

CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DO CAPIM-ELEFANTE 'NAPIER' ADUBADO E IRRIGADO¹

Morphogenetic and structural characteristics of 'Napier' elephant grass fertilized and irrigated

Alex Carvalho Andrade², Dilermando Miranda da Fonseca³, Rogério dos Santos Lopes⁴,
Domício do Nascimento Júnior³, Paulo Roberto Cecon⁵, Domingos Sávio Queiroz⁶,
Dalton Henrique Pereira⁷, Sidnei Tavares Reis⁸

RESUMO

Objetivou-se avaliar a dinâmica do aparecimento, do alongamento e da senescência de folhas do capim-elefante 'Napier' após pastejo de uniformização. O trabalho consistiu de dois experimentos, para o estudo de quatro tratamentos de adubação (T1: 100 kg de N e 80 kg de K, T2: 200 kg de N e 160 kg de K, T3: 300 kg de N e 240 kg de K e T4: 400 kg de N e 320 kg de K), sendo um irrigado e outro sem irrigação, segundo o delineamento de blocos ao acaso com três repetições. As plantas da área irrigada atingiram um maior número de folhas verdes (5 folhas) em um menor intervalo de crescimento (51,5 dias) do que as plantas não irrigadas (4,3 folhas em 68 dias). As taxas médias de aparecimento foliar foram 0,14 e 0,07 folhas/dia para os perfilhos basilares e aéreos, respectivamente. Observou-se resposta linear e positiva entre acúmulo de graus-dia (GD) e o índice de Haun, estimando-se filocronos de 84,0 e 150,8 GD para os perfilhos basilares e aéreos, respectivamente, na área irrigada. Para a área não irrigada os valores foram de 105,4 GD para os perfilhos basilares e 173,3 GD para os perfilhos aéreos. A taxa de alongamento foliar nos perfilhos basilares variou com a adubação; seu maior valor foi de 11,6 cm/dia referente à combinação de 200 kg/ha de N e 160 kg/ha de K. As plantas da área irrigada apresentaram maior taxa de alongamento foliar (11,58 cm/dia) em relação às da área não irrigada (7,99 cm/dia). A irrigação resultou em maior senescência foliar em ambos os tipos de perfilhos.

Termos para indexação: filocrono, taxa de alongamento foliar, taxa de aparecimento foliar, taxa de senescência foliar

ABSTRACT

The objective of this study was evaluate the leaf appearance, extension and senescence rates in 'Napier' elephant grass after uniformized graze. The study consisted of two experiments, for the evaluate the effect of four manuring treatments (T1: 100 kg of N and 80 kg of K, T2: 200 kg of N and 160 kg of K, T3: 300 kg of N and 240 kg of K and T4: 400 kg of N and 320 kg of K), on the an irrigated and no irrigated area, in a randomized block desing, with three replicates. The plants of the irrigated area reached a larger number of green leaves (5 leaves) in a smaller growth interval (51.5 days) that the plants not irrigated (4.3 leaves in 68 days). The average leaf appearance rates were 0.14 and 0.07 leaf/day for the basal and aerial tillers, respectively. Linear and positive answer was observed among degrees-day (DD) accumulation and the index of Haun, being considered phyllochron of 84.0 and 150.8 DD for the basal and aerial tillers, respectively, in the irrigated area. For the area not irrigated the values were of 105.4 DD to the basal tillers and 173.3 DD for the aerial tillers. The leaf extension rate in the basal tillers varied with the manuring; his largest value was of 11.6 cm/day regarding the combination of 200 kg/ha of N and 160 kg/ha of K. The plants of irrigated area shown a larger leaf extension rate (11.58 cm/day) in relation to that of the area not irrigated (7.99 cm/day). The irrigation resulted in larger leaf senence in both types of tillers.

Index terms: leaf appearance rate, leaf extension rate, leaf senescence rate, phyllochron

(Recebido para publicação em 24 de setembro de 2003 e aprovado em 3 de novembro de 2004)

INTRODUÇÃO

A unidade básica de crescimento da gramínea é o fitômero, que se constitui de lâmina, bainha, entrenó, nó e gema. Cada fitômero tem origem nos primórdios foliares que se formam alternadamente em lados opostos do ápice do colmo. O intervalo de tem-

po, em dias, entre o aparecimento de dois primórdios foliares sucessivos é conhecido como plastocrono e, de outro modo, denomina-se filocrono o intervalo de tempo, em dias, entre o aparecimento de duas folhas sucessivas (LANGER, 1972), sendo o último mais usado por não ser destrutivo. As respostas das plantas à desfolhação podem ser de duas formas: fisio lógicas e morfológicas.

1. Parte da tese de Doutorado do primeiro autor, financiada pelo CNPq.

2. Zootecnista Bolsista de Recém-Doutor da Universidade Federal de Lavras/UFLA – acandrade@ufla.br

3. Professor do Departamento de Zootecnia – Universidade Federal de Viçosa/UFV.

4. Zootecnista D.Sc. – Forragicultura e Pastagens.

5. Professor do DPI/Universidade Federal de Viçosa/UFV.

6. Pesquisador da EPAMIG, Viçosa-MG.

7. Zootecnista, estudante de Doutorado da Universidade Federal de Viçosa/UFV.

8. Engenheiro Agrônomo M.Sc. – Nutrição de Ruminantes.

As respostas fisiológicas geralmente são de curta duração, ao passo que as morfológicas são mais duradouras. A extensão na qual essas respostas influenciam as características das plantas forrageiras e a produção, depende do regime de desfolhação, do balanço resultante do suprimento e da demanda dos recursos disponíveis pelos drenos de crescimento (Chapman e Lemaire, 1993).

Células, órgãos ou plantas inteiras, eventualmente, experimentam em maior ou menor grau, a senescência. A senescência foliar usualmente caracteriza-se pela redução dos níveis de clorofila e proteínas. Este processo pode ser acelerado por estresses, tais como: temperaturas elevadas, ausência de luz, excesso de água, déficits hídricos e de nutrientes minerais (CALBO, 1989). O aumento da senescência decorrente de deficiência nutricional da planta ocorre em virtude da alta translocação de nitrogênio e fósforo para as folhas mais novas (HILL, 1980).

Sugimoto e Nikki (1979) demonstraram que a capacidade de fixação de carbono pelo capim-de-rhodes diminui sensivelmente, se o nível de nitrogênio das folhas não for mantido, no mínimo, em 3%. Corsi e Nascimento Júnior (1986) acrescentam que o nível de nitrogênio em folhas velhas pode ser limitante quando a demanda de nutrientes por drenos metabólicos ativos (crescimento de folhas e perfilhamento de plantas forrageiras) é muito elevada, exigindo a reciclagem desse elemento para esse sítio de síntese protéica.

A produtividade de uma gramínea forrageira decorre da contínua emissão de folhas e perfilhos, processo importante na restauração da área foliar, sob condições de corte ou pastejo. No entanto, a idade fisiológica em que as plantas são colhidas e as condições de ambiente às quais estão submetidas influenciam o seu crescimento e o valor nutritivo. Esse último está intimamente relacionado com o consumo e a utilização pelos animais. Dessa forma, estudos da dinâmica do crescimento de folhas e perfilhos de gramíneas forrageiras perenes, são importantes para a definição de estratégias de manejo das plantas forrageiras sob diversas condições do meio. Assim, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito de doses crescentes de nitrogênio (N) e potássio (K) e da irrigação sobre a morfogênese de folhas e perfilhos do capim-elefante 'Napier' (*Pennisetum purpureum* Schum.).

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de solo da área experimental revelaram as seguintes características químicas: pH (H₂O 1:2,5)

5,3; P e K (Mehlich) 0,6 e 17 mg/dm³, respectivamente; Ca, Mg e Al (KCl 1 mol/L) 1,8; 0,4 e 0,2 cmol/dm³, respectivamente; H+Al (Ca (OAc)₂ 0,5 mol/L), 3,6 cmol/dm³. Em função dos resultados da análise de solo, efetuou-se a sua correção com base no método da saturação por bases (V%) (CFSEMG, 1999), mediante aplicação de calcário dolomítico, elevando-se a saturação por bases a 70%.

Foram conduzidos dois experimentos simultâneos para o estudo de adubações nitrogenada e potássica em capim-elefante, sendo um experimento irrigado e outro sem irrigação. Os tratamentos consistiram da associação de quatro doses de N e K, em kg/ha (T1: 100 kg de N + 80 kg de K, T2: 200 kg de N + 160 kg de K, T3: 300 kg de N + 240 kg de K e T4: 400 kg de N + 320 kg de K). O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com três repetições. Cada experimento constou de um total de 12 unidades experimentais (piquetes) de 300 m², para acomodar as três repetições de cada tratamento. Todas as unidades experimentais foram submetidas a um pastejo de uniformização, ficando os piquetes com resíduos semelhantes.

Durante o período de avaliação, a temperatura média máxima foi de 28,2°C e a mínima, de 8,3°C. A precipitação pluvial total foi de 578,7 mm e a umidade relativa do ar variou entre 61,89 e 92,25%.

As adubações nitrogenada e potássica foram parceladas em quatro aplicações na área irrigada, sendo 70% no período chuvoso e 30% no seco. Na área sem irrigação esse parcelamento foi de três vezes, apenas no período chuvoso.

A irrigação foi realizada até meados de outubro, por meio de um sistema de aspersão convencional, observando turno de rega variável, usando-se o método do tanque classe A para estimativa da evapotranspiração de referência.

Avaliou-se o crescimento de folhas e perfilhos do capim-elefante 'Napier', no período de 13 de agosto a 26 de novembro de 1999, em ambos os experimentos.

Em 13/08/99 foram escolhidas três touceiras representativas dentro de cada piquete (300 m²), sendo identificados aleatoriamente, com o auxílio de uma corda de nylon colorida, um perfilho basilar e um aéreo por touceira selecionada, perfazendo um total de seis perfilhos marcados (três basilares e três aéreos) por piquete.

Com o auxílio de uma régua milimetrada foram efetuadas medições do comprimento das lâminas foliares dos perfilhos marcados, duas vezes por semana, anotando-se os valores em planilhas apropriadas. O comprimento da lâmina emergente foi medido do seu ápice até a lígula da última folha completamente expan

dida. A lâmina foliar teve o seu comprimento medido até a sua completa expansão, ou seja, até o aparecimento da lígula.

Com os dados registrados nas planilhas, referentes ao estudo de crescimento de folhas, calcularam-se as seguintes variáveis:

Taxa de alongamento foliar (TAIF – cm/dia/perfilho) – obtida com base em nove perfilhos basilares e nove aéreos por tratamento, nas áreas irrigada e não-irrigada. Subtraiu-se o comprimento total inicial de lâminas foliares do comprimento total final e, dividiu-se a diferença pelo número de dias envolvidos (105 dias).

Taxa de aparecimento de folhas (TApF – folhas/dia/perfilho) – obtida pela divisão do número de folhas completamente expandidas (lígula exposta) surgidas por perfilho pelo número de dias envolvidos (105 dias); os valores médios foram obtidos de nove perfilhos basilares e nove aéreos de cada tratamento. O inverso da TApF estimou o filocrono, em dias.

Filocrono (graus-dia/folha) – intervalo de tempo térmico entre o aparecimento de duas folhas sucessivas, calculado por intermédio da regressão entre o índice de Haun (HAUN, 1973) e o acúmulo de graus-dia, considerando-se temperatura mínima basal da planta de 10°C. Para o cálculo do filocrono, usaram-se as seguintes fórmulas:

1) **GD**(graus-dia):

$$GD = \left(\frac{TM - Tm}{2} \right) + (Tm - Tb)$$

em que: TM = temperatura máxima do ar (°C); Tm = temperatura mínima do ar (°C); Tb = temperatura mínima basal da planta (°C).

2) **Índice de HAUN** (WILHELM e MCMMASTER,

$$1995): IH = \left(\frac{Cem}{Cexp} \right) + (N - 1)$$

em que: Cem=comprimento da última folha emergente (cm); Cexp=comprimento da última folha completamente expandida (cm); N=número total de folhas visíveis no perfilho.

Taxa de senescência foliar (cm/dia.perfilho) – Foi calculada dividindo-se a diferença entre o comprimento inicial do tecido verde e o seu comprimento final pelo número de dias envolvidos (105 dias); valores médios foram obtidos de nove perfilhos basilares e nove

aéreos por tratamento, para as áreas irrigada e não-irrigada.

Análise estatística

Os valores das variáveis morfogênicas taxa de alongamento foliar (TAIF), taxa de aparecimento foliar (TApF) e taxa de senescência foliar (TSENF) foram submetidos à análise de variância, separadamente, para as partes irrigada e não-irrigada. Foi feita uma relação entre os quadrados médios residuais dos dois experimentos (irrigado e não-irrigado). Quando o valor dessa relação era igual ou inferior a cinco, realizou-se uma análise conjunta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dinâmica do crescimento de folhas e perfilhos

Quanto ao número de folhas vivas expandidas por perfilho, observou-se resposta sigmóide para ambos os perfilhos (basilares e aéreos) na área irrigada, estabilizando-se com 6,1 folhas verdes aos 55 dias, para os perfilhos basilares, e 3,9 aos 48 dias de rebrotação, para os aéreos (Figura 1). Na área sem irrigação, de maneira análoga à área irrigada, observou-se também resposta sigmóide para ambos os perfilhos (basilares e aéreos), quanto ao número de folhas vivas expandidas por perfilho, estabilizando-se com 5,2 folhas verdes aos 72 dias, para os perfilhos basilares, e 3,5 aos 64 dias de rebrotação, para os aéreos (Figura 2).

As plantas da área irrigada atingiram maior número de folhas verdes (5 folhas, média dos perfilhos basilares e aéreos) em menor intervalo de crescimento (51,5 dias), em relação às plantas não-irrigadas (4,3 folhas em 68 dias), provavelmente decorrente da alta taxa de aparecimento foliar das plantas irrigadas ($\hat{Y} = 0,11$ folhas/dia, média dos perfilhos basilares e aéreos) em comparação às não-irrigadas ($\hat{Y} = 0,09$ folhas/dia).

A duração de vida das folhas é um parâmetro morfológico determinante no equilíbrio entre o fluxo de crescimento e o fluxo de senescência. As plantas irrigadas apresentaram vida útil das folhas (45 dias) três dias a menos do que as plantas não-irrigadas (48 dias), provavelmente decorrente da mais alta taxa de aparecimento foliar nessas plantas, pois toda aceleração da velocidade de surgimento é acompanhada de diminuição equivalente de sua duração.

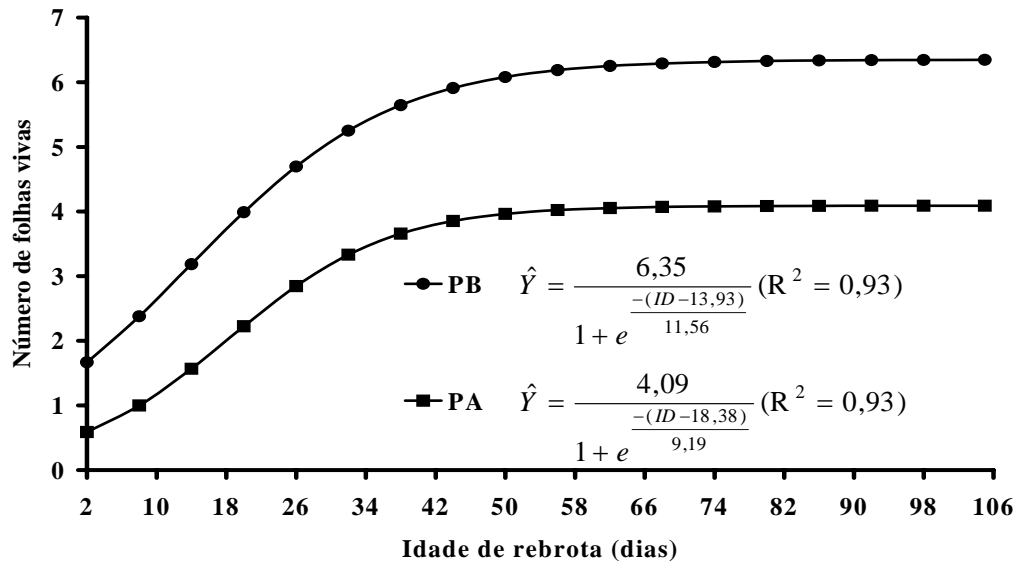


FIGURA 1 – Estimativa do número de folhas vivas expandidas de perfilhos basiliares (PB) e aéreos (PA) do capim-elefante, na área irrigada, em função de diferentes idades.

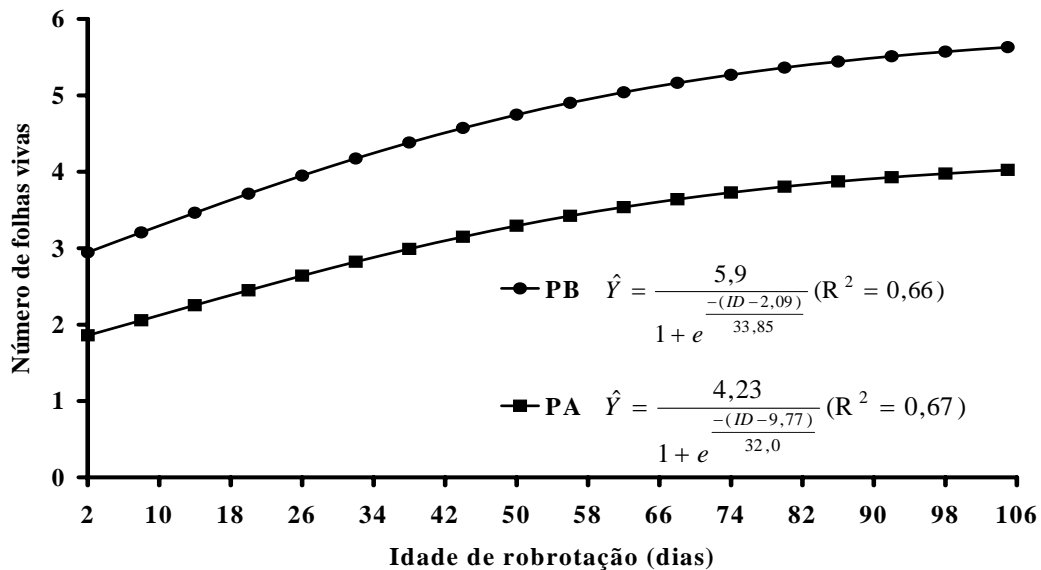


FIGURA 2 – Estimativa do número de folhas vivas expandidas, de perfilhos basiliares (PB) e aéreos (PA) do capim-elefante, na área não irrigada, em função de diferentes idades.

O tempo para estabilização do número de folhas verdes por perfilho, quando o surgimento de novas folhas compensa a senescência das primeiras folhas, é sugerido como critério na determinação do período de descanso do pastejo rotativo (FULKERSON e SLACK, 1995). Entretanto, outras variáveis, como o maior comprimento das últimas folhas expandidas, podem compensar a área foliar perdida por senescência e morte das primeiras folhas. Ademais, enfatiza-se considerar a relação folha/colmo para completar aquele critério, haja vista sua relevância quanto ao valor nutritivo e consumo de forragem. Portanto, nas decisões de manejo, é importante associar características morfogênicas a índices de crescimento que revelam o estágio de desenvolvimento da planta (CALBO et al., 1989).

Taxa de aparecimento de folhas (TApF)

Não foi observada diferença ($P>0,05$) entre as doses de N e K e irrigação e nem da interação destes fatores sobre a taxa de aparecimento foliar do capim-elefante, tanto nos perfilhos basilares (0,14 folhas/dia.perfilho) quanto nos aéreos (0,07 folhas/dia.perfilho) (Tabela 1).

O efeito da nutrição nitrogenada sobre a TApF de gramíneas cespitosas é muito baixo (GASTAL e LEMAIRE, 1988), enquanto seu efeito sobre a TAIF é muito importante (GASTAL et al., 1992), levando a grande aumento no tamanho da folha com a elevação do nível de N.

Na ausência de limitações hídricas e nutricionais, a planta produz folhas a um ritmo determinado geneticamente em função direta da ação da temperatura ambiente sobre o meristema apical (PEACOCK, 1975). Entretanto, na presença de déficit hídrico a planta apresen-

ta mudanças com relação à repartição dos assimilados, demonstrando uma estratégia adaptativa (NABINGER, 1996). Nesse sentido, Morales e Nabinger, citados por Nabinger (1996), observaram menor taxa de aparecimento de folhas em *Lótus corniculatus* L. sob estresse hídrico. Acrescentam, ainda, que a primeira estratégia para reduzir a demanda da parte aérea é a redução do número de ramificações emitidas por planta, seguida pela diminuição no tamanho dos folíolos das ramificações e da haste principal e, finalmente, por redução na taxa de emissão de folhas. Neste trabalho com o capim-elefante não se observou diferença ($P>0,05$) na taxa de aparecimento foliar dos perfilhos basilares e aéreos entre as áreas irrigada e não-irrigada (Tabela 1), possivelmente devido a esta estratégia da planta, que primeiro reduz o número de perfilhos para depois reduzir o tamanho da folha, que está correlacionado com a taxa de alongamento foliar e, por último, ocorre redução na taxa de aparecimento foliar.

A taxa de aparecimento foliar é fortemente influenciada pela temperatura e disponibilidade hídrica (NORRIS e THOMAS, 1982; MATTOS, 1996). Como nos primeiros meses de avaliação as temperaturas foram muito baixas (final de inverno e início da primavera), julga-se este o principal fator que levou as plantas irrigadas a não apresentarem maior taxa de aparecimento foliar.

O intervalo médio de aparecimento de folhas para os perfilhos basilares foi de 7,1 dias (média das plantas irrigadas e não-irrigadas), valor que se aproxima do encontrado por Almeida et al. (2000) para capim-elefante anão (6,5 dias).

TABELA 1 – Taxas de aparecimento de folhas (TApF) de perfilhos basilares e aéreos do capim-elefante nos diferentes tratamentos de N e K e na presença e ausência de irrigação

N	K	TApF	
		Perf. Basilares	Perf. Aéreo
----- kg/ha -----		----- folhas/dia -----	
100	80	0,1481a	0,0712a
200	160	0,1370a	0,0757a
300	240	0,1160a	0,0694a
400	320	0,1596a	0,0672a
	Com irrigação	0,1501a	0,0738a
	Sem irrigação	0,1303a	0,0679a

a>b nas colunas para adubação (Teste de Tukey, $P<0,05$).

a>b nas colunas para irrigação (Teste F, $P<0,05$).

Já para os perfilhos aéreos esse valor dobrou (14,1 dias). Esse intervalo de tempo, em dias ou graus-dia, entre o aparecimento de duas folhas sucessivas (filocrono) resulta da interação de fatores genéticos e do meio ambiente. Espécies e variedades forrageiras diferem quanto aos seus filocronos (FRANK e BAUER, 1995).

Para o filocrono, em graus-dia, observou-se resposta linear e positiva ($P < 0,01$) entre o seu acúmulo e o índice de Haun (HAUN, 1973), para os perfilhos basilares e aéreos nas áreas irrigada e não-irrigada (Tabela 2).

O valor de filocrono de 84,03 graus-dia estimado para os perfilhos basilares corrobora aquele encontrado por Almeida et al. (2000) de 84,2, para o capim-elefante anão. Nota-se ainda, na Tabela 2, maior valor de filocrono para os perfilhos aéreos em relação aos basilares,

em ambas as áreas (irrigada ou não), indicando maior capacidade de emissão de folhas dos perfilhos basilares (valores mais baixos de filocrono). O mesmo raciocínio é seguido com relação à irrigação, em que os menores valores de filocrono, para ambos os perfilhos, foram observados na área irrigada.

Taxa de alongamento foliar

As taxas de alongamento foliar (TAIF) de perfilhos basilares foram influenciadas ($P < 0,05$) pelas doses de N e K e também pela irrigação, observando-se superioridade das doses de 200 kg/ha de N e 160 kg/ha de K, em relação às combinações de 400 kg/ha de N e 320 kg/ha de K e 100 kg/ha de N e 80 kg/ha de K (Tabela 3).

TABELA 2 – Índice de Haun durante o desenvolvimento do capim-elefante em função do tempo térmico (graus-dia - GD), nos perfilhos basilares e aéreos, na presença e ausência de irrigação

Irrigação	Perfilho	Equação	Filocrono ¹ (graus-dia)
Presente	Basilar	$\hat{Y} = 5,71 + 0,0119 **GD (r^2 = 0,83)$	84,03
	Aéreo	$\hat{Y} = 3,70 + 0,00663 **GD (r^2 = 0,87)$	150,82
Ausente	Basilar	$\hat{Y} = 5,29 + 0,009486 **GD (r^2 = 0,83)$	105,41
	Aéreo	$\hat{Y} = 3,80 + 0,005769 **GD (r^2 = 0,72)$	173,34

¹ O inverso do coeficiente da equação de regressão (1/b) estima o filocrono.

TABELA 3 – Valores médios de taxas de alongamento foliar (TAIF) de perfilhos basilares nos diferentes tratamentos de N e K e na presença e ausência de irrigação

Tratamentos		TAIF
N (kg/ha)	K (kg/ha)	(cm/dia.perfilho)
200	160	11,64 a
300	240	10,09 ab
400	320	9,16 b
100	80	8,25 b
Com irrigação		11,58 a
Sem irrigação		7,99 b

a>b na coluna para adubação (Teste de Tukey, $P < 0,05$).

a>b na coluna para irrigação (Teste F, $P < 0,05$).

Conforme comentado anteriormente, para gramíneas cespitosas, o efeito da nutrição nitrogenada sobre a TApF é muito baixo (GASTAL e LEMAIRE, 1988), enquanto o efeito sobre a TAIF é acelerado (GASTAL et al., 1992), levando a um grande aumento no tamanho da folha, com o aumento do nível de N. Quando se dobrou a dose de N (100 para 200 kg/ha de N), observou-se aumento de 41% na TAIF, para os perfilhos basilares. O efeito do N sobre a taxa de alongamento foliar decorre do maior acúmulo desse nutriente na zona de alongamento da folha, mais especificamente na região de divisão celular (NABINGER, 1996). Gastal e Nelson (1994) verificaram alta correlação entre a quantidade de N contido nesta região e a taxa de alongamento foliar. Entretanto, neste trabalho, observou-se que a maior taxa de alongamento foliar não correspondeu à maior combinação de N e K. Uma possível explicação para esta ocorrência é que, apesar de não apresentar diferença significativa, observou-se maior valor na taxa de aparecimento foliar na maior combinação dos nutrientes, em que o tamanho das folhas é igualmente determinado pela sua velocidade de surgimento. A duração do período de alongamento de uma folha é inversamente proporcional à sua velocidade de surgimento. Assim, as espécies ou variedades com alta taxa de aparecimento de folhas apresentam mais perfilhos de pequena dimensão e com folhas menores.

Alguns estudos do efeito da seca sobre a dinâmica de perfilhos e alongamento foliar de azevém perene

foram conduzidos a campo (NORRIS, 1982; LOO, 1992). Loo (1992) constatou diminuição de 36% na taxa de alongamento foliar no tratamento sob déficit hídrico. Para o capim-elefante 'Napier', neste trabalho (Tabela 3), constatou-se diminuição de 45% na taxa de alongamento de folhas das plantas não-irrigadas em relação às irrigadas.

A seca pode influenciar a expansão foliar por um efeito direto do baixo potencial hídrico sobre o turgor (JONES, 1988), por mudanças na extensibilidade celular (DAVIES et al., 1990), ou por um efeito na disponibilidade de assimilados, possivelmente como consequência da baixa disponibilidade destes para a parte aérea (BROUWER, 1962). Entretanto, os efeitos da seca a campo, podem também ser causados por outros fatores associados a ela como temperaturas supra-ótimas (DAVIES e THOMAS, 1983) ou redução na disponibilidade de nutrientes (GALES, 1979), o que, todavia, não deve ter ocorrido neste trabalho.

Taxa de senescência foliar

As doses de N e K não influenciaram a taxa de senescência foliar (TSENF), tanto nos perfilhos basilares (4,97 cm/dia.perfilho) quanto nos aéreos (1,46 cm/dia.perfilho) do capim-elefante, mas com a presença de irrigação houve maior senescência foliar ($P < 0,05$) em ambos os perfilhos, em relação à área não-irrigada (Tabela 4).

TABELA 4 – Valores médios de taxas de senescência foliar (TSENF) de perfilhos basilares e aéreos nos diferentes tratamentos de N e K e na presença e ausência de irrigação

Tratamentos		TSENF	
N	K	Perf. Basilares	Perf. Aéreo
----- kg/ha -----		----- cm/dia.perfilho -----	
100	80	4,22a	1,40a
200	160	5,91a	1,62a
300	240	5,20a	1,51a
400	320	4,54a	1,33a
Com irrigação		6,78a	1,93a
Sem irrigação		3,16 b	1,00 b

a>b nas colunas para adubação (Teste de Tukey, $P < 0,05$).

a>b nas colunas para irrigação (Teste F, $P < 0,05$).

As plantas sob irrigação alcançaram mais rapidamente a altura média ideal para a entrada dos animais e estabilizaram o número de folhas vivas expandidas aos 51,5 dias contra 68 dias das plantas não-irrigadas, o que pode ter contribuído para maior TSENF na área irrigada. Maiores valores de índice de área foliar (IAF) foram alcançados precocemente nas plantas irrigadas em relação às não-irrigadas, o que pode ter colaborado para maior senescência foliar nas plantas irrigadas em virtude do auto-sombreamento e também do aumento da idade média das folhas, fato também observado por Bircham e Hodgson (1983).

A taxa de senescência foliar em perfilhos basilares irrigados apresentou comportamento sigmoide com a idade de rebrotação (Figura 3), para cada dose de N e K. A taxa de senescência de folhas foi baixa até a idade de 52 dias, com posterior aumento linear. O intenso aumento na taxa de senescência após a idade de 52 dias, coincidindo justamente com a estabilização do número de folhas verdes (51,5 dias), realça a relevância do critério de número de folhas vivas por perfilho nas decisões de manejo, visando maximizar a eficiência de uso da forragem produzida.

A senescência foliar é um processo natural que caracteriza a última fase de desenvolvimento de uma fo-

lha. Após a completa expansão das primeiras folhas inicia-se o processo de senescência, cuja intensidade se acentua progressivamente com o aumento do IAF. Com esse aumento ocorre o sombreamento natural dos perfilhos basilares e das folhas localizadas na porção inferior do dossel, contribuindo dessa forma, para maior taxa de senescência nesses perfilhos (4,97 cm/dia) em relação aos perfilhos aéreos (1,46 cm/dia).

Luz e temperatura são os principais fatores climáticos determinantes das taxas de aparecimento e alongamento de folhas, sendo a variação de área e peso foliares inversa à variação da intensidade de luz e temperatura. A luz parece ser o fator preponderante na determinação da área foliar, enquanto a temperatura, provavelmente tem mais efeito sobre peso da folha (SILSBURY, 1970), podendo o intervalo do aparecimento de folhas sucessivas ser menor que uma semana no verão e maior que um mês no inverno (PEDREIRA et al., 2001). Com isso, o período de vida de uma folha pode variar muito em relação à época do ano – cerca de um mês no verão e até dois meses no inverno (HODGSON, 1990). Esse fato ajuda explicar o aumento da senescência somente a partir dos 52 dias nas plantas irrigadas, devido ao aumento da temperatura média e da radiação incidente.

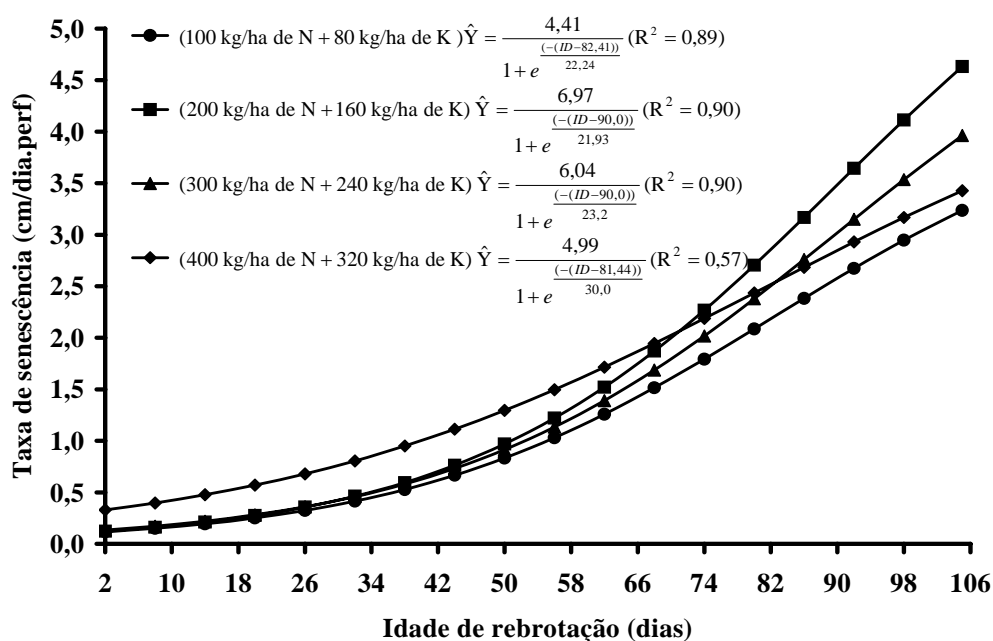


FIGURA 3 – Taxas de senescência foliar estimada em perfilhos basilares de capim-elefante na área irrigada, para os quatro tratamentos de N e K, em função das idades de rebrotação.

CONCLUSÕES

As adubações nitrogenada e potássica não afetaram as taxas de aparecimento e de senescência foliares, entretanto, aumentaram a taxa de alongamento foliar do capim-elefante 'Napier'.

A irrigação não influenciou a taxa de aparecimento foliar, mas aumentou as taxas de alongamento e de senescência foliares do capim-elefante 'Napier'.

O número de folhas vivas por perfilho do capim-elefante 'Napier' na área irrigada, estabilizou-se a partir do 51,5º dia e ao 68º dia para as plantas não-irrigadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, E. X. et al. Oferta de forragem de capim-elefante anão 'Mott' e a dinâmica da pastagem. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1281-1287, 2000.
- BIRCHAM, J. M.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed sward under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 38, n. 4, p. 323-331, 1983.
- BROUWER, R. Distribution of dry matter in plant. **Netherland Journal of Agriculture Science**, [S.l.], v. 10, p. 361-376, 1962.
- CALBO, A. G.; SILVA, W. L. C.; TORRES, A. C. Comparação de modelos e estratégias para análise de crescimento. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 1, p. 1-7, 1989.
- CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: INTERNATIONAL GRASS AND CONGRESS, 17., 1993, New Zealand. **Proceedings...** New Zealand: [s.n.], 1993. p. 95-104.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de fertilizantes e corretivos em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1999. 125 p.
- CORSI, M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Princípios de fisiologia e morfologia de plantas forrageiras aplicados no manejo de pastagens. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Eds.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1986. p. 1-10.
- DAVIES, W. J.; MANSFIELD, T. A.; HETHERINGTON, A. M. Sensing of soil water status and the regulation of plant growth and development. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 13, p. 709-719, 1990.
- DAVIES, A.; THOMAS, H. Rates of leaf and tiller production in young, spaced perennial ryegrass plants in relation to soil temperature and solar radiation. **Annals of Botany**, London, v. 51, p. 591-597, 1983.
- FRANK, A. B.; BAUER, A. Phyllochron differences in wheat, barley, and forage grasses. **Crop Science**, Madison, v. 35, n. 1, p. 19-23, 1995.
- FULKERSON, W. J.; SLACK, K. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*: II. effect of defoliation frequency and height. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 50, n. 1, p. 16-29, 1995.
- GALES, K. Effects of water supply on partitioning of dry matter between roots and shoots in *L. perene*. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 16, p. 863-877, 1979.
- GASTAL, F.; BÉLANGER, G.; LEMAIRE, G. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. **Annals of Botany**, London, v. 70, n. 2, p. 437-442, 1992.
- GASTAL, F.; LEMAIRE, G. Study of a tall fescue sward under nitrogen deficiency conditions. In: GENERAL MEETING OF EUROPEAN GRASSLAND FEDERATION, 12., 1988. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 1988. p. 323-327.
- GASTAL, F.; NELSON, C. J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. **Plant Physiology**, Washington, v. 105, p. 191-197, 1994.
- HAUN, J. R. Visual quantification of wheat development. **Agronomy Journal**, Madison, v. 65, n. 1, p. 116-119, 1973.
- HILL, J. The remobilization of nutrient from leaves. **Journal Plant Nutrition**, Monticello, v. 2, n. 4, p. 407-444, 1980.
- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: Logman Handbooks in Agriculture, 1990. 200 p.

- JONES, M. B. Water relations. In: JONES, M. B.; LAZENBY, A. (Eds.). **The grass crop: the physiological basis of production**. London: Chapman and Hall, 1988. p. 205-241.
- LANGER, R. H. M. **How grasses grow**. London: Edward Arnold, 1972. 60 p. (Studies in Biology, 34).
- LOO, E. N. van. Tillering, leaf expansion and growth of plants of two cultivars of perennial ryegrass grown using hydroponics at two water potentials. **Annals of Botany**, London, v. 70, p. 511-518, 1992.
- MATTOS, J. L. S. **Comportamento de *Pennisetum americanum* (L.) Leek, *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf e *Euchlaena mexicana* Schrad. sob diferentes regimes hídricos e doses de nitrogênio**. 1996. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.
- NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Eds.). **Produção de bovinos a pasto**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1996.
- NORRIS, I. B. Soil moisture and growth of contrasting varieties of *Lolium*, *Dactylis* and *Festuca* species. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 37, p. 273-283, 1982.
- NORRIS, I. B.; THOMAS, H. The effects of cutting on regrowth of perennial ryegrass selections exposed to drought conditions. **Journal of Agriculture Science**, [S.l.], v. 99, n. 3, p. 547-553, 1982.
- PEACOCK, J. M. Temperature and leaf growth in *Lolium perene*: II. the site of temperature perception. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 12, p. 115-123, 1975.
- PEDREIRA, C. G. S.; MELLO, A. C. L.; OTANI, L. O processo de produção de forragem em pastagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2001, Piracicaba. **Palestras...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p. 772-807.
- SILSBURY, J. H. Leaf growth in pasture grasses. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 4, p. 17-36, 1970.
- SUGIMOTO, Y.; NIKKI, I. Studies on the responses of pasture grasses to nitrogen fertilization: 3. effect of nitrogen fertilizer rate, leaf to nitrogen concentration and chlorophyll content on photosynthetic activities of some subtropical grass species. **Herbage Abstract**, [S.l.], v. 50, p. 2430, 1979.
- WILHELM, W. W.; McMASTER, G. S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, Madison, v. 35, n. 1, p. 1-3, 1995.