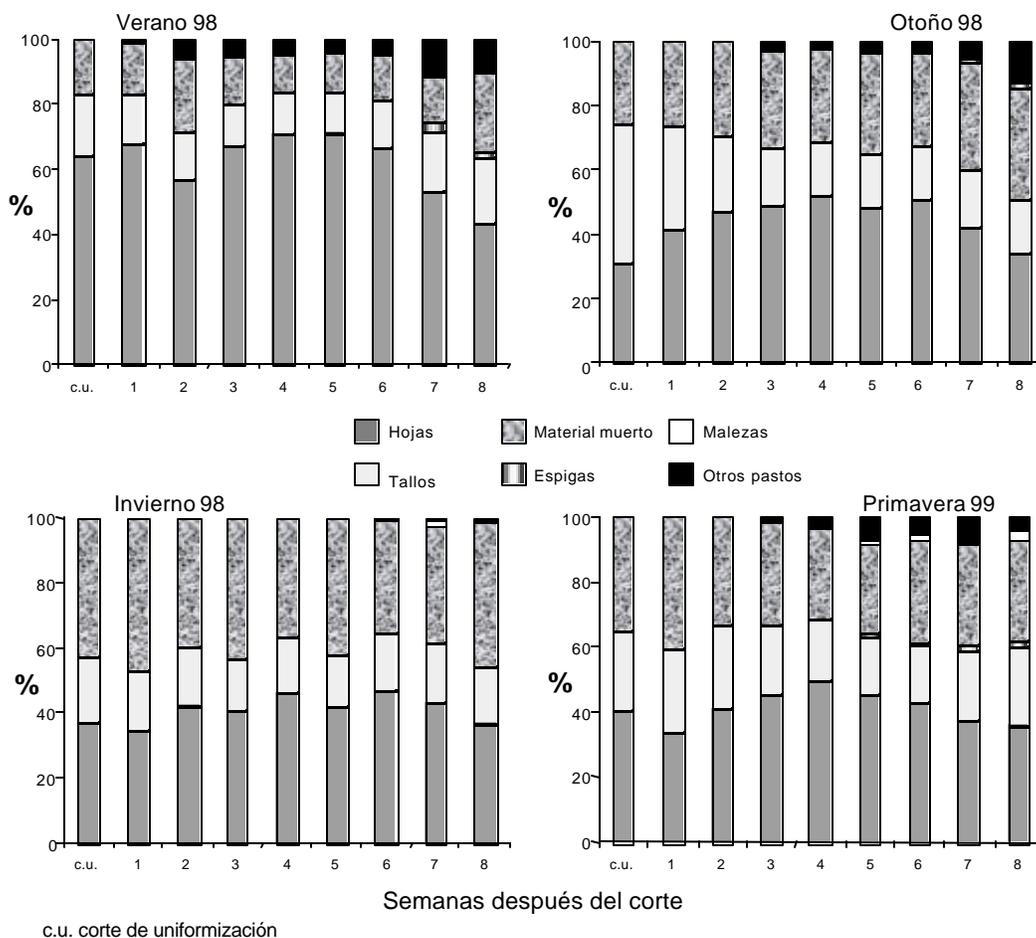
crecimiento, como consecuencia del aumento en la materia seca de tallos y el material muerto (Figura 5).

Únicamente se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) para la relación hoja:tallo en otoño y presentó el valor más alto en las semanas 4 y 6 de crecimiento; sin embargo, durante el verano la mayor relación hoja:tallo coincidió con el tiempo en que se produjo la mayor

cantidad de biomasa de hojas verdes y en primavera el valor más alto estuvo próximo al tiempo en que se presentó el mayor rendimiento de hojas verdes. En invierno la relación hoja:tallo fue variable y los valores más altos oscilaron de 2.7 a 3.2 y no guardó relación con la biomasa de hojas.

El valor más alto de la relación hoja:no hoja, ocurrió a la misma edad de rebrote

Figura 5. Cambios semanales en la composición botánica del pasto ovido, durante las estaciones del año. 1998-1999



en que se presentó la mayor biomasa de hojas verdes, en todas las estaciones del año, excepto invierno y las diferencias fueron significativas para verano y otoño ($P < 0.05$). En invierno la proporción de hoja:no hoja fue mayor a la semana 6, lo que coincidió con el mayor porcentaje de hojas en la pradera.

Tasa de crecimiento promedio

La tasa de crecimiento promedio del pasto ovido varió entre las estaciones del año, en el siguiente orden descendente: primavera > verano > otoño > invierno (Figuras 1 y 6), que coincide totalmente con el rendimiento estacional. También varió la edad de rebrote en que ocurrió el valor máximo, según la estación; así en primavera este valor se presentó a la semana 3 con 78 kg MS ha⁻¹ día⁻¹, mientras que en verano fue a la semana 4

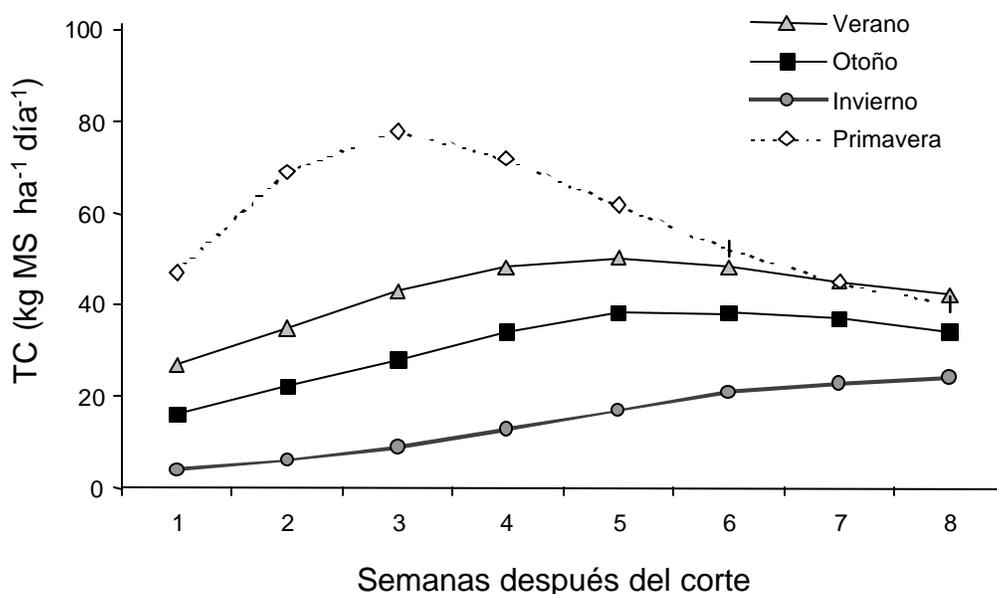
con 50 kg MS ha⁻¹ día⁻¹, pero superó a la de primavera en las últimas dos semanas del período de rebrote en virtud de que en primavera hubo un descenso acentuado después del máximo valor, descenso que fue más pequeño en verano. En otoño la máxima tasa de crecimiento se presentó en la semana 5 con 38 kg MS ha⁻¹ día⁻¹, en tanto que en invierno ocurrió en la semana 7 con 21 kg MS ha⁻¹ día⁻¹.

Es de destacarse que la mayor tasa de crecimiento (Figura 6), se observó de 1 a 2 semanas antes de que ocurrieran las máximas acumulaciones de biomasa foliar (Figura 2), en todas las estaciones.

Composición botánica

Al inicio del período de rebrote, es decir, al corte de uniformización, el forraje residual estuvo compuesto de hojas, tallos

Figura 6. Cambios estacionales en la tasa de crecimiento (TC) del pasto ovido durante un ciclo de ocho semanas



CURVA DE CRECIMIENTO Y ACUMULACIÓN ESTACIONAL DEL PASTO OVILLO

y material muerto en las siguientes proporciones: 65, 19 y 16% en verano; 30, 45 y 25% en otoño; 38, 20 y 42% en invierno; y 40, 25 y 35% en primavera. En este sentido destaca el verano por su alto porcentaje de hojas y tallo (84%), en contraste con el invierno en que este porcentaje es apenas de 58%.

Con el rebrote se eleva la proporción de hojas y se reduce la del tallo, en todas las estaciones, hasta la semana 4; posteriormente, el porcentaje de hoja se reduce y se aumenta el de tallos; en verano y primavera es cuando aparecen espigas y la invasión de otras especies (malezas y otros pastos). El material muerto decrece con la edad del rebrote en verano y primavera, pero tiende a mantenerse igual o a crecer en invierno y otoño.

El valor máximo en el porcentaje de hojas varió con la estación del año, como sigue: verano 71, otoño 52, invierno 47 y primavera 50%, ($P < 0.01$).

Es notorio que los porcentajes máximos de hojas en la pradera, se obtuvieron al mismo tiempo que se presentaron los valores más grandes en la relación hoja:no hoja en la pradera, en todas las estaciones del año (Figura 5 y Cuadro 2).

La presencia de otros pastos fue evidente, en la mayoría de las estaciones del año; en verano y otoño estos contribuyeron con porcentajes máximos de 11% (400 kg ha^{-1} de MS), mientras que en invierno y primavera con 1 y 7% ($25\text{-}300 \text{ kg ha}^{-1}$ de MS), respectivamente. El porcentaje de otros pastos varió con la estación del año; en verano se observaron a partir de la semana 1, mientras que en primavera y

otoño ocurrieron a partir de la semana 3 ($P < 0.01$). Los porcentajes de malezas fueron de 1 a 3% ($40 - 117 \text{ kg ha}^{-1}$ de MS), y se registraron a partir de la semana 3 en primavera, estación en la que se encontró la mayor cantidad ($P < 0.05$).

DISCUSIÓN

El crecimiento estacional del pasto ovillo coincide con resultados obtenidos en otras latitudes de clima templado, donde se menciona que después de que la pradera alcanza su máxima área foliar, aumenta la tasa de senescencia y descomposición de los tejidos, hasta igualar o superar a la tasa de crecimiento^(1,2). La cinética del crecimiento de las hojas implica que inicialmente el crecimiento dependió del área foliar remanente, y que con el tiempo aumentó hasta alcanzar un máximo y estabilizarse; posteriormente la biomasa de hojas disminuyó gradualmente a consecuencia del aumento en la tasa de senescencia, y en primavera y verano debido al inicio de la etapa reproductiva (espigamiento) en la pradera, donde el material muerto y los tallos aumentaron significativamente en las últimas dos semanas de evaluación, lo que coincide con resultados indicados por otros autores⁽¹⁴⁾.

La pérdida de biomasa foliar en primavera a partir de la semana 5, probablemente se deba a que la tasa de senescencia de hojas superó a la de crecimiento. De igual forma, la baja tasa de acumulación de hojas que se registró en invierno se relaciona con la poca tolerancia de este pasto al frío, ya que en esta estación se registraron las temperaturas más bajas, información mencionada en otros trabajos⁽¹⁵⁾.

Con relación a los valores del IAF, se ha indicado en otros trabajos que el índice óptimo presenta valores más altos en primavera y verano, cuando la intensidad de la luz es mayor; y que la tasa de acumulación neta de biomasa es máxima, cuando se alcanza el IAF mayor⁽¹⁶⁾.

Las variaciones observadas entre la biomasa foliar y el IAF al final del período de rebrote, podría explicarse por un proceso acelerado de la senescencia foliar^(17,18), así como por el mayor peso de las hojas maduras durante la etapa reproductiva y a la presencia de otros pastos y malezas que pueden afectar esta relación⁽⁸⁾. También, se ha señalado que en las últimas semanas de crecimiento de una pradera, la senescencia se acelera y consecuentemente el IAF se estabiliza y puede llegar a decrecer⁽¹⁹⁾.

La relación estrecha entre el IAF y la producción de forraje ha sido estudiada en praderas de clima templado, donde además se indicó que con un IAF de 3 se logra una cubierta cerrada de la pradera, que asegura una completa interceptación de la luz incidente⁽¹⁾. Por otra parte, en pastos de clima templado se ha señalado que la temperatura y la radiación solar afectan tanto la tasa de crecimiento, como la tasa y tiempo de desarrollo de estados fisiológicos como la floración; específicamente, que la temperatura ejerce influencia importante sobre la tasa de aparición y expansión de las hojas, por lo que si se tienen niveles adecuados de agua y nutrientes, la pradera alcanza más rápidamente un dosel cerrado en primavera y verano, que en otoño e invierno⁽²⁰⁾; esto podría explicar, al menos parcialmente, los bajos valores de IAF que se presentaron

durante otoño e invierno, estaciones donde se registraron las más bajas temperaturas.

Los valores bajos de la relación hoja:tallo en primavera, podrían estar asociados a que en esta estación se presentó la etapa reproductiva y, en consecuencia, mayor biomasa de tallos comparada con el resto de las estaciones del año. Un comportamiento similar se observó en la relación hoja:no hoja en primavera, el cual podría explicarse por la mayor acumulación de material muerto que en el resto de las estaciones del año, lo que implicó mayor tasa de recambio de tejido en esta estación⁽²¹⁾.

Se ha observado que la relación hoja:no hoja del ballico perenne varía con el manejo de la defoliación, incrementándose conforme la intensidad de cosecha disminuye de 16 a 2 cm⁽⁸⁾. En períodos largos sin defoliación la proporción de hoja verde:tallo decrece progresivamente, afectando la eficiencia fotosintética y en consecuencia el forraje aprovechable⁽²⁾.

Los tiempos de rebrote en que se presentó la mayor tasa de crecimiento, están acordes con la curva sigmoideal de crecimiento, ya que el máximo valor corresponde al momento en que la tasa de crecimiento comienza a decrecer⁽¹³⁾. Los altos valores obtenidos en la tasa de crecimiento en primavera, se explican por la acelerada tasa de recambio de tejido que se presentó, aunque también los tallos y el material muerto fueron significativamente mayores, que en el resto de las estaciones. En primavera, se presentaron mayores temperaturas, horas luz y radiación global, sin limitaciones de agua, condiciones que favorecen el crecimiento reproductivo.⁽⁸⁾

La baja tasa de crecimiento que se presentó en otoño, podría ser debida a que en esta estación, se registraron los valores más bajos de horas luz y de radiación global y a que la temperatura mínima descendió a valores negativos en las últimas tres semanas del período de rebrote. Asimismo, en invierno se registraron heladas en seis de las ocho semanas de rebrote, lo que parece explicar la baja tasa de crecimiento del pasto en esta estación. Al respecto, se ha mencionado que las temperaturas bajas de invierno, aún en periodos cortos, disminuyen considerablemente el crecimiento de los pastos, por lo que pueden registrarse tasas de acumulación de forraje cercanas a cero⁽¹⁾.

Los porcentajes más altos de tallos y material muerto, se presentaron en las últimas dos semanas de crecimiento, al acelerarse la tasa de senescencia o la diferenciación de tallos reproductivos, como se ha presentado en otros pastos templados^(2,18). En praderas mixtas de ballico perenne y trébol blanco, también se observó que la proporción de ambas especies y los componentes morfológicos variaron con la estación del año⁽⁸⁾.

CONCLUSIONES

El tiempo óptimo de corte del pasto ovillo varió con la estación del año y para obtener la máxima producción de forraje, la cosecha debe efectuarse a las 3, 4, 5 y 7 semanas en primavera, verano, otoño e invierno, respectivamente, cuando la biomasa de hojas verdes y el IAF son máximos y la tasa de senescencia y descomposición comienza a aumentar.

SEASONAL GROWTH CURVE OF COCKSFOOT GRASS

ABSTRACT

Velasco ZME, Hernández-Garay A, González-Hernández VA, Pérez PJ, Vaquera HH, Galvis SA. *Téc Pecu Méx* 2001;39(1):1-14. Due to limited information about seasonal growth curve of cocksfoot grass (*Dactylis glomerata*) in temperate areas, a study was carried out in order to determine its optimum harvesting time. Twenty four plots 3 x 3 m were allocated in a completely randomized design with eight treatments and three replicates; treatments consisted of successive cuts at weekly intervals during a regrowth cycle (eight weeks) in each season of the year. All plots were cut to 5 cm and three samples of 0.1 m² were taken to ground level to determine residual herbage mass; from then onwards, every week three different plots were harvested. Cumulative herbage mass, growth rate (GR), botanical and morphological composition, leaf:stem ratio, leaf:not leaf ratio and leaf-area index (LAI) were evaluated. Cumulative herbage mass and GR increased steadily after defoliation, until a maximum green leaves level was reached. The highest GR (78 kg DM ha⁻¹ d⁻¹) was reached in Spring at three weeks of regrowth and it was 36, 51, and 70% higher than Summer, autumn and winter ($P < 0.05$), respectively. After that, GR began to decline as a consequence of a progressive increase in dead material and pseudostem. There was a close relationship between green leaves biomass and LAI. The results suggest that to maximize herbage production, harvest must be made at 3, 4, 5, and 7 weeks intervals in Spring, Summer, Autumn and Winter, respectively.

KEYWORDS: Seasonal sward management, Forage accumulation, *Dactylis glomerata* L., Leaf area index, Leaf, Pseudostem.

LITERATURA CITADA

1. Hodgson JG. Grazing management: Science into practice. Harlow, England; Longman Scientific & Technical. 1990.
2. Chapman DF, Lemaire G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after

- defoliation. Proc XVII International Grassland Congress. Palmerston North, New Zealand. 1993: 95-104.
3. Brougham R W. A study in rate of pasture growth. Aust J Agr Res 1955;6(6):804-812.
 4. Hernández-Garay A, Pérez PJ. Determinación del estado fisiológico óptimo de corte de la alfalfa [resumen]. XIII Congreso nacional de manejo de pastizales. Aguascalientes, Ags. 1998:32.
 5. Salas BJE, Hernández-Garay A, Pérez PJ, Herrera HJG, González-Hernández VA, Martínez HPA. Estado fisiológico óptimo de corte en variedades de alfalfa durante verano y otoño [resumen]. XXXIV Reunión nacional de investigación pecuaria. Querétaro, Qro. 1998:53.
 6. Hyo WL, Mu HJ, Chang HK. Effects of temperature, nitrogen fertiliser and cutting height on regrowth and dry matter production of orchardgrass. Proc XVII International grassland congress. Palmerston North, New Zealand. 1993:1:131-133.
 7. Belesky DP, Fedders JM. Influence of autumn management on orchardgrass-white clover swards. Agron J 1995;(87):1186-1192.
 8. 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.
 9. Ortiz SC. Colección de monolitos. Montecillo, Tex. Edo. de México. México: Depto. Génesis de suelos. Edafología, IRENAT. Colegio de Postgraduados; 1997.
 10. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª ed. DF, México: Universidad Nacional Autónoma de México; 1988.
 11. SAS. SAS/STAT User's Guide for Personal Computers (version 6.0). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc. 1990.
 12. Winer BJ. Statistical principles in experimental design. 2nd ed. New York, USA: McGraw-Hill Book Co.; 1971.
 13. Hunt R. Basic growth analysis. Plant growth analysis for beginners. London, W1V 1FP, UK: Academic Division of Unwin Hyman Ltd.; 1990.
 14. Pohlmann W, Simon U. Effects of cutting dates in primary growth, water soluble carbohydrate content, and nitrogen fertilisation on regrowth of perennial ryegrass. Proc XVII International grassland congress. Palmerston North, New Zealand. 1993:I:171-172.
 15. Carambula M. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Uruguay: Hemisferio sur S.A.; 1977.
 16. Black JN. The inter-relationship of solar radiation and leaf area index in determining the rate of dry matter production of swards of subterranean clover (*Trifolium subterranean* L.). Aust J Agr Res 1963;(14):20-38.
 17. Bircham JD, Hodgson JG. The influence of sward conditions on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous grazing management. Grass Forage Sci 1983; (38):323-331.
 18. Brougham RW. Pasture growth rate studies in relation to grazin management. Proc New Zealand Soc Anim Prod 1957;46-55.
 19. Hodgson JG, Bircham JS, Grant SA, King J. The influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. In: Wright CE editor. Plant physiology and herbage production. The British Grassland Society Occasional Simposium. 1987: 13:51-62.
 20. McKenzie BA, Kemp PD, Moot DJ, Matthew C, Lucas RJ. Environmental effects on plant growth and development. In: White J, Hodgson J editores. New Zealand Pasture and Crop Science. Auckland, N.Z. Oxford University Press; 1999:29-44.
 21. Hernández-Garay A, Hodgson JG, Matthew C. 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.