

# FACTORES DEL CRECIMIENTO Y DEL MANEJO QUE DETERMINAN LA ESTRUCTURA DE LAS PASTURAS

M. Agnusdei (1) y M.H. Wade (2). 2002. Taller Bases para el manejo del pastoreo, AAPA.  
(1) Depto. de Prod. Animal, Unidad Integrada (INTA-Fac.Cs.Agrarias UNMP), Balcarce.  
(2) Depto. de Prod. Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNCPBA, Tandil, BsAs.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Pasturas cultivadas](#)

## INTRODUCCIÓN

Las pasturas con un alto nivel de hojas claramente favorecen el consumo diario de los animales en pastoreo debido a que ese tipo de estructura permite un proceso ágil de cosecha, manipulación y digestión del forraje ingerido (Wade y Agnusdei, este taller). En tal sentido, uno de los objetivos del manejo de pasturas para uso en condiciones de pastoreo directo es conformar estructuras amigables para los animales de modo de evitar que se vean forzados a consumir forraje de mala calidad o que deban restar tiempo de pastoreo para seleccionar ciertas fracciones del forraje total ofrecido.

La gama de estructuras que puede presentar una pastura vegetativa de gramíneas abarca desde las cespitosas, conformadas por individuos de pequeño tamaño y con alta proporción de hojas, hasta las dominadas por matas fuertes con alta proporción de vainas. En el caso de las pasturas de leguminosas las variaciones pueden ser aún mayores que en las de gramíneas ya que en aquellas la ubicación de las hojas en el canopeo depende de estructuras de sostén más fuertes, como los son los tallos y sus ramificaciones. Estas alteraciones difícilmente puedan asociarse en forma definida a una especie forrajera determinada debido a que, en menor o mayor grado, las plantas pueden variar su forma según el ambiente en el que desarrollen. Esta cualidad se denomina plasticidad fenotípica (Chapman....) y es la vía principal de ajuste que tienen las poblaciones de plantas para eficientizar la captura de la luz (o sea su supervivencia) en función de la intensidad de competencia por dicho recurso dentro de su entorno (Lemaire y Gastal, 1997).

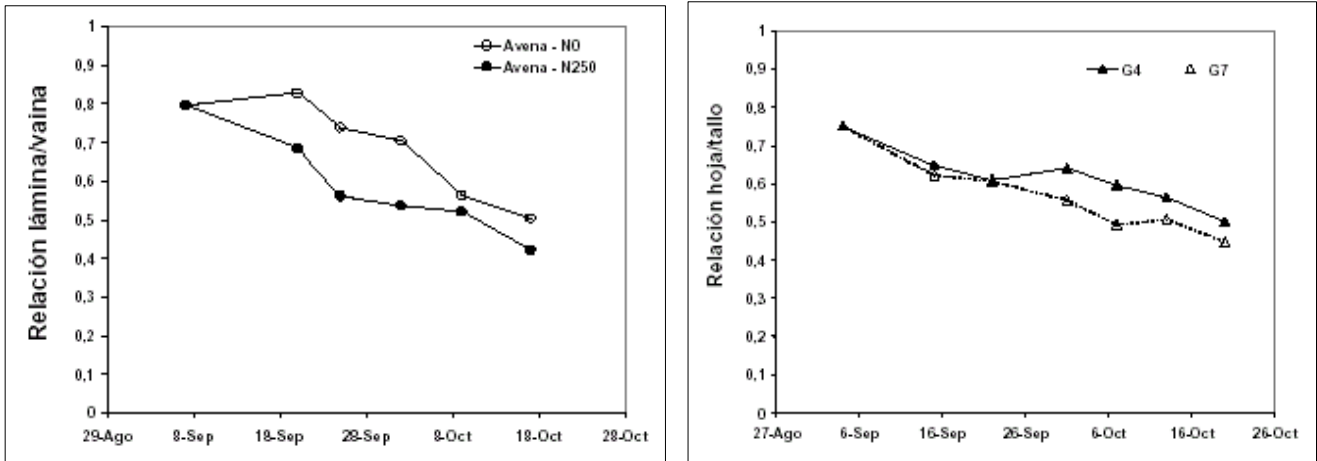
En presente trabajo se distinguirán los principales factores del crecimiento de forraje y de manejo de la pastura que conducen a una elevada oferta de hojas de alta calidad para el consumo animal. Se valorizará el uso de indicadores simples de estado de las pasturas para alcanzar la condición de foliosidad deseada en una gama amplia de especies. Finalmente, se presentarán argumentos para demostrar que las diferencias entre las especies y cultivares son menores que lo que muchas veces se piensa, lo cual conduce a relativizar el aparente "problema" de la diversidad de forrajeras que se utilizan en la Pampa Húmeda para aplicar estrategias eficientes de producción y utilización de pasturas en la región.

## EFFECTO DE LA ACUMULACIÓN DE FORRAJE SOBRE LA ESTRUCTURA DE LA PASTURA Y LA CALIDAD DEL FORRAJE

La disminución de la proporción de hojas que ocurre al evolucionar un período de rebrote (Figura 1) ha sido usualmente interpretado como el resultado del envejecimiento de las plantas y vinculado al paso de tiempo. Sin embargo, en estudios comparativos entre plantas aisladas y pasturas densas se observó que una vez que el dosel se cierra, la proporción de hojas disminuye dramáticamente respecto de lo que ocurre en las plantas libres de competencia (Lemaire y Gastal, 1997). Esto indica que el tiempo no es la variable principal que explica la caída en la proporción de hojas y que la misma es la expresión de una respuesta plástica de las plantas que desarrollan en una cubierta densa frente a la acumulación de biomasa.

Figura 1. Evolución de la proporción de hojas a) en avena sativa a diferentes niveles de fertilización nitrogenada (NO y N250= 0 y 250 kg de N/ha) y b) para diferentes cultivares de alfalfa.

(Adap. de Marino et al., 1995 y Baccaro, 1996).

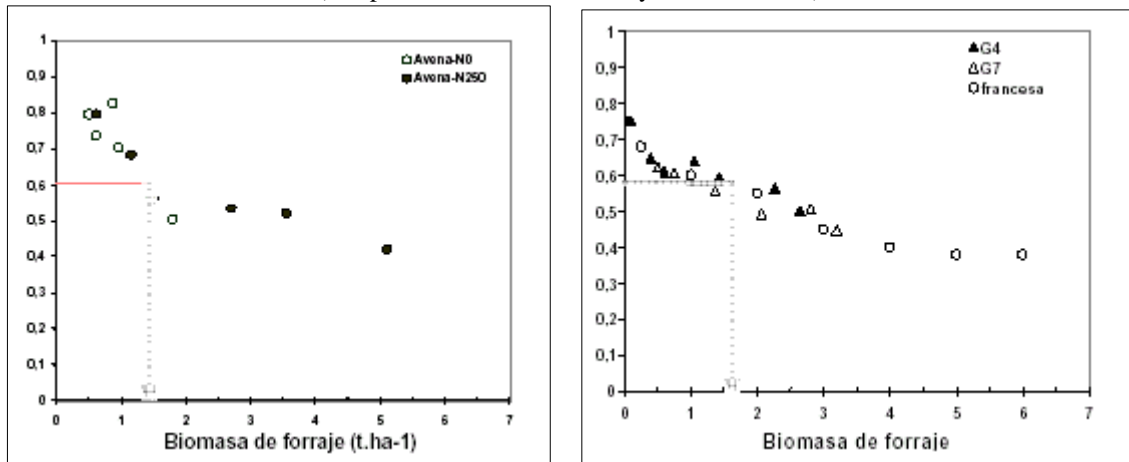


Para ilustrar esto, la Figura 2 muestra que cuando la proporción de hojas presentada en la Figura 1 se relaciona con dicha variable en lugar de con el transcurso del tiempo, los puntos caen en forma bastante ajustada sobre una misma línea de tendencia. También se observa que la caída de la proporción de hojas es similar en todos los ejemplos presentados, con valores del orden del 60-50% de hojas para biomasa acumulada de alrededor de 1500-2000 kg MS/ha.

Figura 2. Relación entre biomasa de forraje y proporción de hojas a) en avena sativa a diferentes niveles de fertilización nitrogenada (NO y N250= 0 y 250 kg de N/ha) y b) para diferentes cultivares de alfalfa.

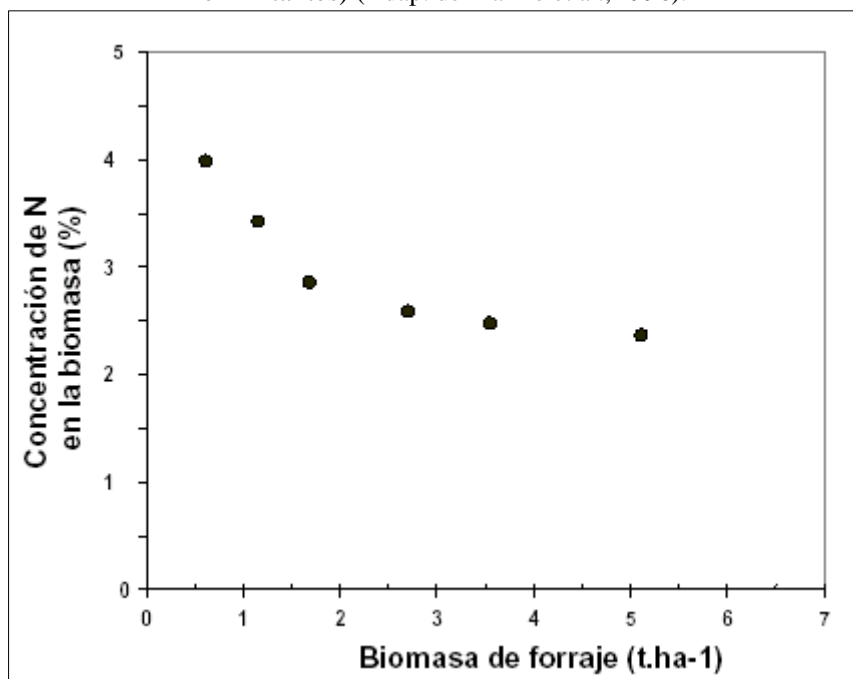
Las líneas rojas indican el nivel de biomasa en que las hojas contribuyen con alrededor del 60%

(Adap. de Marino et al., 1996 y Baccaro, 1999).



La concentración de nitrógeno y, por ende, de proteínas, en los tejidos vegetales también decrece en la medida que aumenta la cantidad de biomasa de forraje acumulada en una pastura (Figura 3). En este sentido, se ha demostrado en diversas gramíneas (Charles-Edwards et al, 1987) y en alfalfa (Lemaire et al, 1991) que el nitrógeno tiende a posicionarse preferencialmente en los horizontes adecuadamente iluminados como resultado de una redistribución interna desde las hojas sombreadas hacia las que ocupan las posiciones superiores de la cubierta vegetal. Esta alteración estructural ha sido interpretada como una adaptación de las plantas que integran una pastura para eficientizar la función fotosintética del nitrógeno en la planta (Lemaire y Gastal, 1997).

Figura 3. Relación entre el contenido de nitrógeno y la biomasa acumulada de forraje en avena sativa bajo condiciones aproximadamente potenciales de crecimiento (nitrógeno, fósforo y agua aproximadamente no limitantes) (Adap. de Marino et al., 1996).



La raíz funcional de los fenómenos de caída de la proporción de hojas y del contenido de nitrógeno del forraje indica que toda acumulación excesiva de biomasa acarreará inexorablemente un deterioro de la calidad nutritiva de una proporción considerable del forraje total de la pastura y, además, que esto ocurrirá aproximadamente a similar nivel de biomasa para cualquier especie o cultivar (Figura 2).

En este contexto, podría aceptarse que existe una regla común entre las forrajeras para controlar en alto grado aspectos como su foliosidad y su calidad nutritiva.

En el planteo previo subyace una concepción de manejo de pasturas en la cual los objetivos se centran en el logro de las características estructurales deseables ya señaladas y que, según se ha discutido, podrían alcanzarse en cualquier especie mediante el control de un indicador simple del estado de las pasturas como lo es la biomasa de forraje acumulado. Las bases funcionales que sustentan esta visión unificadora amplía la aplicación de los criterios de manejo usados extensivamente en otras regiones templadas como Inglaterra y Nueva Zelanda (Hodgson, 1995) a una gama extensa de especies forrajeras. Para avanzar en este sentido es necesario conocer el grado de plasticidad de las especies para modificar la estructura de sus pasturas frente al manejo, lo cual se desarrollará en el punto siguiente.

## ADAPTACIÓN DE LAS ESPECIES FORRAJERAS AL PASTOREO

### Gramíneas

Raigrás perenne es quizá la gramínea templada mejor adaptada al pastoreo intenso. En condiciones de adecuada disponibilidad de nutrientes y agua, la especie puede soportar alta carga animal y pastoreo continuo sin que se afecte marcadamente su capacidad productiva respecto de manejos comparativamente más livianos (Hodgson et al, 1981). Así por ejemplo, en Inglaterra se ha observado que dentro de un rango de alturas y biomasa de forraje de 3 a 9 cm y 1200 a ..... kg MS.ha-1, los cuales se logran con cargas entre 60 y 30 ovinos/ha. (Hodgson y Ollerenshaw, 1966), o su equivalente en bovinos (Binnie y Chestnut, 1994), las pasturas de raigrás perenne mantienen una elevada cobertura de hojas que es suficiente para realizar una intercepción lumínica casi completa en todo el rango de estados señalado.

Dado que es éste el factor que más determina la producción de forraje, es fácil comprender que dentro de un rango amplio de condiciones de manejo el crecimiento de raigrás perenne no se verá marcadamente afectado

Trabajos recientes en Argentina conducidos en festuca alta (Cordero, 1996; Assuero, 1999), agropiro alargado (Dufard, inédito) y en pastizales naturales templados (Pueyo, 1996; Rodríguez Palma, 1998) bajo pastoreo continuo muestran que la biomasa de forraje que mantienen las pasturas es comparativamente menor que para alturas equivalentes en raigrás perenne (Tabla 1). A diferencia de lo que ocurre con esta especie, la cobertura de hojas alcanzada en las experiencias referidas, aún en condiciones apropiadas de disponibilidad de nutrientes y agua (indicadas con \* en la Tabla 1), fue sensiblemente inferior al nivel crítico necesario para lograr una intercepción significativa de la radiación solar incidente. Expresado como índice de área foliar (IAF) (cociente entre el área de

hojas respecto de una unidad de área de suelo), dicho nivel crítico es de aproximadamente 2,5-3 para forrajeras como raigrás perenne y festuca alta.

Un caso extremo dentro de las gramíneas templadas corresponde a agropiro alargado. La mayor altura que se presenta en la Tabla 1 fue el nivel máximo que pudo lograrse en pasturas mantenidas en estado vegetativo entre principios y mediados de primavera. Para ello hubo que aplicar un régimen de pastoreo liviano (promedio de 2 animales.ha-1), equivalente a casi 1/3 de la carga aplicada al tratamiento de menor altura.

Tabla 1. Indicadores de estado (altura, biomasa de forraje, índice de área foliar) en pasturas y pastizales y densidad de macollos.

Pasturas	Altura (cm)	Biomasa de forraje (kg.MS/ha)	Índice de área foliar	Densidad de macollos (nro./m <sup>2</sup> )	
Raigrás perenne-TB (1)*	3,5	1000	2-3	45000	
	6,5	1700	4	25000	
	9	2000	5	15000	
Festuca alta (2)	3,4	720	1,5	3400	
	6,5	1226	1,6	3800	
	19,1	1997	2,5	2700	
Festuca alta (3)†	8-9	1192	1,2	4067	
Agropiro alargado (4)†	10	1116	-	2295	
	15	1702	-	1465	
Pastizal natural (5)	5,6	893	1,1	7229	(1) Bircham y Hodgson, 1983
	9,5	1128	1,3	5007	(2) Cordero, 1996
	12,3	1302	1,5	4168	(3) Assuero, 1998
Pastizal natural (6)†	5	1200	1,1	5269	(4) Dufard, inédito
					(5) Pueyo, 1996; Agnusdei, 1999
					(6) Rodríguez Palma et al., 1999

La baja cobertura de hojas lograda aún con regímenes de pastoreo moderados o livianos indican que, bajo las condiciones edafo-climáticas en que fueron realizados los estudios, el grado de adaptación y de flexibilidad al manejo del pastoreo de estas especies es comparativamente más restringido que para raigrás perenne. Esta limitación se asociaría, en gran medida, con una menor capacidad de macollaje de las especies (Agnusdei y Colabelli, ). Las densidades poblacionales rondaron aproximadamente entre 3000-8000 macollos.m-2 para festuca alta, agropiro alargado y el pastizal natural, siendo esto valores hasta 10 veces menores comparados con los que se logran en pasturas de raigrás perenne en Inglaterra (Orr et al, 1990). Estos resultados sugieren que las pasturas evaluadas estarían por debajo de una densidad poblacional crítica necesaria para que el área foliar de los macollos individuales alcance a compensar la limitación numérica de la población. Observaciones realizadas en sistemas reales de producción corroboran la generalizada baja densidad poblacional de las pasturas (Arosteguy, com.pers.)

La información presentada muestra que existen diferencias importantes en el grado de adaptación de las gramíneas a la intensidad de pastoreo. Considerando los rangos observados en la densidad de macollos la flexibilidad disminuiría en el sentido raigrás perenne-festuca alta-agropiro alargado.

### Leguminosas: trébol blanco y alfalfa

Trébol blanco es una especie que presenta una gran sensibilidad morfológica frente variaciones en la densidad del canopeo. En la medida que éste se cierra las plantas tienden a acomodar las hojas en los estratos superiores del canopeo a través de un aumento del largo de los pecíolos (Robin et al, 1991). La morfología del trébol blanco en canopeos densos expone a las plantas a una remoción muy severa respecto de lo que ocurre en canopeos bajos donde una alta proporción de hojas escapa al pastoreo (Schwining y Parsons, 1999). Esto, sumado al efecto detrimental del sombreado sobre la producción de nuevos ejes (Robin et al, 1991), permitiría explicar en gran medida la sensibilidad de la leguminosa en pasturas consociadas frente a regímenes livianos de pastoreo. Las plantas de alfalfa muestran también una fuerte sensibilidad a las condiciones del canopeo.

Estudios sobre el efecto de la acumulación de forraje sobre la estructura de pasturas de alfalfa se han registrado variaciones de alrededor de 500 a 1300 ejes.m-2 para el rango de biomasa entre 5000 y 12000 kg MS.ha-1 (Lemaire et al, 1992). Sin embargo, en este tipo de especies donde se producen múltiples ejes a partir de una corona, el raleo de los mismos sería una respuesta adaptativa de las plantas frente a la densificación del canopeo para reducir su área foliar y, de ese modo, amortiguar la eventuales pérdidas en la población (Hutchings, 1979, citado por Matthew et al, 1995).

El manejo de alfalfa se ha fundamentado hasta el presente en ajustar la rotación o cortes al patrón cíclico de acumulación y utilización de carbohidratos no estructurales (Smith, 1960). En materiales que mostraron tolerancia al pastoreo intenso se ha indicado que la persistencia de la especie también estaría relacionada con la presencia de

un cierto área foliar residual después de la defoliación capaz de generar fotosintatos en forma inmediata y de independizar el rebrote subsiguiente de las reservas carbonadas de las raíces (Brummer y Bouton, 1992).

### UNA VISIÓN UNIFICADORA DE LAS ESPECIES FORRAJERAS: IMPLICANCIAS PARA EL MANEJO

Se han presentado evidencias que demuestran que el incremento de la biomasa acumulada en una pastura y, más directamente, la interferencia de las hojas sobre la iluminación interna del canopeo, conduce a modificaciones de algunas de las principales características estructurales que afectan el consumo animal en pastoreo. Concretamente se reparó en la relación lámina:vaina en gramíneas, hoja:tallo en leguminosa, en el contenido de N en la biomasa y en su distribución vertical en el canopeo, como así también en la densidad de individuos de las pasturas.

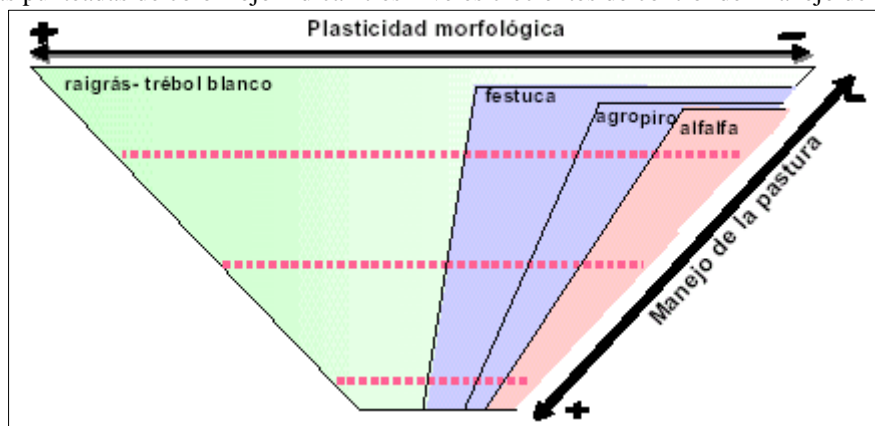
Desde un punto de vista aplicado es muy interesante que estas variaciones respondan a reglas comunes para forrajeras que incluyen desde las gramíneas hasta leguminosas tales como el trébol blanco y la alfalfa. Además, el hecho de que tales reglas puedan controlarse a través de características simples de una pastura, como lo es la cantidad de biomasa acumulada, revaloriza los base conceptual sobre la que se fundamentan los criterios de manejo desarrollados para pasturas de raigrás perenne y trébol blanco (Hodgson et al, 1990).

Esto no implica que todas las especies puedan soportar la alta intensidad en el régimen de pastoreo al que ellas se adecuan y, más aún, que ellas requieren para persistir en una pastura. Lo que sí es generalizable entre especies es el factor que debería controlarse para obtener un tipo determinado de estructura. En este sentido, las relaciones presentadas para una gama amplia de tipos forrajeros entre biomasa de forraje y proporción de láminas, contenido de N y densidad poblacional, muestran que es factible organizar todos estos aspectos bajo un modelo unificado de respuesta.

La Figura 4 ilustra estas ideas a través de un “abanico” en el cual cada banda vertical esquematiza una especie y el ancho de cada una de ellas es proporcional grado de plasticidad morfológica o flexibilidad de la especie frente a las variaciones en la intensidad del régimen de pastoreo. La superposición entre bandas indica el rango de condiciones en que las especies pueden presentar estructuras similares entre sí. En principio dicho abanico podría ubicar a raigrás perenne en un extremo, a alfalfa en el otro, y a especies como festuca alta y agropiro alargado en posiciones intermedias. La base del esquema representa la biomasa de forraje “objetivo”. En la medida que el manejo se desplace hacia ese punto, las diferencias morfológicas entre especies tenderán a reducirse. En el sentido contrario, se expresarán en grado creciente los contrastes morfológicos entre especies y los animales se confrontarán con una masa de forraje de composición morfológica y cualitativa cada vez más heterogénea.

Los resultados presentados previamente para algunas de las gramíneas de uso corriente en la región pampeana argentina, sugieren que ellas presentan menor adaptación al pastoreo intenso respecto del modelo raigrás-trébol blanco. Para alcanzar altas intercepciones lumínicas serían necesarios manejos extremadamente livianos, pero ello iría en detrimento de la eficiencia de utilización y de la calidad de las pasturas (Mazzanti y Lemaire, 1994; Agnusdei, 1999). Diversas experiencias locales de producción animal bajo pastoreo estarían indicando que no habría mayores beneficios en pagar tal costo. En este sentido, los resultados obtenidos en pasturas y pastizales indican que es factible lograr ganancias diarias de peso vivo entre 700 y 1000 g.día<sup>-1</sup> en forma sostenible durante el ciclo de crecimiento de vacunos para carne con cargas entre 600 y 2400 kg PV.ha<sup>-1</sup> para invierno y primavera, respectivamente, manteniendo biomاسas de alrededor de 1000-1500 kg MS.ha<sup>-1</sup> e IAFs subóptimos desde el punto de vista del crecimiento de forraje (Agnusdei et al, 1995; Mazzanti y Wade, 1997; Rodríguez Palma et al, 1999).

Figura 4. Esquemización de la adaptación de especies forrajeras al manejo. Las líneas punteadas de color rojo indican tres niveles crecientes de control del manejo de la pastura.



En cuanto a alfalfa, los resultados presentados muestran que la elevada proporción de tallos y, por ende, la baja calidad del forraje que se observa tarde o temprano en las plantas bajo condiciones de pastoreo rotativo estándar serían en gran medida controlables a través del estado de la pastura. Sin embargo, es escasa la información disponible para confrontar objetivamente las ventajas del manejo clásico de alfalfa respecto de alternativas de base ecofisiológica que, por ejemplo, ajusten el tiempo de rotación con el objetivo de lograr una relación hoja:tallo favorable y que regulen la provisión de asimilatos para el rebrote post-pastoreo a través del control del área foliar remanente a la salida de los animales.

#### BIBLIOGRAFÍA

- AGNUSDEI M.G. y COLABELLI M.B.  
AGNUSDEI et al., 1995  
AGNUSDEI, M.G. 1999. Analyse de la dynamique de la morphogenese foliaire et de la defoliation de plusieurs especes de graminees soumises a un paturage continu dans une communaute vegetale de la Pampa Humide (Argentine). Institut National Polytechnique de Lorraine, Nancy, Francia. 108 p.  
ASSUERO, S.G. 1998. Mediterranean and temperate tall fescues: physiological and morphological responses to water deficit and the effect of nitrogen on winter and early-spring field performance under grazing. Massey University, Palmerston North, New Zealand. 219 p.  
BACCARO, 1996  
BINNIE y CHESTNUT, 1994  
BRUMMER y BOUTON, 1992  
CORDERO, 1996  
CHAPMAN....  
CHARLES-EDWARDS et al., 1987  
HODGSON J. y OLLERENSHAW J.H. (1969) The frequency and severity of defoliation of individual tillers in set-stocked swards. *Journal of the British Grassland Society*, **24**, 226-234.  
HODGSON J. et al., 1990  
HODGSON J. 1995  
LEMAIRE G. et al., 1991  
LEMAIRE G. y GASTAL F., 1997  
MARINO A. et al., 1995  
MATTHEW C. et al., 1995  
MAZZANTI A. y LEMAIRES G., 1994  
MAZZANTI A. y WADE M.H., 1997  
ORR et al., 1990  
PUEYO D.J., 1996  
ROBIN et al., 1991  
RODRIGUEZ PALMA R., MAZZANTI A., AGNUSDEI M.G. y FERNÁNDEZ GRECCO R. 1999. Fertilización nitrogenada y productividad animal en pastizales bajo pastoreo continuo. *Revista Argentina de Producción Animal* 19: 301-310. ISSN 0326-0550.  
SCHWINING y PARSONS A. 1999  
SMITH .1960

Volver a: [Pasturas cultivadas](#)