

DESARROLLO MORFOLÓGICO DE *Digitaria eriantha* ssp *eriantha* Y

***Panicum coloratum* L. var *coloratum*.**

Autores: Gonzalez, Franco Alejandro

Ventimiglia, Paul

Director: Jouve, Varinia

Codirector: Ferri, Carlos

Universidad Nacional de La Pampa, Facultad de Agronomía

Año de presentación: 2016

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
PALABRAS CLAVES.....	4
INTRODUCCIÓN.....	4
MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	9
Peso de macollos.....	9
Partición de la materia seca.....	10
Índices por peso y cantidad.....	12
CONCLUSIÓN.....	15
BIBLIOGRAFÍA.....	15

RESUMEN

Las pasturas conformadas por gramíneas perennes se caracterizan por presentar una población de macollos con diferente estado de madurez en forma simultánea afectando la producción y calidad de la pastura. De allí, la necesidad de elaborar sistemas para cuantificar, en forma objetiva, el estado de desarrollo morfológico de una pastura, tal que considere su variabilidad, a los efectos de orientar decisiones de manejo. Para ello se elaboraron índices que toman en cuenta el peso (EMP) y la cantidad (EMC) de los macollos en cada etapa de desarrollo. Los objetivos fueron, en pasturas de digitaria (*Digitaria eriantha*) y mijo perenne (*Panicum coloratum*), cuantificar el estado de desarrollo morfológico e identificar diferencias entre las especies, usando índices de desarrollo; predecir el desarrollo morfológico y la proporción de lámina mediante el tiempo térmico y los índices de desarrollo, respectivamente. Para esto se marcaron tres parcelas de 3,0×6,0 m, sobre pasturas de digitaria y mijo perenne, en las que se cosechó semanalmente al ras del suelo, a partir de inicio de octubre (16 cortes), 30 macollos por parcela, tomados al azar. Luego se determinó el número de estado de cada macollo, se agruparon y contaron por categoría de estado. Por último, se secaron, pesaron y separaron en las fracciones morfológicas y se determinaron EMP y EMC. Los datos se analizaron mediante ANOVA, prueba LSD y regresión lineal, empleando variables auxiliares para diferenciar entre índices y especies. El peso promedio de digitaria fue mayor ($p > 0,05$) que el de mijo perenne. Se encontraron relaciones lineales estrechas ($p < 0,01$) entre los índices y el tiempo térmico y la proporción de lámina. Los índices utilizados, tanto por peso como por cantidad, permitieron determinar y predecir mediante el tiempo térmico el estado de desarrollo morfológico medio de las pasturas de digitaria y mijo perenne. El índice EMC fue más sensible para encontrar diferencias en el estado de desarrollo entre especies. Además, ambos índices, permitieron estimar la proporción de lámina.

PALABRAS CLAVES: índice de desarrollo, digitaria, mijo perenne, proporción de lámina.

INTRODUCCIÓN

En la región semiárida central parte de la superficie original del caldenal fue reemplazada, en forma progresiva por sistemas de producción tanto ganadero como mixtos o agrícolas. En las áreas donde se mantiene el bosque de caldén (*Prosopis caldenia*), su uso es predominantemente ganadero, con un manejo inadecuado que determinó la presencia de extensas superficies con distintos grados de degradación florística, a partir de la invasión de especies indeseables para la ganadería, que afectaron la capacidad de carga animal (SAyDS, 2006). Todo ello determinó la necesidad de mantener y/o incrementar la receptividad animal y para ello se trabajó con éxito en la implantación, en áreas de desmonte, planicies y médanos, de gramíneas C₄ perennes exóticas, como complemento forrajero del pastizal (Ferri, 2014).

Dentro de las especies C₄ estudiadas que se adaptan al ambiente, mijo perenne (*Panicum coloratum* L. var *coloratum*) y digitaria (*Digitaria eriantha* Steudel ssp *eriantha*) son las que mejor combinan los valores de acumulación de materia seca y valor nutritivo (Petruzzi *et. al.*, 1996). En general, estas especies se caracterizan por una disminución importante en el valor nutritivo a partir del pasaje al estado reproductivo, etapa que se extiende durante toda la estación de crecimiento. Los requerimientos de inducción reproductiva en gramíneas forrajeras C₄ están poco comprendidos, aunque parece claro que el requerimiento fotoperiódico sería menos determinante en estas especies que en las C₃. Incluso en regiones subtropicales en las que estas especies registran un crecimiento invernal es, prácticamente, nula la floración durante la primavera temprana, época en la que florecen la mayoría de las

gramíneas C₃. No es claro en qué medida esta floración más tardía se debe a la necesidad de acumular un determinado tiempo térmico u otros factores (Lattanzi, 2011).

Lo anterior es de importancia dado que, en general, las pasturas conformadas por gramíneas perennes se caracterizan por presentar una población de macollos con diferente estado de madurez en forma simultánea. Esto afecta el manejo de la defoliación, dado que la producción y calidad de la pastura son afectadas por su composición morfológica (Moore y Moser, 1995). Ello determinó la necesidad de elaborar sistemas para cuantificar, en forma objetiva, el estado de desarrollo morfológico de una pastura, tal que considere su variabilidad, a los efectos de orientar decisiones de manejo (por ej., inicio del pastoreo, cosecha para heno, pastoreo de los rebrotes, aplicación de agroquímicos) y a los fines de la investigación. De este modo, se pretende superar la cuantificación visual del desarrollo, la cual tiende a sobreestimar el estado de madurez de la pastura, debido a que los macollos reproductivos son visualmente dominantes en la población (Mitchell *et al.*, 1997).

El desarrollo ontológico de los macollos de gramíneas perennes se puede dividir, según Moore *et al.*, (1991) en cuatro estados: vegetativo, elongación de tallos, reproductivo y madurez de las semillas, los que a su vez se pueden dividir en subestados, que se corresponden con eventos morfológicos específicos. Esta clasificación permitió, al asignar un número a cada estado y subestado, la elaboración de escalas numéricas que pueden ser usadas con fines cuantitativos, como la construcción de índices. A su vez, estas escalas, pueden variar en función de las diferencias entre las especies.

Así, el estado morfológico medio de una pastura puede ser calculado a través de índices que toman en cuenta la cantidad o el peso de los macollos en cada estado, en relación con la cantidad o peso total de la muestra, respectivamente (Moore *et al.*, 1991). Luego, estos índices pueden ser utilizados para establecer posibles relaciones entre la madurez del forraje y

variables de calidad o producción (Kalu y Fick, 1981). A su vez, a partir de relacionar el tiempo térmico (*i.e.* los grados días) acumulado con los valores del índice, se podría predecir el momento adecuado para realizar aquellas prácticas de manejo que dependen del estados de desarrollo (Sanderson y Moore, 1999).

Por otro lado, también sería de interés conocer la partición de la materia seca entre componentes morfológicos (lámina, tallo+vaina, e inflorescencia) y flujo de senescencia a lo largo de la estación de crecimiento dado que, por un lado, ayudaría a explicar el desarrollo y, por otro, es un indicador útil para evaluar el efecto de la dinámica estacional en la calidad de la pastura.

Los objetivos fueron 1) cuantificar el estado de desarrollo morfológico e identificar diferencias entre las especies, usando índices de desarrollo; 2) predecir el desarrollo morfológico mediante el tiempo térmico y 3) determinar la partición de la materia seca entre las fracciones morfológicas y establecer la relación existente entre la proporción de lámina y los índices de desarrollo, en pasturas de mijo perenne y digitaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se efectuó en el campo experimental de la Facultad de Agronomía (UNLPam) (36°46' lat. Sur; 64°16' long. Oeste, 210 snm), sobre pasturas monofíticas de mijo perenne (*Panicum coloratum* L. var. *coloratum*) cv Verde y digitaria (*Digitaria eriantha* ssp. *eriantha*) cv Irene, implantadas en 1996. Ambas pasturas fueron utilizadas durante las estaciones de crecimiento anteriores mediante pastoreo con carga continua. En cada pastura, se marcaron y cercaron, para excluir del pastoreo, tres parcelas de 3,0 x 6,0 m para cuantificar el desarrollo morfológico según la escala propuesta por Sanderson (1992) (**Cuadro 1**).

A partir del día 7 de octubre de 2014, cada siete días, se cosecharon al ras del suelo 30 macollos por parcela, tomados al azar durante 16 cortes (112 días). Para ello, se apoyó sobre la superficie del suelo cada 50 cm, en una dirección establecida al azar, un dispositivo denominado marco de puntos (Goodall, 1952). El mismo consta de un bastidor con cinco varillas que se desplazan hacia el suelo en un ángulo de 45°, así se seleccionaron y cosecharon los macollos interceptados por las varillas de cada extremo y central. Luego, se determinó el estado fenológico de cada macollo cortado, según la escala expuesta, se agruparon según el estado en que se encontraban y se contaron (**Cuadro 1**). Posteriormente, se secaron en estufa (60°C, 72 h), se pesaron y separaron en sus fracciones morfológicas lámina, tallo+vaina (de aquí en adelante tallo), panoja y material muerto (Sanderson y Wolf, 1995).

Cuadro 1. Escala de estados numéricos basada en descriptores morfológicos (Sanderson 1992).

Estado numérico	Descriptores Morfológicos
0,5	Rebrote en primavera
Vegetativo: desarrollo de hojas	
1-10	Estado de desarrollo foliar: 1, hoja completamente expandida, etc. La transición se establece por cuartos: 1,25 equivale a una hoja completamente expandida más otra hoja en elongación, cuya longitud es inferior a la mitad de la expandida, etc. Las hojas muertas se contabilizan de igual forma.
Elongación: elongación de tallo	
11-19	Tallo desarrollado cuantificado por el número de nudos palpables.
Reproductivo: desarrollo floral	
20	Estado de bota. Inflorescencia palpable o visible en la vaina de la hoja bandera.
21-29	Inflorescencia parcialmente excerta: 21, 10% excerta; 22, 20% excerta, etc.
30	Inflorescencia completamente excerta (aparición de la última ramificación inferior del raquis de la inflorescencia)
31	Antesis (anteras visibles)
32	Estado de máxima antesis
Desarrollo de semillas y madurez	
33	Semillas con endosperma pastoso
34	Semillas con endosperma duro
35	Desprendimiento de semillas

Para determinar el estado medio por peso (EMP) y por cantidad (EMC) se utilizaron los siguientes modelos:

$$EMP = \sum_{0,5}^{35} (S \times D) / W$$

$$EMC = \sum_{0,5}^{35} (S \times N) / C$$

donde: S = número de estado (de 0,5 a 35 de acuerdo a escala; Cuadro 1), D = peso seco de los macollos en el estado S, W = peso seco total de la muestra de los 30 macollos, N = número de macollos en el estado S y C = número total de macollos en la muestra.

La temperatura del aire se registró cada 30 minutos, en abrigo meteorológico a 1,50 m de altura, mediante un data logger. Para determinar el tiempo térmico se utilizó la sumatoria de los grados días (GD) acumulados durante el periodo de evaluación de las pasturas comenzando el 7 octubre de la siguiente forma:

$$GD = \sum_{i=1}^n (Tm - Tb), \text{ donde si } Tm < Tb, \text{ entonces } Tm = Tb,$$

donde: Tm es la temperatura media diaria, Tb es la temperatura base (10°C) y n es el número de días desde el inicio de las mediciones. La temperatura base de 10°C fue seleccionada por haber sido utilizada por varios autores en trabajos con gramíneas perennes de crecimiento estival (George y Reigh, 1987; Sanderson y Moore, 1999).

Los datos de peso de macollos se analizaron mediante análisis de la variancia con un diseño de parcelas divididas, donde la parcela mayor correspondió a las especies y la subparcela a los cortes. Las diferencias entre medias se establecieron mediante la prueba LSD de Fisher ($\alpha=0,05$). Para determinar las relaciones entre los índices (EMP y EMC), partición de la materia seca y el tiempo térmico se realizaron regresiones lineales simples, utilizando variables auxiliares (*dummy*) para diferenciar entre índices (EMP= 0; EMC= 1) y especies

(digitaria= 0; mijo perenne= 1). Todos los análisis fueron realizados con el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al*, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PESO DE LOS MACOLLOS

El incremento del peso de los macollos, a través del periodo de evaluación, difirió entre especies (interacción especie \times corte; $p < 0,01$; EE: 0,258), donde digitaria presentó un mayor ($p < 0,05$) peso promedio que mijo perenne (11,4 vs 7,4; respectivamente). Ambas especies, alcanzaron el pico máximo de peso de los macollos alrededor de los 1000 GD, en digitaria dicho pico duplicó al de mijo perenne (**Figura 1**).

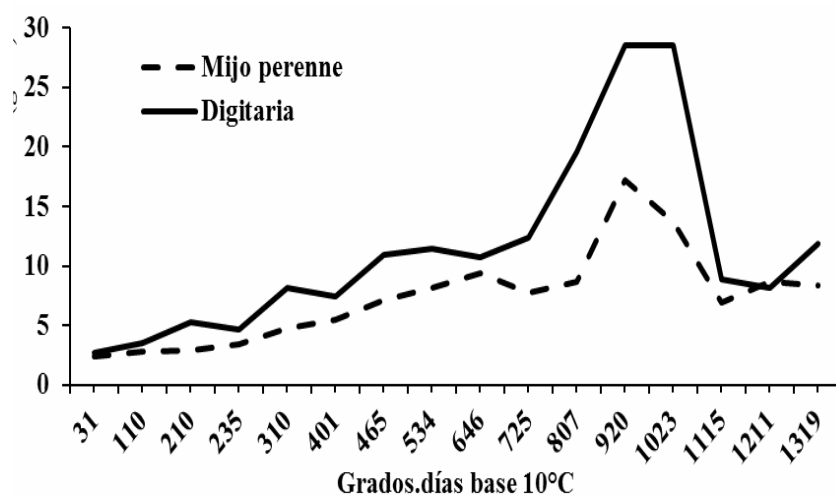


Figura 1. Peso de macollos de digitaria y mijo perenne. Los datos provienen de 3 parcelas para cada especie, a las cuales se le realizaron 16 cortes de 30 macollos.

PARTICIÓN DE LA MATERIA SECA

La materia seca acumulada de tallo, a partir de los 720 grados días, aumentó abruptamente en ambas especies (corte 10) hasta alcanzar un valor máximo que duplicó (mijo perenne) y triplicó (digitaria) el de ese corte, lo que indicaría el pasaje al estado reproductivo con la consecuente elongación de tallos. La posterior disminución (a partir del corte 13) indicaría la incorporación de macollos nuevos en la determinación de la materia seca acumulada (**Figura 2**). Por este motivo, las tasas de desarrollo fueron establecidas hasta ese momento. . Además, al igual que Sanderson (1992), se observó que con el avance del periodo evaluado se produjo una disminución y un aumento lineal ($p < 0,01$) en la proporción de materia seca de lámina y tallo, respectivamente, en ambas especies (**Figura 3a y b**).

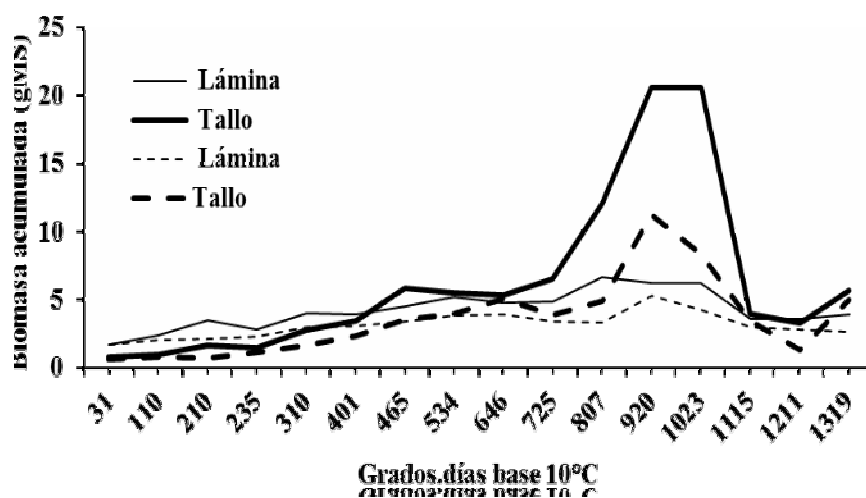
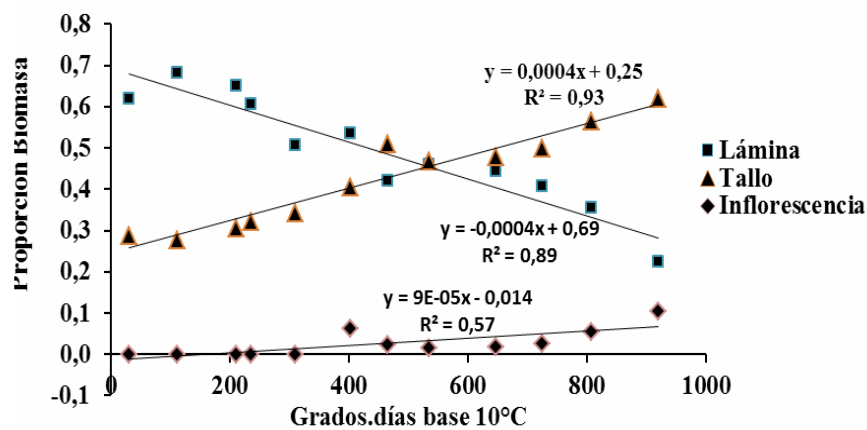


Figura 2. Materia seca acumulada de lámina y tallo de las especies digitaria (——) y mijo perenne (-----). Los datos provienen de la media de 3 parcelas para cada especie, a las cuales se le realizaron 16 cortes de 30 macollos.

a)



b)

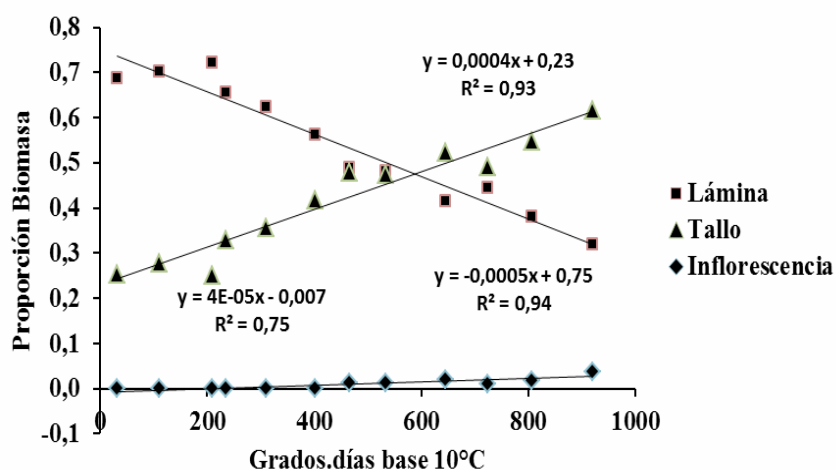


Figura 3. Partición de la materia seca en sus componentes morfológicos, lámina, tallo e inflorescencia en el periodo de evaluación de las especies (a) digitaria y (b) mijo perenne, en el año 2014/2015. Los datos provienen de la media de 3 parcelas para cada especie, donde se evaluaron 12 cortes de 30 macollos.

ÍNDICES POR PESO Y CANTIDAD

Los índices EMP y EMC en función de los grados días presentaron una relación lineal estrecha ($p < 0,0001$), para ambas especies (**Cuadro 2**). A su vez, el estado de desarrollo calculado como EMP fue mayor ($p < 0,0001$) que EMC para ambas especies. Esto se debería a que el peso de los macollos maduros es mayor que el de los jóvenes, incidiendo en mayor proporción sobre EMP que EMC, dado que en EMC todos los macollos contribuyen de igual manera (Kalu y Fick, 1981)

Cuadro 2: Relaciones entre índices de desarrollo (y) y grados días base 10°C (GD) acumulados desde el 7-10-2014, dentro de cada especie (digitaria y mijo perenne).					
Especie	Índice	Intercepto	bx	R ²	EE
Digitaria	EMP	0,71	0,0201GD	0,823	2,4
	EMC	0,71	0,0145GD		
Mijo perenne	EMP	1,15	0,0219GD	0,888	2,1
	EMC	1,15	0,0171GD		

EMP, estado medio por peso; **EMC**, estado medio por conteo; **EE**, error estándar.

A su vez, la tasa de acumulación de materia seca de los macollos de digitaria fue mayor ($p < 0,05$) que la de mijo perenne (0,0229 vs 0,0139 g GD⁻¹; $R^2 = 0,842$; $EE = 2,6$), indicando que los macollos de digitaria son más pesados que los de mijo perenne. Esto explicaría porque, a través de EMP, no se detectaron diferencias entre ambas especies en cuanto a su estado de desarrollo (**Cuadro 3**). Además, se encontraron relaciones lineales estrechas (**Cuadro 4**) entre estos índices con la proporción de lámina en la biomasa, para

ambas especies. Esta relación, permitiría predecir la proporción de lámina acumulada de acuerdo al grado de desarrollo de la especie. Al conocer la proporción de lámina se puede inferir el valor nutritivo de la pastura (Ferri *et al.*, 2011).

Cuadro 3: Relaciones lineales entre índices de desarrollo (y) y grados días base 10°C (GD) acumulados desde 7-10-2014, entre especies (digitaria y mijo perenne).					
Índice	Especie	Intercepto	bx	R ²	EE
EMP	Digitaria	0,71	0,0214GD	0,853	2,5
	Mijo perenne				
EMC	Digitaria	1,15	0,0139GD	0,839	2,0
	Mijo perenne	1,15	0,0171GD		

EMP, estado medio por peso; **EMC**, estado medio por conteo; **EE**, error estándar

Cuadro 4: Relaciones lineales entre la proporción de lámina (y) e índices de estado medio por peso (EMP) y por conteo (EMC), en digitaria y mijo perenne.				
Especie	Intercepto	bx	R ²	EE
Digitaria	0,71	-0,0226EMP	0,865	2,2
	0,66	-0,0226EMC		
Mijo perenne	0,78	-0,0217EMP	0,883	2,2
	0,73	-0,0217EMC		

EMP, estado medio por peso; **EMC**, estado medio por conteo; **EE**, error estándar

CONCLUSIÓN

Los índices utilizados, tanto por peso como por cantidad, permitieron determinar y predecir mediante el tiempo térmico el estado de desarrollo morfológico medio de las pasturas de digitaria y mijo perenne. El índice estado medio por cantidad fue más sensible para encontrar diferencias entre especies. Además, ambos índices, permitieron estimar la proporción de lámina.

BIBLIOGRAFÍA

- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., González, L., Tablada, M. y Robledo, C.W. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Ferri C.M. 2011. Relaciones entre la composición química y estructura en *Panicum coloratum* L. Revista Argentina de Produccion Animal. 31 (Supl. 1):439-589.
- Ferri C.M. 2014. Gramíneas forrajeras perennes de crecimiento estival (C4) para la región Pampeana semiárida, en el contexto de la intensificación ganadera y del cambio climático. En Resultados finales. Proyectos de investigación científica y tecnológica orientados al desarrollo productivo provincial. Santa Rosa, Universidad Nacional de La Pampa, EdUNLPam, pp. 92-145.
- George J.R. y Reigh, G.S. 1987. Spring growth and tiller characteristics of switchgrass. Canadian Journal of Plant Science 67:167-174.
- Goodall, D.W. 1952. Some considerations in the use of point quadrats for the analysis of vegetation. IV Patterns and minimal area. Australian Journal Scientific Research 5: 1-41.

- Kalu, B. A, y Fick, G. W, 1981. Quantifying Morphological stage of maturity as a predictor of alfalfa herbage quality. *Crop Science* 23:267-271.
- Lattanzi, F.A. 2011. Crecimiento de plantas forrajeras. En: C.A. Cangiano y M.A. Brizuela (Eds). *Producción Animal en Pastoreo*. INTA. MAGP. 63-86 pp.
- Mitchel, R.B.; Moser K. P. y Moore, K. J. 1997. Relationships of visual and quantitative methods of grass sward development. *In: Proc. 18th Internacional Grassland Congress*, Winnipeg, Manitoba, Canada. 7-8
- Moore, K.J.; Moser, L.E.; Vogel, K.P.; Wallier, S.S.; Jonson, B.E. y Pedersen, J.F. 1991. Describing and quantifying growth stages of perennial forage grasses. *Agronomy journal* 83: 1073-1077.
- Moore, K.J. y Moser, K.P. 1995. Quantifying Developmental Morphology of Perennial Grasses. *Crop Science* 35: 37-43.
- Petruzzi H.J.; Jouve, V.V.; Ferri C.M.; Stritzler N.P. y Pagella J.H. 1996. Tasa de crecimiento y valor nutritivo de siete gramíneas estivales en la región Pampeana semiárida. *Revista Argentina de Producción Animal* 16: 175-176.
- Sanderson M.A. 1992. Morphological development of Switchgrass and Kleingrass. *Agronomy Journal* 84: 415-419.
- Sanderson M.A. y Wolf, D.D. 1995. Morphological development of switchgrass in diverse environments. *Agronomy Journal* 87: 908-915.
- Sanderson M.A., y Moore, K.J. 1999. Switchgrass morphological development predicted from day of the year or degree day models. *Agronomy Journal* 91: 732-734.
- SAyDC (Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable). 2006. Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. Inventario de campo de la región del espinal distritos Caldén y Ñandubay. Anexo 1. Estado de conservación del distrito Caldén 77 p