

EFEITO DE TEMPERATURAS PRÉVIAS SOBRE O CRESCIMENTO DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS TROPICAIS SUBMETIDAS A ESTRESSE POR RESFRIAMENTO¹

MARIA CRISTINA GOLDFARB² e JOÃO CARLOS DE SAIBRO³

RESUMO - Avaliou-se, em câmaras de crescimento, o comportamento das leguminosas *Leucaena pulverulenta* Sel 22, *L. leucocephala* cv. Perú e cv. Cunningham. Formulou-se a hipótese de que baixas temperaturas (15/10 °C dia/noite) antes do estresse por resfriamento (15/2 °C) desenvolveriam o "endurecimento" ("Cold-hardening") nas plantas. Estudaram-se dois tratamentos, com e sem exposição das plantas ao regime 15/10 °C. Os tratamentos pré-estresse tiveram duração de sete dias, sendo os regimes 15/10 °C e 30/20 °C, com e sem endurecimento. O regime 30/20 °C foi usado na etapa de rebrote pós-estresse. Foi determinada a taxa de crescimento diário da matéria seca. A Sel 22 e a cv. Cunningham apresentaram maior tolerância ao frio do que a cv. Perú. O rebrotamento pós-estresse foi maior sob condições indutoras do endurecimento, e a maior sensibilidade ao frio manifestou-se quando as plantas sofreram o estresse em ativo crescimento. Houve maior desenvolvimento de endurecimento nas plantas da Sel 22 e da cv. Cunningham do que na cv. Perú.

Termos para indexação: *Leucaena leucocephala*, *L. pulverulenta*, crescimento das plantas, matéria seca.

EFFECTS OF PRE-EXPOSURE TO LOW TEMPERATURES ON THE GROWTH OF TROPICAL FORAGE LEGUMES SUBMITTED TO CHILLING-STRESS

ABSTRACT - This study was carried out to evaluate in growth chambers the behaviour of tropical forage legumes under chilling-stress conditions. A hypothesis was made by which low temperatures (15 / 10 °C day/night) applied just before a cold stress (15 / 2 °C) period would influence the development of plant cold-hardening. *Leucaena pulverulenta* Sel 22, *L. leucocephala* cv. Perú and cv. Cunningham were studied. During seven days, plants were either submitted to a 15/10 °C day/night regime, or maintained under 30/20 °C, as a control. To promote plant growth and recovery after the stress, a 30/20 °C regime was used. The dry matter daily growth rate was determined. Sel 22 and cv. Cunningham showed more cold tolerance than cv. Perú. Legume recovery after stress was greater under the cold-hardening induction condition. The greatest sensibility was shown when plants suffered stress during active growth. Cv. Cunningham and Sel 22 exhibited more cold-hardening than cv. Perú.

Index terms: *Leucaena leucocephala*, *L. pulverulenta*, plant growth, dry matter.

INTRODUÇÃO

O uso de leguminosas forrageiras arbóreas e arbustivas perenes aumentou consideravelmente nos últimos anos, nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. Estas espécies têm vantagens sobre as herbáceas, porque suas raízes mais profundas conseguem absorver água durante as secas, e sua maior altura permite escapar às geadas leves.

Brewbaker (1985) destaca que entre os 26 gêneros de leguminosas arbóreas com potencial

¹ Aceito para publicação em 5 de outubro de 1995.

Extraído do trabalho de Tese da autora para obtenção do título de Mestre em Zoot. (Forrageiras), Fac. de Agron. da Univ. Fed. do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS. Financiado pelo CNPq.

² Eng.^a Agr.^a, M.Sc., CC 57 INTA 3400 Corrientes, Argentina. Bolsista da CAPES.

³ Eng. Agr., Ph.D., Prof. Adjunto, Fac. de Agron., UFRGS. Caixa Postal 776, CEP 90012-970 Porto Alegre, RS.

forrageiro, a espécie *Leucaena leucocephala*, originária da América tropical, reúne as melhores características. Esta espécie, em diferentes ambientes, oferece, durante grande parte do ano, forragem de bom valor nutritivo com alto conteúdo de proteína, sendo muito apetecida pelo gado. As temperaturas ótimas para seu crescimento variam de 22 a 30 °C, e raramente ocorre crescimento quando a temperatura está abaixo de 15 °C. Jones (1982) sugere que os esforços no estudo desta espécie devem ser orientados para detectar tipos tolerantes ao frio e aos solos ácidos, bem como identificar melhores práticas para seu manejo. Existe concordância, entre os autores mencionados, sobre a escassez de informações atualmente disponíveis sobre o comportamento das espécies sob condições de estresse por resfriamento. As plantas, segundo Walton (1983), estão comumente expostas a estresse ambiental. Kramer (1980) define estresse como “qualquer fator que pode perturbar o normal funcionamento de um organismo”.

Embora condições de congelamento algumas vezes aconteçam nas regiões tropicais e subtropicais, é mais freqüente a ocorrência de geadas leves. Molich (1896), citado por Levitt (1974), propõe que os danos provocados por temperaturas acima do ponto de congelamento sejam definidos como “estresse por resfriamento” (chilling). Então, temperatura de resfriamento é a temperatura tão baixa que provoca danos, porém não até a formação de gelo nos tecidos da planta. Ou seja, temperatura de resfriamento é o número de graus de temperatura considerados subótimos para a atividade de uma planta (Levitt, 1972).

Levitt (1958) define resistência como “capacidade de um organismo para sobreviver em um ambiente adverso”. O ambiente impõe diversas condições de estresse, mas as plantas só desenvolvem dois mecanismos ou estratégias de resistência: ou escapam, construindo barreiras de proteção, ou toleram, pela preparação prévia, e reparam os danos gastando sua energia metabólica (Levitt, 1974).

A habilidade para sobreviver em condições extremas de baixas temperaturas é um fator crítico na adaptação e produção das espécies forrageiras. A leucena é uma espécie muito aceita nos sistemas pecuaristas do subtropical, o que torna necessário

melhorar o conhecimento da sua adaptação e resposta a condições de baixas temperaturas nestes ambientes (Lyons, 1973).

Este estudo buscou avaliar o crescimento de espécies e cultivares de leguminosas forrageiras submetidas a estresse por resfriamento.

A hipótese de trabalho é que baixas temperaturas antes do estresse desenvolveriam boa condição de endurecimento, proporcionando melhor desempenho das plantas durante o período de estresse e na sua posterior recuperação (rebrotamento).

A impossibilidade de se prever a incidência e severidade de uma geada, freqüentemente torna difícil quantificar seus efeitos e a resposta das plantas. É por esta razão que tais estudos devem ser conduzidos em ambientes controlados (Hacker et al., 1974).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Faculdade de Agronomia da UFRGS, em casa de vegetação, onde se preparou o material experimental, e em câmara de crescimento pertencente ao Instituto de Pesquisas Agrônomicas - IPAGRO -, da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre, onde as plantas receberam os tratamentos. As câmaras utilizadas são do tipo Percival Modelo MB-60B, da Percival Manufacturing Company, USA, e apresentam as seguintes características: a) Intensidade máxima da luz disponível de 5.000 velas/pé; b) três programas independentes para controle de fotoperíodo; c) faixa programável de temperatura de 0 até 44 °C, variando $\pm 0,5$ °C; d) circulação do ar a baixa velocidade, que proporciona distribuição uniforme e constante da temperatura interna, não movimentando as folhas, e impedindo perdas maiores de umidade. Durante a condução do experimento, a temperatura e a umidade no interior das câmaras foram monitoradas diariamente com um termoigrógrafo. A umidade relativa do ar foi mantida ajustada em torno de 70%, mediante uso de bandejas com água. A intensidade da luz dentro das câmaras foi medida com piranômetro tipo Eppley, no início e no final do experimento. O valor médio das duas medições foi de 334,76 w.m⁻². Utilizou-se um solo da unidade de mapeamento Arroio dos Ratos. Semeou-se em copos rígidos de plástico, contendo 600 g de solo seco. A escarificação das sementes foi feita com água quente, a uma temperatura aproximada de 80 °C, durante 3 a 4 minutos, e logo após receberam o inoculante específico (Rizóbio), fornecido pelo

Instituto de Pesquisas Agronômicas -IPAGRO - e peletizadas com carbonato de cálcio e molibdato de sódio.

A semeadura foi realizada 72 dias antes da aplicação dos tratamentos. As unidades experimentais foram regadas diariamente à capacidade de campo. As doses e fontes de nutrientes aplicadas em cada unidade experimental foram equivalentes a 90 kg/ha de P_2O_5 , na forma de superfosfato triplo, e a 70 kg/ha de K_2O na forma de cloreto de potássio.

Aplicaram-se os seguintes tratamentos:

- a) Regimes de temperatura: a1) com endurecimento (CE). Aplicação prévia de temperaturas subótimas para desenvolver a habilidade de endurecimento; a2) sem endurecimento (SE). Sem aplicação prévia de temperaturas subótimas.
- b) Espécies leguminosas: b1) *Leucaena leucocephala* (Lam) De Wit cv. Perú;
- b2) *Leucaena leucocephala* (Lam) De Wit cv. Cunningham;
- b3) *L. pulverulenta* (Lam) De Wit Sel 22.

O experimento foi conduzido segundo um delineamento inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, estando nas parcelas principais o regime de temperatura, e nas subparcelas, as espécies avaliadas. As repetições foram cinco, conduzidas em tempos seqüencialmente diferentes. A aplicação dos tratamentos foi dividida em quatro etapas, chamadas de A, B, C e D. Em todas elas, a alternância dia/noite correspondeu a um fotoperíodo de 11/13 horas. A duração das etapas em dias foi igual nos regimes CE e SE.

Na etapa "A" (preparatória), as unidades experimentais sob CE e SE foram submetidas a um regime de temperaturas dia/noite de 30/20 °C durante 28 dias; tal regime térmico é considerado muito adequado ao crescimento das plantas. O final desta etapa considera-se como o dia zero e início da aplicação dos tratamentos.

Na etapa "B" as plantas foram expostas a temperaturas baixas, antes do estresse (resfriamento), durante sete dias, em regime térmico (dia/noite) de 15/10 °C para CE e 30/20 °C para SE.

A etapa "C" corresponde à fase de exposição ao estresse por baixas temperaturas, com duração de três dias, num regime de 15/2 °C, tanto para CE quanto para SE.

Na etapa "D", de recuperação após o estresse, com duração de quatorze dias para os dois tratamentos, foi mantido o regime 30/20°C (dia/noite).

Para determinar a taxa de crescimento diário (TCD), expressa em miligramas de matéria seca (MS), considerou-se o período desde a semeadura até o corte. A etapa "D" foi subdividida em três: DA, DB e DC, cada uma com diferente número de dias, em função do corte reali-

zado nas etapas iniciais A, B e C.

Neste trabalho, foi adotada a taxa de crescimento diário (TCD) da MS, pela necessidade de usar um parâmetro de avaliação que permitisse comparar o desempenho entre as espécies, dentro e entre as etapas iniciais e de recuperação. A TCD da etapa "A" foi considerada como a "ótima" nas condições do experimento. Este critério foi adotado tendo em vista que todas as unidades experimentais dos tratamentos sem endurecimento (SE) e com endurecimento (CE) permaneceram sob o mesmo regime de temperatura, umidade e fotoperíodo ótimo para o desenvolvimento das plantas. Os resultados foram avaliados e analisados comparativamente, relacionando o crescimento das plantas, tanto nas etapas iniciais quanto nas de recuperação, à etapa A. Em todas as determinações feitas, foi realizada a análise da variância. A comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as médias da TCD nas etapas iniciais de avaliação, e as porcentagens diferenciais entre as etapas iniciais em relação à etapa A.

Não houve diferenças significativas entre os tratamentos SE e CE; nas três leucenas, as taxas em SE e CE na etapa A não mostraram diferenças ($P>0,01$). Isto revela que houve uniformidade das plantas desde o início da condução do ensaio, o que evitou vícios intrínsecos entre os tratamentos. Observa-se, também, nas etapas B e C, que as TCD foram maiores no regime SE do que no CE, quando já estavam atuando regimes térmicos de condicionamento (15/10 °C) e de estresse (15/2 °C), evidenciando redução no crescimento das plantas mantidas em temperaturas subótimas.

Comparando a evolução de A para B no tratamento SE com iguais regimes de temperaturas, a TCD foi igual na cv. Perú, e, embora tenha aumentado 5% na cv. Cunningham e baixado com a mesma magnitude na Sel 22, as diferenças não são significativas ($P>0,01$). Este comportamento semelhante das três cultivares entre as duas etapas era esperado, uma vez que as condições para o crescimento continuaram sendo as mesmas que na etapa A. Na etapa C do mesmo tratamento SE, em condições de estresse por resfriamento, as TCD baixaram 9% e 16% na cv. Perú e Sel 22, respectivamente, enquanto na cv. Cunningham permaneceu sendo a mesma em re-

TABELA 1. Evolução da taxa de crescimento diário da matéria seca das leucenas nas etapas iniciais de avaliação B e C e seu valor relativo (%) em comparação com a etapa A.

Leucena (Sel./cv.)	Regime ¹ térmico (dia/noite)	Etapas iniciais					
		A		B		C	
		mg	VR	mg	VR	mg	VR
Sel. 22	SE	19a ²	100	18a	95	16a	84
	CE	17a	100	14b	82	14b	82
Perú	SE	23a	100	23a	100	21a	91
	CE	23a	100	17b	74	16b	70
Cunningham	SE	21a	100	22a	105	21a	100
	CE	22a	100	18b	82	17b	77

¹ SE = 30/20 °C; CE = 15/10 °C.

² Médias seguidas de letras distintas, nas linhas, diferem entre si a 1% de significância pelo teste de Tukey.

lação à etapa A. Este comportamento indica que o efeito do estresse foi de menor magnitude sobre o crescimento da cv. Cunningham, em relação à cv. Perú e a Sel 22. Estas observações concordam com as de Brewbaker (1987), o qual sugere que a cv. Cunningham é mais tolerante a temperaturas subótimas do que a cv. Perú. Na etapa B do tratamento CE, com regime térmico de 15/10 °C, a TCD sofreu uma queda de 18% na Sel 22 e na cv. Cunningham, e de 26% na cv. Perú. Estas diferenças percentuais estariam indicando que estas baixas temperaturas, as quais Humphreys (1981) e Whiteman (1980) consideram limitantes para o crescimento das leguminosas tropicais, teriam maior efeito negativo na cv. Perú. Na etapa C do tratamento CE, em condições de estresse (15/2 °C), a TCD decresceu 18%, 23% e 30% na Sel 22, cv. Cunningham e cv. Perú, respectivamente. Neste trabalho, a TCD da Sel 22 foi igual nas etapas B e C. Este comportamento demonstra a sua maior tolerância ao frio, independentemente das condições prévias, conforme sugerido por Brewbaker (1987), já que as quedas da TCD na etapa C dos tratamentos SE e CE foram semelhantes. Na cv. Cunningham, a queda da TCD na etapa C do tratamento CE foi semelhante à da etapa B; isto sugere um comportamento semelhante ao da Sel 22. Na cv. Perú, a resposta foi diferente nesta etapa C do tratamento CE; as temperaturas subótimas da etapa B (15/10 °C) já foram quase tão limitantes para o crescimento como o próprio estresse.

Na Tabela 2 são apresentadas as médias das TCD nas etapas de recuperação, e os valores relativos em comparação com a etapa A. A análise estatística detectou diferenças altamente significativas ($P < 0,01$) na interação tríplice etapas x regime temperatura x espécies.

O tratamento CE nas etapas DA, DB e DC apresentou notável efeito positivo nas TCD, comparado ao tratamento SE, para cada uma das espécies. As plantas não-condicionadas sofreram drástica redução na TCD em comparação com as condicionadas. Após o corte na etapa inicial A, as plantas cresceram vigorosamente, já que as temperaturas durante sete dias continuaram sendo altas. Em seguida, a ocorrência do estresse provocou a morte da parte aérea (folhas), e mesmo quando as condições favoráveis foram estabelecidas, a recuperação foi muito fraca. Esta resposta indica efeito rápido e direto do estresse, que, segundo Levitt (1972), provoca danos irreversíveis. Embora seja difícil quantificar a sensibilidade das espécies ao frio, como afirmam Graham & Patterson (1982), e já que esta aptidão é governada por múltiplos fatores, os mesmos autores aceitam que as condições fisiológicas dos tecidos seriam o fator mais importante. O comportamento semelhante manifestado pela Sel 22 e cvs. Perú e Cunningham sugere que plantas em ativo crescimento, quando submetidas de forma abrupta a temperaturas de resfriamento, sofreriam danos diretos ("Cold Shock"), que limitariam sua posterior recuperação, ainda que sob condições favoráveis. Na etapa DA

TABELA 2. Evolução da taxa de crescimento diário da matéria seca das leucenas nas etapas de recuperação e seu valor relativo (%) em comparação com a etapa inicial A.

Leucena (Sel./cv.)	Regime ¹ térmico (dia/noite)	Etapa inicial		Etapa de recuperação					
		A		DA		DB		DC	
		mg	VR	mg	VR	mg	VR	mg	VR
Sel. 22	SE	19a ²	100	0,2c	0,8	12b	63	19a	100
	CE	17b	100	16b	94	16b	94	34a	200
Perú	SE	23a	100	0,1c	0,3	12b	52	12b	52
	CE	23a	100	11c	48	23a	100	17b	74
Cunningham	SE	21a	100	0,2c	0,7	16b	76	17ab	81
	CE	22c	100	23c	104	41a	186	30b	136

¹ SE = 30/20 °C; CE = 15/10 °C.

² Médias seguidas de letras distintas, nas linhas, diferem entre si a 1% de significância pelo teste de Tukey.

do tratamento CE observou-se que as três espécies, após desfolhadas, não cresceram durante as etapas B e C, porque as plantas permaneceram em condições subótimas e de estresse, respectivamente. Quando as condições voltaram a ser favoráveis, observou-se novo crescimento, primeiro na cv Cunningham e Sel 22, e, após cinco a seis dias, na cv Perú. A TCD na Sel 22 e na cv. Cunningham foi similar à da etapa A e na cv. Perú mostrou uma queda de 52%. A resposta da cv. Perú indica maior efeito residual do estresse, nessa condição fisiológica, sobre a sua posterior recuperação.

Como se vê na etapa B, dentro do tratamento SE, as taxas sofreram quedas de 24%, 37% e 48% na cv. Cunningham, Sel 22 e cv. Perú, respectivamente. Este comportamento mostra que a desfolhação, e, em seguida, o resfriamento, retardaram a recuperação, e que estes efeitos foram maiores na cv. Perú.

Observando comparativamente o comportamento da cv. Cunningham e da Sel 22 nas etapas DB e DC do tratamento SE, a menor TCD da Sel 22 na etapa DB sugere que a sua utilização durante períodos de temperaturas subótimas afetaria mais a recuperação posterior do que na cv. Cunningham. Conseqüentemente, a utilização durante o estresse afetaria menos a recuperação da Sel 22.

Na etapa DB do tratamento CE, com as plantas desfolhadas após o condicionamento e logo também submetidas ao estresse, as espécies mostraram resposta diferente. A TCD na cv. Perú e na Sel 22 foram iguais ou próxima da etapa A, e quase o dobro

na cv. Cunningham. O comportamento diferente desta última cultivar obedeceria, nesta etapa, em termos de hipótese, a um maior acúmulo de carboidratos de reserva nas plantas. Este acúmulo, observou Youngner (1972), é maior quando as temperaturas são favoráveis na fotossíntese, e subótimas, para o crescimento das folhas, como teria acontecido na etapa inicial B (15/10 °C). Este regime de temperatura, além do fato de as plantas terem sido desfolhadas após a etapa de endurecimento e que de imediato atravessaram um período de estresse na etapa C (15/2 °C), teria contribuído conjuntamente para maior acúmulo de reservas. Smith (1964) observou que se o corte é feito após um período de endurecimento, as reservas são usadas para o novo crescimento somente se as condições de temperatura voltarem a ser favoráveis.

A resposta das plantas nesta etapa DB também indicou que, embora as temperaturas na etapa B fossem limitantes para um crescimento "ótimo", não o foram para aquele crescimento que necessitaria a planta para endurecer-se. Segundo o observado por Dexter (1956), Hacker et al. (1974) e Rowley (1976), o crescimento é condição essencial para a planta desenvolver a habilidade de endurecimento, embora exista grande variação entre as espécies. Aquela condição essencial de crescimento estaria manifestando-se também na etapa DC do tratamento CE, já que as plantas foram desfolhadas após o estresse (etapa C). Porém as respostas entre as espécies foram diferentes; na cv. Perú, a taxa sofreu uma que-

da de 26%, a qual estaria revelando que o endurecimento foi fraco, ou mesmo que o tenha desenvolvido, os efeitos do estresse foram mais limitantes, em decorrência da maior sensibilidade da espécie, manifestada durante a etapa inicial C. A resposta da Sel 22 e da cv. Cunningham foi semelhante nesta etapa, com a TCD superando a "ótima", 100% e 36%, respectivamente. Este fato estaria indicando que aquela condição necessária de crescimento desenvolveria a habilidade de endurecimento nas plantas, e que esta funcionou melhor na Sel 22.

No entanto, estas diferenças nas magnitudes das respostas da Sel 22 e cv. Cunningham poderiam dever-se também à diferente susceptibilidade mostrada pelas plantas ao estresse. Na cv. Cunningham, embora com manifestação do endurecimento, o resfriamento afetou mais a recuperação do que na Sel 22.

CONCLUSÕES

1) *Leucaena pulverulenta* Sel 22 e *L. leucocephala* cv. Cunningham são mais tolerantes ao resfriamento do que a cv. Perú. O endurecimento foi desenvolvido pelas três leguminosas; sendo mais acentuado na cv. Cunningham.

2) A recuperação na cv. Cunningham é governada pelo endurecimento e pelo estado fisiológico das plantas, e na Sel 22 por sua maior tolerância a temperaturas subótimas. Na cv. Perú, a recuperação foi fraca.

3) A sensibilidade das três leucenas ao estresse por resfriamento foi maior quando as plantas estavam em ativo crescimento.

REFERÊNCIAS

- BREWBAKER, J.L. Leguminous trees and shrubs for Southeast Asia and the South Pacific. In: BLAI, D.A.; IVORY, D.A.; EVANS, T.R. (Eds.). **Forage in Southeast Asia and South Pacific Agriculture**. Canberra : ACIAR, 1985. p.43-50.
- BREWBAKER, J.L. Species in the Genus *Leucaena*. **Leucaena Research Report**, Havai, v. 7, n. 2, p.6-20, 1987.
- DEXTER, S.T. The evaluation of crop plants for winter hardiness. **Advances in Agronomy**, New York, v. 8, p. 203-239, 1956.
- GRAHAM, D.; PATTERSON, B. Responses of plants to low, non-freezing temperatures : Proteins, metabolism and acclimation. **Annual Review of Plant Physiology**, Stanford, v. 33 p. 347-72, 1982.
- HACKER, J.B.; FORDE, B.J.; JOCELYM, M. Grow-simulate frosting of tropical grasses. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 25, p. 45-57, 1974.
- HUMPHREYS, L.R. **Environmental adaptation of tropical pasture plants**. Queensland: Mc.Millan, 1981. p.261.
- JONES, R.J. **Agronomy of *Leucaena leucocephala***. Canberra: CSIRO. Division of Tropical Crops and Pastures, 1982. 4p. (Information Service. Sheet, 41).
- KRAMER, P.J. **Adaptation of plants to water and high temperature stress**. New York: Turner & Kramer, 1980. p.408.
- LEVITT, J. Frost, drought and heat resistance. **Protoplasma Monographien**, Viena, v.8, n.6, p.1-17, 1958.
- LEVITT, J. **Introduction to plant physiology, stress resistance**. Saint Louis: C.V. MOSBY, 1974. p.417-423.
- LEVITT, J. **Response of plants to environmental stress**. New York: Academic Press, 1972. p.697.
- LYONS, L.M. Chilling injury in plant. **Annual Review of Plant Physiology**, Stanford, v.24, p.445-456, 1973.
- ROWLEY, J.A. Development of freezing tolerance in leaves of C4 grasses. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.3, p.597-603, 1976.
- SMITH, D. Winter injury and the survival of forage plants. **Herbage Abstracts**, Farham Royal, v.34, n.4, p.203-209, 1964.
- WALTON, P.D. **Production and management of cultivated forages**. Reston: Reston Pub., 1983. Chap. 7, p.144-160.
- WHITEMAN, P.C. Climatic factors affecting pasture growth and yield. In: **TROPICAL pasture science**. Oxford : Oxford University Press, 1980. p.16-33.
- YOUNGNER, V.B. Physiology of defoliation and regrowth. In: YOUNGNER, V.B.; McKELL, C.M. (Eds.). **The biology and utilization of grasses**. New York: Academic Press, 1972. p.293-303.