

# EFEITO DA CUMARINA E DE SUA INTERAÇÃO COM GIBERELINA NA GERMINAÇÃO DE *PROSOPIS JULIFLORA* (Sw) D.C.<sup>1</sup>

SONIA CRISTINA J.G. DE A. PEREZ<sup>2</sup> e JOSÉ ANTONIO P.V. DE MORAES<sup>3</sup>

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da cumarina e de sua interação com a giberelina na germinação de sementes de *Prosopis juliflora* (Sw) D.C. As sementes foram imersas em ácido sulfúrico comercial por 30 segundos para a quebra de dormência, antes de serem colocadas para germinar em câmara climática Fanem a 35°C (temperatura ótima). Quando a cumarina foi adicionada ao meio germinativo, nas concentrações de 0,1; 0,2; 1,0; 2,0; 5,0 e 10,0 mM, observou-se diminuição da percentagem e da velocidade de germinação, em relação ao controle, à medida que se aumentou a concentração da referida droga, e a 10,0 mM a germinação foi completamente inibida. A aplicação de giberelina 10<sup>-5</sup>M reverteu parcialmente os efeitos inibitórios da cumarina até a concentração de 5,0 mM, mas a 10,0 mM nem a aplicação de giberelina 10<sup>-5</sup>M ou de giberelina 1,5 mM mais cinetina 1,0 mM reverteu os efeitos inibitórios causados pela cumarina.

Termos para indexação: sementes, giberelina, cumarina, cinetina.

## EFFECTS OF COUMARIN AND ITS INTERACTION WITH GIBBERELIC ACID ON THE GERMINATION OF *PROSOPIS JULIFLORA* (Sw) D.C.

**ABSTRACT** - The aim of this work was to study the effects of coumarin and its interaction with gibberellic acid on the germination of *Prosopis juliflora* seeds. They were plunged in sulfuric acid during 30 seconds before being placed in a growth chamber (Fanem) at 35°C, (optimal temperature). Exogenous application of coumarin in concentration of 0,1; 0,2; 1,0; 2,0; 5,0 and 10,0 mM caused a delay and a reduction in the number of germinated seeds and in the speed of the process. At 10,0 mM germination was absent. Germination inhibition by coumarin till the concentration of 5,0 mM was partially reduced by gibberellic acid at 10<sup>-5</sup>M. By the other side, at 10,0 mM, the inhibitory effect of coumarin was not alleviated when gibberellic acid (1,0<sup>-5</sup> M) or gibberellic acid (1,5 mM) plus kinetin (1,0 mM) was added in the germination media.

Index terms: seeds, gibberellin, coumarin, kinetin.

## INTRODUÇÃO

A algarobeira é uma espécie vegetal nativa das Américas do Norte e do Sul, onde se concentra a maioria das 44 espécies do gênero *Prosopis*. Distribui-se em terras áridas e semi-áridas, apresentando, portanto, admirável amplitude de adaptação (Felker 1982).

Esta espécie é utilizada para a produção de

madeira, carvão vegetal, estacas, álcool, melão, alimentação animal e humana, apicultura, reflorestamento, ajardinamento e sombreamento, tornando-se, por conseguinte, uma cultura de valor econômico e social (Almeida 1983).

Sabe-se que os ácidos fenólicos são amplamente distribuídos em plantas (Bate-Smith 1956, Love et al. 1970) e que têm recebido muita atenção, dada a sua importância na regulação do crescimento destas (Gortner & Kent 1958, Handerson & Nitsch 1962, Zenk & Müller 1963, Das et al. 1967, Sreeramulu & Rao 1971, Sreeramulu 1974, Hamilton & Carpenter 1976, Naqui & Hanson 1982, Williams & Hoagland 1982). A cumarina é um com-

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 6 de maio de 1991. Apoio do CNPq.

<sup>2</sup> Biol., Profa. - Adjunta, Dep. de Botânica, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Via Washington Luiz, Km 235, Caixa Postal 676, CEP 13560 São Carlos, SP.

<sup>3</sup> Biol., Prof. - Titular, Dep. de Botânica, UFSCar.

posto fenólico inibidor natural de germinação, amplamente conhecido, com amplo espectro de ocorrência. Além de seus efeitos como inibidora de germinação (Berrie et al. 1968, Mayer & Poljakoff-Mayber 1975), afeta também outros processos fisiológicos (Knypl 1960, 1971, Thiman 1969). A ação da cumarina tem sido estudada por muitos autores, e resume-se principalmente na sua capacidade de induzir à dormência de sementes sensíveis à luz vermelha (Toole et al. 1965), e nos seus efeitos sinérgicos com promotores e inibidores de crescimento (Knypl 1969).

Dada a importância social, econômica e ecológica da algarobeira, este trabalho se propôs analisar os efeitos da cumarina e de sua interação com a giberelina na germinação de sementes desta espécie.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas sementes selecionadas de *Prosopis juliflora* (Sw) D.C. (algarobeira), provenientes da Secretaria de Sementes e Mudanças de Pernambuco (SEMEMPE).

Após a triagem, as sementes foram imersas em ácido sulfúrico comercial (98%), por 30 segundos, sendo em seguida lavadas em água corrente e finalmente em água destilada. Depois de secadas em papel de filtro, 4 lotes de 100 sementes foram colocados em incubadora Fanem Mod. 147 a 35°C ( $\pm 0,5^\circ\text{C}$ ), temperatura ótima, segundo Perez & Moraes (1990).

As sementes germinadas foram tiradas das placas a cada período de 24 horas (Brasil 1976, Thanos & Skordiles 1982, Clare & Staden 1983). Foram consideradas sementes germinadas as que apresentaram 2 mm de radícula (Juntilla 1976, Duran & Tortosa 1985), e o experimento foi finalizado quando todas as sementes já haviam germinado ou quando as remanescentes nas placas apresentavam-se deterioradas.

A avaliação dos efeitos da cumarina na germinação de *Prosopis juliflora* foi efetuada colocando-se as sementes para germinar em placas-de-petri forradas internamente com papel de filtro umedecido com solução de cumarina a 0,1; 0,2; 1,0; 2,0; 5,0 e 10,0 mM.

Outro experimento foi realizado para avaliar a interação entre cumarina e giberelina na germinação de *Prosopis juliflora*. Neste caso, adicionou-se giberelina  $10^{-5}\text{M}$  às soluções de cumarina a 0,1; 0,2; 1,0; 2,0; 5,0 e 10,0 mM, nas quais as sementes foram colocadas para germinar.

Como foi verificada a ausência de germinação das sementes que permaneceram em solução de cumarina 10 mM com ou sem ácido giberélico  $10^{-5}\text{M}$ , foi preparada uma solução de cumarina 10,0 mM com a adição de giberelina 1,5 mM mais cinetina 1 mM, a fim de avaliar se a atuação conjunta dos dois promotores promoveria a germinação destas sementes.

Os cálculos de germinabilidade, tempo médio, velocidade e frequência de germinação foram feitos através de fórmulas citadas em Labouriau & Valadares (1976).

Para a análise das variações das percentagens e da velocidade de germinação das sementes, foi aplicada a análise de variância (Spiegel 1978), e para a complementação das análises de variância empregadas foi aplicada o teste de Tukey para contraste das médias (Cochran & Cox 1957).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adição de cumarina no meio germinativo provocou, de maneira geral, diminuição de velocidade e de percentagem de germinação na concentração de 5,0 mM, observando-se que a 10,0 mM o processo foi totalmente inibido (Fig. 1).

A percentagem de germinação não se alterou significativamente entre os tratamentos: 0,1, 0,2 e 1,0 mM; 0,2, 1,0 e 2,0 mM de cumarina (Tabelas 1 e 2). A velocidade de germinação também apresentou variações significativas com o aumento da concentração de cumarina e com a adição de giberelina, conforme análise de contraste das médias pelo teste de Tukey (Tabelas 3 e 4).

A Fig. 2 contém os polígonos de frequência relativa de germinação de *Prosopis juliflora*, em diferentes concentrações de cumarina, sendo estes de caráter unimodal. Observa-se um deslocamento do tempo médio de germinação (t) para a direita da moda principal, a partir de 0,2 mM, o que evidencia uma diminuição da

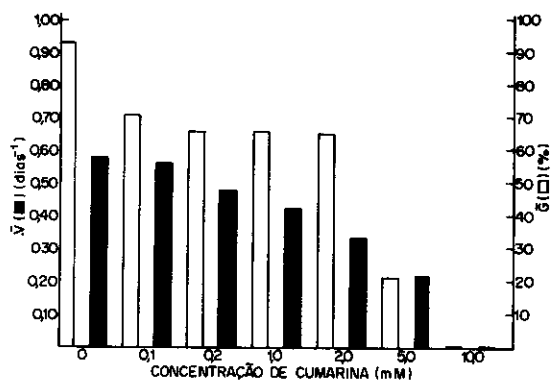


FIG. 1. Efeito da adição de diferentes concentrações de cumarina na porcentagem (G) e na velocidade de germinação ( $\bar{V}$ ) de sementes de *Prosopis juliflora*. Os valores de  $\bar{G}$  e  $\bar{V}$  representam a média das 4 réplicas simultâneas.

velocidade do processo. Dentre o total de sementes germinadas, a maioria germina mais rapidamente, em contraste com a minoria. Este fato evidencia-se quando se observa a presença da moda principal entre os dois primeiros dias de experimento.

A cumarina, quando adicionada ao meio, promoveu diminuição da porcentagem e da velocidade de germinação, sendo que a inibição completa ocorreu na concentração de 10,0 mM dessa substância. A giberelina na concentração de  $10^{-5}$ M associada à cumarina 10,0 mM não atenuou o efeito desta última. No entanto, em concentrações baixas de cumarina, menor efeito inibitório pode ser observado pela adição de ácido giberélico  $10^{-5}$ M (Fig. 3 e 4). Mesmo associando cinetina (1,0 mM) e ácido giberélico (1,5 mM) à cumarina (10,0 mM), a germinação ocorreu.

Os polígonos da frequência relativa de germinação de sementes de algarobeira, submetidas a diferentes concentrações de cumarina mais ácido giberélico, possuem caráter unimodal. A partir de 1,0 mM, observou-se um deslocamento do tempo médio de germinação (t) para a direita da moda principal, decorrente de atraso no processo germinativo, à medida que a concentração se elevava. Dentre o total de sementes germinadas, constatou-se

que na maioria delas o processo germinativo é rápido (Fig. 5).

Através das análises de variância realizadas para a porcentagem de germinação de sementes de algarobeira, em diferentes concentrações de cumarina mais ácido giberélico, conclui-se que ocorreu diminuição da porcentagem de germinação à medida que se aumentou a concentração de cumarina, independentemente da adição, ou não, de giberelina (Tabelas 1 e 2). A adição de giberelina no meio germinativo atenuou parcialmente os efeitos inibitórios da cumarina, em todas as concentrações utilizadas, uma vez que a porcentagem de germinação de sementes tratadas com este fitormônio foi sempre maior do que as sementes não tratadas, independentemente da concentração do inibidor (Tabela 1).

Em relação à velocidade de germinação, percebeu-se uma diminuição dos valores, decorrente do aumento da concentração da cumarina, independentemente da presença ou ausência do fitormônio (Tabelas 3 e 4).

Os resultados obtidos mostram que em sementes de *Prosopis juliflora* o efeito inibidor da cumarina foi evidenciado já em baixas con-

TABELA 1. Resultados da análise de variância da porcentagem de germinação de sementes de *Prosopis juliflora* submetidas a diferentes concentrações de cumarina, com ou sem adição de giberelina ( $10^{-5}$ M).

Cumarina (mM)	% de germinação com giberelina <sup>1</sup>	% de germinação sem giberelina <sup>1</sup>
0,0	90,04 a	92,20 a
0,1	74,20 b	70,80 b
0,2	71,50 b	66,50 bc
1,0	66,80 c	66,20 bc
2,0	66,20 c	62,50 c
5,0	29,40 d	20,80 d
F	211,19	122,63
Fc	3,38	3,38
Cv	4,15	13,66

<sup>1</sup> Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si ao nível de probabilidade adotado.

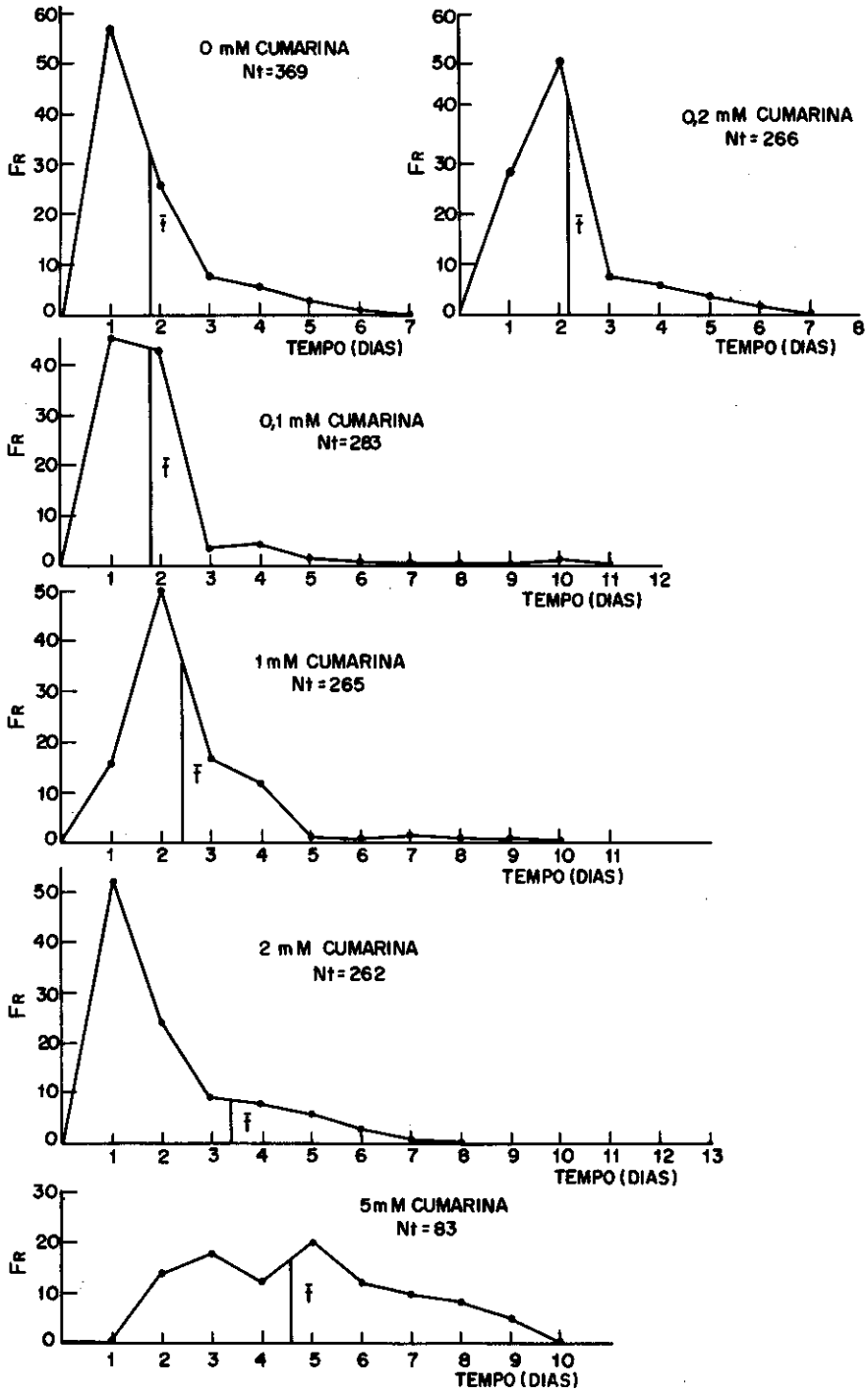


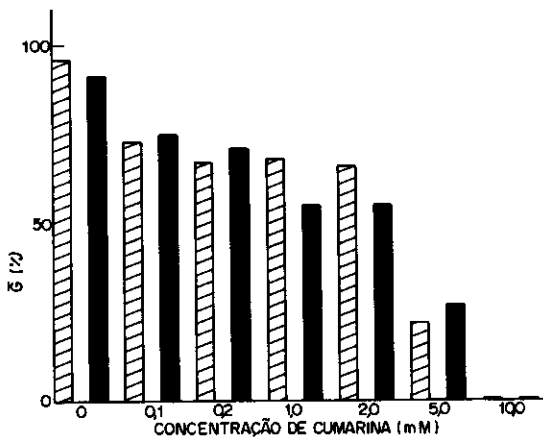
FIG. 2. Distribuição da frequência relativa (Fr) da germinação de sementes de *Prosopis juliflora* pelo tempo médio de germinação em diferentes concentrações de cumarina. Os valores de Fr representam o somatório das 4 réplicas simultâneas, e  $\bar{x}$ , tempo médio de germinação.

**TABELA 2. Resultados da análise de variância para percentagem de germinação de sementes de *Prosopis juliflora* submetidas a diferentes concentrações de cumarina, com ou sem giberelina ( $10^{-5}$  M).**

Variação	GL	QM	F*	Fc
Cumarina				
VR = 18.755,6	5	3.755,12	715	2,6
Giberelina				
Vc = 88,02	1	88,02	16,76	5,42
Interação C x G				
VI = 153,11	5	30,62	5,83	2,90
Sub total				
VS = 19.016,73	11			
Residual				
Vc = 189,25	36	5,25		
Total				
Vt = 19.205,98	47			

Limite de confiabilidade: 95%

CV = 3,52



**FIG. 3. Efeito de diferentes concentrações de cumarina com (■) ou sem (□) ácido giberélico ( $10^{-5}$  M) na percentagem de germinação ( $\bar{G}$ ) de sementes de *Prosopis juliflora*. Os valores de ( $\bar{G}$ ) representam o somatório das 4 réplicas simultâneas.**

concentrações, da ordem de 1,0 mM. Resultados semelhantes a estes foram encontrados por Williams & Hoagland (1982), os quais verificaram que sementes de alguns cereais tinham seu processo germinativo retardado, mas não totalmente inibido, na presença de cumarina a 1,0 mM.

**TABELA 3. Resultados da análise de variância da velocidade de germinação ( $\bar{V}$ ) (dias $^{-1}$ ) de sementes de *Prosopis juliflora* submetidas a diferentes concentrações de cumarina, com ou sem adição de giberelina ( $10^{-5}$  M).**

Cumarina (mM)	( $\bar{V}$ ) com giberelina <sup>1</sup>	( $\bar{V}$ ) sem giberelina <sup>1</sup>
0,0	0,56 a	0,58 a
0,1	0,50 b	0,58 a
0,2	0,58 b	0,48 ab
1,0	0,40 c	0,42 ab
2,0	0,32 d	0,33 cd
5,0	0,20 c	0,22 d
F	112,53	23,11
Fc	3,38	3,38
CV	7,31	13,63

<sup>1</sup> Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si ao nível de probabilidade adotado.

**TABELA 4. Resultados da análise de variância para a velocidade de germinação ( $\bar{V}$ ) (dias $^{-1}$ ) de sementes de *Prosopis juliflora* submetidas a diferentes concentrações de cumarina, com ou sem adição de giberelina ( $10^{-5}$  M).**

Variação	GL	QM	F*	Fc
Cumarina				
VR = 0,8092667	5	0,1618533	44,2597	2,66
Giberelina				
Vc = 0,0397417	1	0,0005333	0,14575	5,42
Interação GXC				
VI = 0,0397417	5	0,00794834	2,173	2,90
Sub total				
VS = 0,84954417	11			
Residual				
Vc = 0,13265	36	0,00365694		
Total				
Vt = 0,9811917	47			

Limite de confiança 95%

CV 13,93%

Khan & Ungar (1986) observaram uma inibição bastante significativa da germinação de sementes de *Atriplex triangularis*, com a adição de compostos fenólicos de alta atividade, dentre eles a cumarina. Entretanto, as semen-

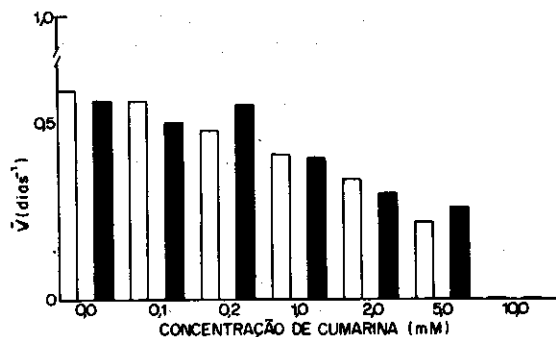


FIG. 4. Efeito de diferentes concentrações de cumarina com (■) ou sem (□) a adição de ácido giberélico ( $10^{-5}M$ ) na velocidade de germinação ( $\bar{V}$ ) de sementes de *Prosopis juliflora*. Os valores de ( $\bar{V}$ ) representam o somatório das 4 réplicas simultâneas.

tes desta espécie ainda conseguiram germinar em meio com uma concentração de 10,0 mM do referido inibidor. Comparativamente, as sementes de algarobeira são mais sensíveis à cumarina, visto que uma inibição total ocorreu a 10,0 mM.

Lodhi & Rice (1971), Rasmussen & Eihnellig (1979) comprovaram o efeito inibidor da cumarina e de outros compostos fenólicos na germinação de sorgo e alface.

Válio (1973) observou que sementes de *Coumarona odorata* foram afetadas pela adição exógena de cumarina, nas concentrações de 0,4 a 4,0 mM.

Berrie et al. (1968) verificaram que a cumarina e os compostos fenólicos atuam como antigiberelinas, provavelmente competindo

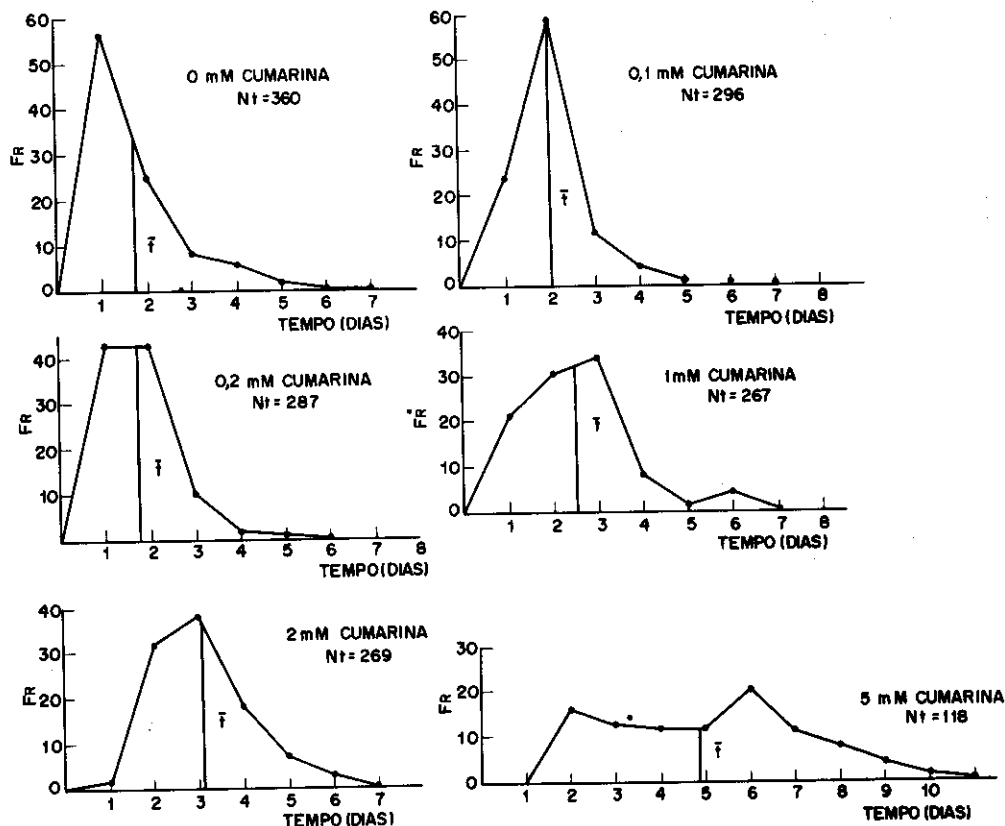


FIG. 5. Distribuição da freqüência relativa (Fr) de germinação de sementes de *Prosopis juliflora* pelo tempo médio de germinação em diferentes concentrações de cumarina mais ácido giberélico ( $10^{-5}M$ ). Os valores de Fr representam o somatório das 4 réplicas simultâneas, e  $\bar{t}$ , o tempo médio de germinação.

pelo mesmo sítio ativo, dada a similaridade química com parte da molécula de giberelina.

Concordando com esta conclusão, Vyas & Garg (1971) e Harada & Koizumi (1971) observaram que a cumarina reverteu os efeitos estimulantes induzidos por giberelina em sementes com exigências especiais de luz, como *Verbena bipinnifetida* e *Lactuca sativa*.

O efeito inibitório de cumarina na germinação de sementes de alface pode ser revertido pela aplicação de cinetina, giberelina ou, mais efetivamente, pela combinação de ambos (Bryant & Skinner 1968).

Hamilton & Carpenter (1976) constataram que a inibição da germinação de *Eleagnus angustifolia* por cumarina foi diminuída com a adição de giberelina e cinetina. Em sementes dormentes de *Eleagnus umbellata*, a giberelina estimulou a germinação, mas a cinetina, não (Hamilton & Carpenter 1975).

*Atriplex triangularis* também teve sua germinação inibida quando tratada com compostos fenólicos, mas esta inibição foi parcialmente revertida pela ação de giberelina e cinetina (Khan & Ungar 1986).

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que a inibição da germinação de sementes de *Prosopis juliflora* pela cumarina foi atenuada parcialmente quando a giberelina foi adicionada no meio germinativo, o que concorda com outros registros da literatura. Entretanto, em soluções mais concentradas de cumarina (10,0 mM), verificou-se que a redução total de germinação e a adição de fitormônios promotores, como a giberelina e cinetina, não reduziram os efeitos inibitórios.

## CONCLUSÕES

1. A adição de cumarina no meio germinativo acarretou diminuição da percentagem e da velocidade de germinação, sendo que a 10,0 mM nenhuma semente germinou.

2. A aplicação de giberelina atenuou parcialmente os efeitos inibitórios da cumarina na germinação, até a concentração de 5,0 mM.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J.T. **Algarobeira: promissora forrageira para a região semi-árida.** [S.l.:s.n.], 1983. 52p. (EMATERBA. Série de estudos diversos,13).
- BATE-SMITH, E.C. Leucoanthocyanines. I. Detection and identification of anthicyanidines formed from leucoanthocyanines in plant tissues. *Biochemical Journal*, v.58, p.122-124, 1956.
- BERRIE, A.M.; PARKER, B.A.; KNIGTS, W.; HENDRIMN, M.R. Studies on lettuce seed germination. I. Coumarin induced dormancy. *Phytochemistry*, v.7, p.567-573, 1968.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regra para a análise de sementes.** [S.l.:s.n.], 1976. 120p.
- BRYANT, S.; SKINNER, C.G. Reversal of chemically inhibited germination by 6- benzylamino-purine and gibberelic acid combinations. *Phyton. Revista Internacional de Botânica Experimental*, v.25, p.69-73, 1968.
- CLARE, F.; STADEN, J.V. Germination of *Tagetes minuta* L. I Temperature. *Annals of Botany*, v.52, p.659-666, 1983.
- COCHRAN, W.G.; COX, G.M. **Experimental design.** 2. ed. London: John Wiley & Sons, 1957. 611p.
- DAS, V.R.S.; RAJU, P.V.; RAO, M.P. The rice coleoptile straight growth test for auxin bioassay. *Current Science*, v.35, p.40-50, 1967.
- DURAN, J.M.; TORTOSA, M.E. The effect of mechanical and chemical scarification on germination of charlock (*Sinapsis arvensis* L.) seeds. *Seed Science & Technology*, v.13, p.155-163, 1985.
- FELKER, P. Produção de vagens de *Prosopis juliflora* - uma comparação de germoplasma norte-americano, sul-americano, havaiano e africano, em plantações de três a cinco anos de idade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A ALGAROBÉIRA, 1., 1982, Natal. Natal: EMPARN, 1982. p.112-134.
- GORTNER, W.A.; KENT, M.J. The coenzyme requirement and enzyme inhibitor of pineapple indole acetic acid oxidase. *Journal of Biological Chemistry*, v.233, p.731-735, 1958.

- HAMILTON, D.F.; CARPENTER, P.L. Regulation of seed dormancy in *Eleagnus angustifolia* by endogenous growth substances. **Canadian Journal of Botany**, v.53, p.2303-2311, 1975.
- HAMILTON, D.F.; CARPENTER, P.L. Regulation of seed dormancy in *Eleagnus angustifolia* by endogenous growth substances. **Canadian Journal of Botany**, v.54, p.1068-1073, 1976.
- HANDERSON, J.H.M.; NITSCH, J.P. Effect of certain phenolic acids on the elongation of *Avena* first internodes in the presence of auxins and tryptophan. **Nature**, v.195, p.780-782, 1962.
- HARADA, H.; KOIZUMI, T. Effects of cinnamic acid derivatives on the geo and phototropism and the germination of *Lactuca sativa* cv. Grand Rapids. **Zeitschrift Pflanzenphysiologie**, v.64, p.350-357, 1971.
- JUNTILA, O. Seed and embryo germination in *Syringa vulgaris* and *S. reflexa* as affected by temperature during seed development. **Physiologia Plantarum**, v.29, p.264-268, 1976.
- KHAN, A.M.; UNGAR, I.A. Inhibition of germination in *Atriplex triangularis* seeds by application of phenols and reversal of inhibition by growth regulators. **Botanical Gazette**, v.147, p.148-151, 1986.
- KNYPL, J.S. Control of chlorophyll synthesis by coumarin and other plant growth retarding chemicals. **Acta Societatis Botanicorum Poloniae**, v.39, p.321-332, 1971.
- KNYPL, J.S. Sinergistic inhibitors of kale seed germination by coumarin and its reversal by kinetin and gibberellic acid. **Planta**, v.72, p.252-256, 1969.
- KNYPL, J.S. Specific inhibitors of RNA and protein synthesis as suppressor of IAA and coumarin induced growth responses. **Acta Societatis Botanicorum Poloniae**, v.35, p.357-373, 1960.
- LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.B. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.48, p.174-186, 1976.
- LODHI, M.A.; RICE, E.I. Allelopathic effects of *Celtes laevigata*. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v.98, p.83-89, 1971.
- LOVE, D.C.; McLELLAN, L.T.; GOMOR, I. Coumarin and coumarin derivatives in various growth types of Engel spruce. **Svensk Botanisk Tidskrift**, v.64, p.281-296, 1970.
- MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. New York: Pergamon press, 1975. 263p.
- NAQUI, H.H.; HANSON, G.P. Germination and growth inhibitors in guayale (*Parthenium argentatum*) and their possible influence in seed dormancy. **American Journal of Botany**, v.69, p.985-989, 1982.
- PEREZ, S.C.J.G.A.; MORAES, J.A.P.V. Influência da temperatura, da interação temperatura-giberelina e do estresse térmico na germinação de *Prosopis juliflora* (Sw) D.C. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.2, p.41-53, 1990.
- RASMUSSEN, J.A.; EINHELLIG, F.A.; Inhibitory effects of combinations of three phenolic acids on grain sorghum germination. **Canadian Journal of Botany**, v.52, p.803-808, 1979.
- SPIEGEL, M.R. **Probabilidade e Estatística**. [S.l.]: McGraw Hill do Brasil, 1978. 518p. (Coleção Shaum).
- SREERAMULU, N. Changes in endogenous growth regulating compounds during the after-ripening of dormant seeds of groundnut. **Zeitschrift fuer Pflanzenphysiologie**, v.71, p.101-107, 1974.
- SREERAMULU, N.; RAO, I.M. Ascorbic acid content of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) seeds during germination and early seedling growth. **Indian Journal of Agricultural**, v.40, p.163-174, 1971.
- THANOS, C.A.; SKORDILES, A. The effect of light, temperature and osmotic stress on the germination of *Pinus halepensis* and *P. brutia* seeds. **Seed Science & Technology**, v.15, p.163-174, 1982.
- THIMAN, R.V. **The physiology of plant growth and development**. New York: Ed. McGraw Hill Book, 1969.
- TOOLE, E.H.; TOOLE, V.K.; BORTHWICK, H.A.; HENDRICKS, S.B. Interaction of temperature and light in germination of seeds. **Plant Physiology**, v.30, p.473-478, 1965.



- VÁLIO, I.F.M. Effects of endogenous coumarin on the germination of seeds of *Coumarona odorata* Sublet. **Journal of Experimental Botany**, v.24, p.442-449, 1973.
- VYAS, L.N.; GARG, R.K. Responses to gibberellin of light-requiring seed of *Verbena bipinnifetida* Neelt. **Zeitschrift Pflanzenphysiologie**, v.65, p.189-194, 1971.
- WILLIAMS, R.D.; HOAGLAND, R.E. The effects of naturally occurring phenolic compounds on seed germination. **Weed Science**, v.30, p.206-212, 1982.
- ZENK, M.H.; MÜLLER, G. *In vivo* destruction of exogenously applied indoleacetic acid as influenced by naturally occurring phenolic acids. **Nature**, v.200, p.671-763, 1963.