

Aspectos fisiológicos do crescimento da alfafa (*Medicago sativa* L. cv. Crioula) após pulverização com ácido giberélico durante o período de seca invernal

Célia Regina Orlandelli Carrer^{1*}, Paulo Roberto de Camargo e Castro², Catarina Abdalla Gomide¹, Neli Marisa Azevedo Silva¹, Renata Maria Consentino³, Juliana Zenha de Camargo³ e César Gonçalves de Lima¹

¹Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, C. P. 23, 13635-970, Pirassununga, São Paulo, Brasil. ²Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, C. P. 9, Piracicaba, São Paulo, Brasil. ⁴Zootecnista. *Autor para correspondência. e-mail: recarrer@usp.br

RESUMO. Os objetivos deste trabalho foram verificar alterações no crescimento e na produção da alfafa (*Medicago sativa* L. cv. Crioula), pulverizada com ácido giberélico (GA₃) em época de crescimento reduzido (abril a setembro), em condições de campo. O experimento consistiu de três tratamentos (0, 5 e 10mg/kg GA₃), com sete repetições, sendo que foram realizados seis cortes com intervalos de 28 dias. Os resultados obtidos indicaram que não houve diferença estatística (p<0,05) quanto aos parâmetros estudados. A alfafa cultivar Crioula não respondeu às dosagens aplicadas de GA₃ nas condições experimentais.

Palavras-chave: crescimento, giberelina, produção forrageira.

ABSTRACT. Physiological aspects of lucerne (*Medicago sativa* L. cv. Crioula) growth after gibberellic acid application during the winter drought season. The aim of this research was to evaluate, in field conditions, the growth and production of lucerne cv. Crioula sprayed with gibberellic acid (GA₃) during slowly growth period (April to September). The experiment consisted of three treatments (0, 5 and 10mg/kg GA₃) with seven repetitions each one and six cuts with 28 days intervals. The investigated parameters did not differ (p<0.05) in the treated plants when compared to control plants. Thus, it could be concluded that lucerne cv. Crioula did not respond to GA₃ application in experimental conditions.

Key words: forage growth, gibberellin, forage production.

Introdução

A alfafa (*Medicago sativa* L.) é a mais antiga planta forrageira cultivada que se tem conhecimento, sendo uma das mais difundidas em todo o mundo, utilizada nas formas de forragem conservada (feno ou silagem) e verde (picada, peletizada ou pastejada).

Estados Unidos, Canadá e Argentina são os países tradicionalmente produtores de alfafa, nos quais existe um número relativamente grande de cultivares em uso e em desenvolvimento. Em regiões tropicais, a diversidade de cultivares já testada ainda é pequena. Todavia, muitos trabalhos relatam a viabilidade de produção nessas regiões, inclusive com desempenho melhor do que aqueles apresentados em regiões de clima temperado e subtropical de latitudes mais altas, desde que a irrigação seja utilizada para suprir as limitações de precipitação e onde temperaturas de inverno e de

verão não sejam, respectivamente, demasiadamente baixas ou altas.

Em trabalhos realizados no Brasil (Saibro *et al.*, 1972; Oliveira, 1986; Monteiro, 1998), as variações na produção de alfafa em função da estacionalidade foram marcantes. As médias encontradas na região Centro-Sul, para a cultivar Crioula, são de 24% para as produções de inverno (cortes de abril a setembro) em relação à produção total.

Além da influência dos fatores ambientais, o nível de substâncias endógenas, como o ácido giberélico (GA₃), poderá limitar a produção de matéria seca (MS), resultando em uma redução de crescimento (Moore e Buren, 1978). O ácido giberélico faz parte das substâncias consideradas promotoras do crescimento vegetal, podendo modificar a curva de crescimento estacional quando utilizado em pulverizações.

A capacidade de plantas forrageiras, cultivadas em regiões tropicais, de superar os efeitos retardadores do crescimento quando tratadas com GA₃ (Karnok e Beard, 1983) parece estar associada a dois processos: (a) uma resposta metabólica imediata ao regulador, ocorrida no tecido das plantas, aumentando a degradação das reservas existentes no sistema radicular e a translocação de solutos orgânicos (Karbassi et al., 1971); e (b) uma resposta a longo prazo, estimulando o perfilhamento e em consequência, a produção de MS.

A utilização de GA₃ visando à manipulação do crescimento e da produção de alfaça é factível, apresentando aumentos de produção, porém, com redução na digestibilidade *in vitro* da MS (Bidlack e Buxton, 1995) e na relação folha:haste (Cole et al., 1971, 1972).

Plantas de alfaça cultivar Crioula e Moapa (Camargo, 1992), em época de crescimento reduzido, cultivadas em casa de vegetação e pulverizadas com GA₃ nas concentrações de 5, 20 e 50mg/kg, apresentaram superioridade na produção de MS e peso seco das porções folha e caule para a cultivar Moapa e área foliar e índice de área foliar para a cultivar Crioula, além de uma tendência de incremento no número de perfilhos da ordem de 6,44% para o tratamento de 5mg/kg. Para as concentrações de 20 e 50mg/kg, devido ao alongamento dos internódios, encontrou-se um aumento na altura média das plantas, tendo como consequência o aumento no peso seco dos colmos.

A área foliar normalmente está correlacionada à produção de MS (Fontes et al., 1993). Para uma dosagem de 5mg/kg de GA₃ (Camargo, 1992) aplicada na alfaça, em épocas de temperaturas noturnas baixas (média de 13,3°C), foi encontrado um aumento na área foliar de 27,8%, atribuído mais à manutenção da atividade das folhas existentes do que à formação de novas folhas, representando uma adição de 27,22% no índice de área foliar (IAF).

Em relação ao peso foliar específico (PFE), a aplicação de GA₃ em alfaça (Cole et al., 1972) e em *Poa pratense* L. (Heide et al., 1985) resultou em significativa redução nesse parâmetro, provavelmente devido à maior translocação de solutos orgânicos promovida pelo regulador de crescimento (Halevy et al., 1964). Para as cultivares de alfaça Crioula e Moapa não se obtiveram variações significativas (Camargo, 1992), tanto no PFE como na área foliar específica (AFE).

A razão de área foliar (RAF) expressa a área foliar útil para a fotossíntese, sendo um componente morfo-fisiológico que indica a razão entre a área foliar e a matéria seca total, refletindo o potencial de

crescimento ou de recuperação da planta ou ainda uma melhor adaptação às condições de baixa luminosidade (Benincasa, 1988).

A relação entre o peso seco das folhas e a unidade de peso seco total da planta, ou razão de peso foliar (RPF), aumentou com a aplicação de GA₃ em *Paspalum dilatatum* (Lester e Carter, 1970). O peso foliar está intimamente relacionado à produção da alfaça (Foutz et al., 1976).

No presente experimento, com a aplicação de GA₃ em época do ano em que ocorre crescimento reduzido (abril a setembro), objetivou-se verificar alterações em parâmetros de crescimento e na produção de MS das plantas de alfaça cultivar Crioula.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA-USP), Campus de Pirassununga, Estado de São Paulo, Brasil (21°59' de latitude Sul e 47°26' de longitude Oeste), altitude de 634 m, sendo o clima considerado subtropical, do tipo Cwa de Köppen.

Foram utilizados 21 canteiros experimentais, de 3x5m (15m²) cada, com plantas de alfaça (*Medicago sativa* L. cv. Crioula). O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, com sete repetições, no qual as parcelas corresponderam aos três tratamentos com GA₃ (0,5 e 10mg/kg) e as subparcelas aos seis cortes, realizados a intervalos de 28 dias. O corte de uniformização ocorreu em 05/04/1996 e o último corte, para a colheita dos dados, em 27/09/1996.

As adubações com macro e micronutrientes foram feitas no corte de uniformização, a saber: NPK-500kg/ha, da fórmula 5-25-10; bórax-20kg/ha; molibdênio-1kg/ha (NaMoO₄) e zinco-10kg/ha (ZnSO₄). Após cada corte foram feitas as adubações de reposição, utilizando-se 160kg/ha de NPK da fórmula 20-00-20.

Como o experimento foi realizado no campo e em época do ano de baixa precipitação pluviométrica, houve a necessidade do uso de irrigação. O método empregado foi por aspersão, em sistema convencional, e o manejo de irrigação foi de turnos de rega pré-fixados com intervalos de 10 dias. O tempo de irrigação estabelecido foi o de 4 horas por posição. O aspersor foi o NAAN 399 (Q=4.300 L/h; PS=30 mca) com espaçamento lateral de 18m e entre laterais de 18m, e a intensidade de precipitação (IP) = 13,2mm/h.

As pulverizações das plantas com GA₃ diluído em água mais um espalhante adesivo a 0,1% ocorreram

no 7º dia após os cortes, quando estas apresentavam área foliar suficiente para receber os tratamentos, sempre no final da tarde.

Nas datas previstas, procedeu-se ao corte das plantas a 7cm do nível do solo, tomando-se antes as mensurações relativas ao controle das ramificações, ou seja, número, altura e peso. Considerou-se como ramificações do caule aquelas iguais ou superiores a 0,5cm de comprimento. As bordaduras foram desprezadas, correspondentes a 0,5m de cada um dos lados dos canteiros, reduzindo a área útil considerada para 8m².

O material colhido de cada parcela era levado para o laboratório, com toda a brevidade possível, para a tomada do peso verde. Procedia-se, então, às amostragens do material para a determinação da produção de MS, da área foliar e da relação folha:haste.

Buscando-se uma estimativa acurada da relação folha:haste, havia uma separação manual dos limbos foliolares e uma classificação em duas porções: haste e folha. Na porção folha, somente os limbos foliolares eram considerados e na porção hastes eram agrupados caules, estípulas, pecíolos e peciólulos.

Ainda nessa etapa, os limbos foliolares maiores eram separados e sobrepostos, formando pilhas. Com a ajuda de um furador cilíndrico de rolhas, ocorria a perfuração das pilhas de folíolos. Determinava-se o diâmetro médio dos discos com a ajuda de um paquímetro. Em seguida, havia um acondicionamento em saquinhos de papel das porções haste, folha (folíolos perfurados e não perfurados) e discos foliolares, secagem em estufa de circulação de ar forçado a 60°C, até peso constante, e pesagem do material em balança de precisão.

Através dos procedimentos de campo e de laboratório descritos, foi possível a determinação dos seguintes parâmetros: produção total de matéria seca (PTMS), porcentagem de matéria seca (%MS), relação folha:haste (RFH), porcentagem de folhas (%folhas), área foliar do canteiro (AF), índice de área foliar (IAF), peso foliar específico (PFE), área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF), razão de peso foliar (RPF) e ramificações: altura, número e pesos médios.

Resultados e discussão

Os resultados das plantas de alfafa cultivar Crioula, pulverizadas com GA₃ e submetidas a seis cortes, durante a estação de crescimento reduzido (abril a setembro), são apresentados na Tabela 1, com base na análise de variância e com as comparações das médias segundo o Teste de Duncan.

Tabela 1. Valores médios de sete repetições da porcentagem de matéria seca (%MS), produção total de matéria seca (PTMS), porcentagem de folhas (%FOLHAS), relação folha:haste (RFH), área foliar (AF), índice de área foliar (IAF), peso foliar específico (PFE), área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF), razão de peso foliar (RPF), altura de ramificações (Altura), número de ramificações por planta (Número) e peso seco de ramificações (Peso) da alfafa cultivar Crioula, submetida à pulverização com três concentrações de ácido giberélico - média dos seis cortes

	Ácido Giberélico (mg/kg)			DMS	CV	MÉDIA
	0	5	10			
%MS	20,95 ^A	21,16 ^A	21,21 ^A	0,71	6,9	21,11
PTMS (g)	535,24 ^A	515,32 ^A	545,48 ^A	58,74	22,9	532,01
%FOLHAS	52,53 ^A	52,88 ^A	51,90 ^A	1,51	6,0	52,43
RFH	1,12 ^A	1,14 ^A	1,09 ^A	0,07	14,4	1,12
AF (dm ² .canteiro ⁻¹)	1.009,98 ^A	962,86 ^A	951,83 ^A	111,4	23,8	974,89
IAF	1,26 ^A	1,19 ^A	1,19 ^A	0,14	23,8	1,21
PFE (g.dm ⁻³)	0,29 ^A	0,29 ^A	0,30 ^A	0,02	12,3	0,29
AFE (dm ² .g ⁻¹)	3,59 ^A	3,60 ^A	3,48 ^A	0,19	11,0	3,56
RAF (dm ² .canteiro ⁻¹)	1,89 ^A	1,91 ^A	1,81 ^A	0,10	11,7	1,87
RPF	0,52 ^A	0,53 ^A	0,52 ^A	0,01	6,0	0,52
Altura (cm)	39,52 ^A	39,14 ^A	38,79 ^A	2,96	15,7	39,15
Número	19,0 ^A	19,9 ^A	21,7 ^A	2,8	29,1	20,2
Peso (g)	4,39 ^A	4,48 ^A	5,00 ^A	0,98	43,9	4,62

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem estatisticamente (p<5%); DMS = Diferença Mínima Significativa a 5%; CV = Coeficiente de variação; Área do canteiro considerada = 8m² (36 plantas/m², em média)

As respostas das plantas à aplicação de GA₃ (Mongelard e Mimura, 1972; Moore e Buren, 1978) estariam relacionadas à deficiência aparentemente maior na produção e/ou translocação de ácido giberélico endógeno, sob condições de temperaturas abaixo de 18,5°C. Além da temperatura, o fotoperíodo e a intensidade luminosa na época da aplicação do GA₃ afetam as respostas das forrageiras (Lester e Carter, 1970; Paquin *et al.*, 1976).

Neste presente experimento, as temperaturas máxima, mínima e média, durante os meses de abril a setembro foram, respectivamente, 29,2°C; 14,3°C e 21,7°C, que não são consideradas limitantes para o crescimento da alfafa. Chatterton e Carlson (1981) citam que, independentemente do regime de temperatura, as produções em fotoperíodos de 14 horas foram duas vezes e meio maiores do que a 10 horas de luz. O fotoperíodo médio, durante a fase experimental, foi de 11,1 horas.

Para as condições estabelecidas neste ensaio experimental, isto é, averiguar mudanças promovidas pela pulverização do GA₃ nas dosagens de 5 e 10mg/kg na alfafa cultivar Crioula, não foram obtidos resultados que diferissem estatisticamente (Tabela 1) para os vários parâmetros estudados daqueles obtidos para as plantas controle.

O número de ramificações das plantas tratadas com a dosagem de 10mg/kg tendeu a um incremento da ordem de 14,2% em relação às plantas controle. Respostas similares foram observadas para a cultivar Saranac (Saini, 1979), com aumentos de 51% e para as cultivares Crioula e Moapa (Camargo, 1992), com aumentos médios de 6,44%. Entretanto,

esse incremento não se refletiu em maior produção de matéria seca, concordando com outras pesquisas, nas quais os resultados de aumento de 33,5% na produção ocorreram apenas para a cultivar Moapa (Camargo, 1992). Com a utilização desse regulador em temperaturas médias de 21,1°C, não houve respostas (Corns, 1958).

A AF tendeu a um decréscimo de 5,8%, equivalente ao IAF, discordando de resultados que apontam um aumento de 27,8% na AF da cultivar Crioula, pulverizada com a mesma concentração de ácido giberélico (Camargo, 1992). Na relação folha:haste, essa queda foi de 2,7%, apontando uma maior participação das hastes na produção total de MS, resultado similar ao de outros trabalhos (Cole et al., 1971, 1972; Camargo, 1992; Nascimento et al., 2000). Esses parâmetros refletiram na RAF, que tendeu a diminuições de 4,2%, e na AFE (3%), que é a relação entre área foliar e peso foliar.

Diferenças estatísticas foram encontradas para os períodos (épocas de cortes). Logo no início do quarto período experimental (28/06 a 02/08), as plantas, sem distinção entre os tratamentos, apresentaram-se retorcidas na região apical e com amarelecimento das folhas jovens. Um diagnóstico apontou um ataque de insetos sugadores do grupo dos pulgões (*Acyrtosiphon sp.*). Foi necessária uma pulverização com o inseticida fosforado sistêmico vamidotion para o controle. Essa praga provoca maiores danos quando o ataque se dá no início da rebrota, ocasionando severo retardamento no crescimento das plantas e enrolamento dos ápices (Oliveira, 1986), situação observada neste experimento. Dessa forma, houve queda de 42,6% na PTMS em comparação com a média geral (Figura 1), refletindo em todos os parâmetros estudados.

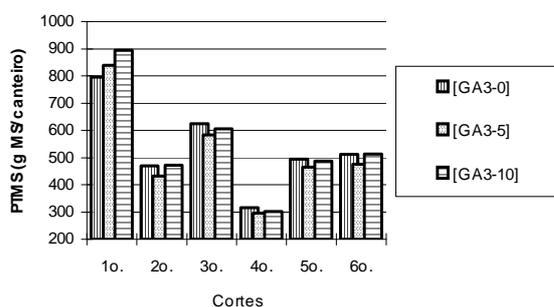


Figura 1. Produção total de matéria seca (PTMS) em g MS/canteiro, da alfafa cultivar Crioula, submetida a pulverização com três concentrações de ácido giberélico (0, 5 e 10mg/kg), no período de abril a setembro de 1996 (seis cortes), em condições de campo (médias de sete repetições)

De acordo com os resultados obtidos, concluiu-se que a aplicação de ácido giberélico uma semana

após o corte, em dosagens de 5 e 10mg/kg, em alfafa (*Medicago sativa* L. cv. Crioula), durante as épocas de outono e inverno (abril a setembro), não alterou o comportamento das plantas quanto aos parâmetros de crescimento e produção, em comparação ao controle. No entanto, outras cultivares não dormentes no inverno poderiam ser testadas.

Referências

- BENINCASA, M.M.P. *Análise de crescimento de plantas* (noções básicas). Jaboticabal: Funep, 1988.
- BIDLACK, J.E.; BUXTON, D.R. Chemical regulation of growth, yield, and digestibility of alfalfa and smooth brome grass. *J. Plant Growth Regul.*, Edmond, v.14, n.1, p.1-7, 1995.
- CAMARGO, A.C. *Efeitos do ácido giberélico no crescimento invernal de dois cultivares de alfafa (Medicago sativa L.), sob condições de casa de vegetação*. 1992. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1992.
- CHATTERTON, N.J.; CARLSON, G.E. Growth and photosynthate partitioning in alfalfa under eight temperature-photosynthetic period combinations. *Agron. J.*, Madison, v.73, n.3, p.392-394, 1981.
- COLE, D.F. et al. Effect of growth regulator and antitranspirant chemicals on water requirement and growth components of alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Crop Sci.*, Madison, v.11, n.4, p.582-584, 1971.
- COLE, D.F. et al. Effect of gibberellic acid on alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Crop Sci.*, Madison, v.12, n.5, p.674-676, 1972.
- CORNS, W.G. Effects of foliage treatments with gibberellins on forage yield of alfalfa, Kentucky bluegrass and winter wheat. *Can. J. Plant Sci.*, Ottawa, v.38, p.314-319, 1958.
- FONTES, P.C.R. et al. Produção e níveis de nutrientes em alfafa (*Medicago sativa* L.) no primeiro ano de cultivo, na zona da mata de Minas Gerais. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.22, n.2, p.205-211, 1993.
- FOUTZ, A.L. et al. Relationship between physiological and morphological characteristics and yield of nondormant alfalfa clones. *Agronomy Journal*, Madison, v.68, n.4, p.587-591, 1976.
- HALEVY, A.H. et al. Effects of gibberellin on translocation and on dry matter and water content in several plant species. *Physiol. Plant.*, Copenhagen, v.17, n.1, p.49-62, 1964.
- HEIDE, O.M. et al. Interaction of photoperiod and gibberellin on growth and photosynthesis of high-latitude *Poa pratensis*. *Physiol. Plant.*, Copenhagen, v.65, n.2, p.135-145, 1985.
- KARBASSI, P. et al. Reversal of low temperature effects on a tropical plants by gibberellic acid. *Crop Sci.*, Madison, v.11, n.5, p.755-757, 1971.
- KARNOK, K.J.; BEARD, J.B. Effects of gibberellic acid on the CO₂ exchange rates of bermudagrass and St.

- Augustinegrass when exposed to chilling temperatures. *Crop Sci.*, Madison, v.23, n.3, p.514-517, 1983.
- LESTER, D.C.; CARTER, O.G. The influence of temperature upon the effect of gibberellic acid on the growth of *Paspalum dilatatum*. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 11., 1970, Surfers Paradise. *Proceedings...* Surfers Paradise: AU, 1970. p. 615-618.
- MONGELARD, J.C.; MIMURA, L. Growth studies of the sugarcane plant. II. Some effects of root temperature and gibberellic acid and their interactions on growth. *Crop Sci.*, Madison, v.12, n.1, p.52-58, 1972.
- MONTEIRO, A.L.G. *et al.* Produção e distribuição de matéria seca e composição bromatológica de cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.). *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 868-874, 1998.
- MOORE, P.H.; BUREN, L.L. Gibberellin's studies with sugarcane. I. Cultivar differences in growth responses to gibberellic acid. *Crop Sci.*, Madison, v.18, n.3, p.443-446, 1978.
- NASCIMENTO, J.M. *et al.* Influência do método de fenação e tempo de armazenamento sobre a composição bromatológica e ocorrência de fungos no feno de alfafa (*Medicago sativa* L. cv. Florida 77). *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 669-677, 2000.
- OLIVEIRA, P.R.D. *Avaliação da produção e da qualidade de cultivares de alfafa (Medicago sativa L.)*. 1986. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1986.
- PAQUIN, R., *et al.* Effets de quelques retardants de croissance et de l'acide gibberellic sur la resistance au froid de la luzerne (*Medicago sativa* L.). *Can. J. Plant Sci.*, Ottawa, v.56, n.1, p.79-86, 1976.
- SAIBRO, J.C. *et al.* Avaliação preliminar de cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.) no Rio Grande do Sul. In: Relatório de Pesquisa-Período 1965/1972, UFRGS, Porto Alegre, 1972. p. 57-60
- SAINI, G.R. Root elongation and plant growth in a basal till compact soil treated with 3,5-diiodo-4-hydroxybenzoic acid and gibberellic acid. *Agron. J.*, Madison, v.71, n.6, p.1067-1070, 1979.

Received on August 20, 2002.

Accepted on March 10, 2003.