

ALELOPATIA DE CULTIVARES DE *Panicum maximum* JACQ., SOBRE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS ARBUSTIVAS E ARBÓREAS. I AVALIAÇÕES EM LABORATÓRIO¹

ANA REGINA PIMENTEL DE ALMEIDA²; TEREZINHA DE JESUS DELÉO RODRIGUES³; JAIME MAIA DOS SANTOS⁴

¹ Parte da Tese de Doutorado da primeira autora, apresentada no Curso de Pós-graduação em Zootecnia - Produção Animal, FCAVJ, UNESP, Jaboticabal, SP.

² Estação Experimental de Zootecnia, Instituto de Zootecnia, Caixa postal 63, 14160-000, Sertãozinho, SP.
E-mail: almeida@izsp.br.

³ Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária, FCAVJ, UNESP, Jaboticabal, SP.

⁴ Departamento de Fitossanidade, FCAVJ, UNESP, Jaboticabal, SP.

RESUMO: O presente estudo teve por objetivo avaliar os possíveis efeitos alelopáticos dos extratos aquosos de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq.: cv. Mombaça, cv. Aruana e cv. Tanzânia-1, sobre três leguminosas forrageiras arbustivas ou arbóreas: *Leucaena leucocephala*, *Cajanus cajan* e *Sesbania sesban*, em três concentrações (0, 10 e 20%). Os efeitos alelopáticos foram avaliados através das porcentagens de germinação, de sementes mortas e de sementes duras, bem como pelo índice de velocidade de germinação (IVG). Os resultados mostraram que: (a) os cultivares de *P. maximum* estudados apresentaram efeito alelopático, que variou de acordo com a espécie de leguminosa avaliada; (b) houve redução na porcentagem de sementes duras de sesbania, quando tratadas com os extratos aquosos das gramíneas, especialmente na concentração de 20%, que deve ter atuado como um escarificador das sementes dormentes; (c) o guandu não deve ser semeado com o cultivar tanzânia, até que estudos em condições de campo possam confirmar ou não os resultados obtidos no presente trabalho, em condições de laboratório.

Palavras-chave: efeitos alelopáticos, microscopia eletrônica de varredura.

ALLELOPATHY OF *Panicum maximum* JACQ. CULTIVARS ON TREE AND SHRUB FORAGE LEGUMES. I. LABORATORY EVALUATIONS

ABSTRACT: This research was carried out in order to evaluate allelopathic effects of aqueous extracts (0, 10 and 20%) of three cultivars of *Panicum maximum* Jacq.: cv. Mombasa, cv. Aruana and cv. Tanzania-1 on three forage legumes: *Leucaena leucocephala*, *Cajanus cajan* and *Sesbania sesban*. The allelopathic effects were evaluated through the percentages of germination, dead and hard seeds, and also by the speed of germination index (SGI). The results allowed the following conclusions: (a) the *P. maximum* cultivars presented allelopathic potential, which varied depending on the species of forage legume evaluated; (b) the number of hard seeds of sesbania was reduced by the grass extracts especially at the 20% concentration; (c) the data suggest that pigeon pea cannot be interseeded with cv. Tanzania-1; further research, under field conditions, is required to confirm or not these results obtained under laboratory conditions.

Key words: Allelopathic effects, scanning electron microscopy.

INTRODUÇÃO

A alelopatia é definida como sendo qualquer efeito direto ou indireto, benéfico ou prejudicial de uma planta ou de microrganismos, sobre outra planta, através da produção de compostos químicos que são liberados no ambiente (RICE, 1984). Os efeitos alelopáticos dependem dos aleloquímicos liberados no ambiente pelas plantas doadoras. Dessa forma, a alelopatia pode ser separada da competição, que envolve a redução ou a retirada de algum fator do ambiente, necessário à outra planta no mesmo ecossistema, tal como água, luz e nutrientes (RICE, 1979).

Os compostos químicos com potencial alelopático estão presentes em quase todos os tecidos da planta, incluindo folhas, caules, raízes, rizomas, flores, frutos e sementes (SOUZA, 1988). A liberação destas substâncias ocorre de várias maneiras: (a) exsudação do sistema radicular; (b) liberação de substâncias voláteis das partes vegetativas das plantas; (c) decomposição de resíduos vegetais; (d) lixiviação através de chuva, neblina e orvalho (MEDEIROS, 1989; MONEGAT, 1991 e RODRIGUES *et al.*, 1992).

As plantas podem sintetizar mais de uma substância tóxica, e esta, por sua vez, pode ter mais de uma função (ALMEIDA, 1987). Este mesmo autor explicou que não se conhecem todos os produtos químicos com propriedades alelopáticas, nem tampouco a forma como são sintetizados. Dentre as substâncias de maior ocorrência, encontram-se os ácidos fenólicos, terpenóides, cumarinas, flavonóides, ácido ferúlico, juglona, taninos, ácido gálico, ácido vanílico, ácido cinâmico, escopoletina e vários glicosídeos (WHITTAKER e FEENY, 1971; RICE, 1984; ALMEIDA, 1987 e RODRIGUES *et al.*, 1992).

Várias pesquisas comprovam que muitas espécies de gramíneas forrageiras tropicais apresentam efeito alelopático sobre outras plantas (RODRIGUES *et al.*, 1992; ALMEIDA, 1993; RODRIGUES *et al.*, 1993; CHUNG e MILLER, 1995; SOUZA FILHO, 1995; FAGIOLI *et al.*, 1997). Este fato é bastante útil quando são consideradas pastagens exclusivas de gramíneas, pois haverá um maior controle das plantas invasoras mas, por

outro lado, este efeito alelopático das gramíneas poderá dificultar a associação gramínea/leguminosa nas pastagens.

Dentre as plantas forrageiras, o *Panicum maximum*, com vários cultivares, tem se destacado para a formação de pastagens de alta produção e elevada qualidade, principalmente para o Estado de São Paulo, aonde o preço da terra é elevado.

A mistura de gramíneas com leguminosas é desejável desde a implantação da pastagem pois, além de melhorar a dieta animal pela presença das leguminosas, ainda fornece nitrogênio para as gramíneas. Outra forma de obter consorciação, é na renovação de pastagens degradadas de gramíneas, pela introdução de leguminosas. O custo da adição de sementes de leguminosas é reduzido em relação aos demais custos na renovação da pastagem. Para obtenção de misturas de gramíneas com leguminosas, vários aspectos devem ser observados, tais como a correção de deficiências nutricionais, estabelecimento, manejo e produção animal (ZIMMER, 1986).

O estabelecimento de pastagens consorciadas em diversos locais do Brasil não tem obtido sucesso e este fato tem sido atribuído às dificuldades de se manejar dois grupos de plantas fisiologicamente diferentes, como as gramíneas e as leguminosas, principalmente porque apresentam taxas de crescimento diferentes. As exigências nutricionais também diferem entre as duas famílias de plantas. Contudo, não pode ser desconsiderada a hipótese de que as dificuldades de estabelecimento e a falta de persistência de um dos componentes da pastagem consorciada, estejam ligados à incompatibilidade das espécies, devido a efeitos alelopáticos. Logo, antes de se recomendar consorciações com espécies conhecidas, seria recomendável a avaliação do potencial alelopático das espécies consideradas (RODRIGUES *et al.*, 1992).

As informações disponíveis sobre o efeito alelopático do gênero *Panicum* são escassas e inconclusivas. Baseado neste fato foi realizado o presente trabalho, visando pesquisar os possíveis efeitos alelopáticos dos extratos aquosos obtidos de

três cultivares de *Panicum maximum* Jacq: cv. Mombaça (mombaça), cv. Aruana (aruana) e cv. Tanzânia-1 (tanzânia), sobre três leguminosas forrageiras arbustivas ou arbóreas: *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (leucena), *Cajanus cajan* (L.) Millsp. cv. Kaki (guandu) e *Sesbania sesban* (L.) Merr. (sesbania), visando uma possível consorciação.

MATERIAL E MÉTODOS

Os cultivares de *Panicum maximum* foram semeados em novembro de 1997, em parcelas formadas por 5 linhas de 10 metros para cada cultivar, em área do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária.

Após 80 dias de crescimento vegetativo, as plantas (parte aérea e raízes) dos três cultivares foram arrancadas, lavadas, picadas e prensadas em prensa hidráulica, utilizando 4,5 toneladas métricas de pressão. Os extratos obtidos foram congelados e mantidos em freezer até o dia de serem utilizados.

No dia da extração e também após o descongelamento, foram determinados o potencial osmótico, o pH e a condutividade elétrica dos extratos aquosos das gramíneas, nas concentrações estudadas, para verificar se houve alguma alteração nestas características durante o congelamento.

Foram realizadas avaliações da germinação das sementes das leguminosas: leucena, guandu e sesbania, irrigadas com os extratos aquosos dos cultivares de *P. maximum*: mombaça, aruana e tanzânia, nas concentrações de 0, 10 e 20%, para avaliar os efeitos alelopáticos das gramíneas na germinação das leguminosas.

Após a escarificação das sementes de leucena com água quente (80°) por 4 minutos, em banho-maria, as sementes das três leguminosas foram colocadas em caixas plásticas para germinação ("gerbox"), transparentes, com as dimensões de 11 cm x 11 cm, com uma folha de papel de filtro autoclavado a 120° C por 20 minutos e umedecido com água destilada ou com cada um dos extratos

avaliados. Foram consideradas germinadas, as sementes que apresentaram radícula ≥ 2 mm (LABOURIAU, 1983)

A germinação das sementes foi analisada sob dois aspectos: porcentual de germinação e velocidade de germinação. O porcentual de germinação foi monitorado por um período de quinze dias, em câmara de germinação tipo BOD, regulada com temperatura constante de 25°C para o guandu, a leucena e a sesbania.

Como não existe regulamentação para a espécie de sesbania avaliada, foi realizado um teste de germinação preliminar, utilizando as especificações para a *Sesbania exaltata* com temperatura alternada de 20 / 30° C, mas a porcentagem de germinação foi muito baixa e, na temperatura de 25° C foi bastante superior. A partir desse teste, todas as sementes germinaram nas mesmas condições (25° C).

Ao final do experimento foi calculado o índice de velocidade de germinação (IVG), utilizando a seguinte fórmula:

$$IVG = \frac{100}{N} \sum \frac{ni}{i}$$

onde:

N = número de sementes colocadas para germinar

i = número de dias após a semeadura

ni = número de sementes germinadas no dia n

Logo, o IVG pode variar desde zero, se nenhuma semente germinar, até valores mais altos, se a germinação for mais rápida (A - AS - SAQUI e CORLETTI, 1978).

Os extratos dos cultivares de *P. maximum* foram testados, tendo como testemunha a água destilada (sem extrato), que após suas diluições a 10% e 20%, foram adicionados 10,0 ml a cada "gerbox" contendo as sementes das leguminosas. Quando necessário, a água destilada foi adicionada aos "gerbox", com o objetivo de manter a umidade adequada para a germinação das sementes estudadas.

As sementes que não germinaram durante o período experimental foram submetidas ao teste de tetrazólio, para determinar sua viabilidade e constatar o número de sementes mortas e de sementes duras ou dormentes, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

Para demonstrar o efeito dos extratos aquosos das gramíneas na densidade de pêlos radiculares da raiz primária das leguminosas avaliadas, foi usada a técnica de microscopia eletrônica de varredura (HEGDE e MILLER, 1992), que utiliza a seguinte metodologia: as sementes de cada leguminosa foram colocadas para germinar em "gerbox" com papel de filtro umedecido com 10 ml de água destilada ou cada uma das concentrações dos diferentes extratos. Em seguida foram colocadas em germinador, com temperatura constante de 25° C.

Após 72 horas, as radículas foram seccionadas e fixadas por 5 dias com glutaraldeído a 3%, diluído em tampão de fosfato de potássio a 0,1M e pH 7,4. Subsequentemente, foram lavadas seis vezes consecutivas na solução tampão pura, em um intervalo de 15 minutos e pós-fixadas por 24 horas em tetróxido de ósmio a 2%, no mesmo tampão. Foram novamente lavadas e desidratadas em uma série gradual de álcool etílico (30, 50, 70, 80, 90, 95 e 100%), 15 minutos em cada passo e secas em secador do ponto crítico, utilizando-se CO₂. Então foram montadas, recobertas com uma camada de 35nm de ouro, em metalizador Denton Vacuum Desk II, observadas e fotografadas em microscópio eletrônico de varredura JEOL JSM 5410, operado em 15 kV.

O experimento em laboratório, para a determinação do Índice de velocidade de germinação e das porcentagens de germinação, de sementes mortas e de sementes duras, foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, num esquema fatorial do tipo 3 x 3 x 3 (3 leguminosas; 3 cultivares de *Panicum* e 3 concentrações dos extratos), com 4 repetições, totalizando 108 "gerbox".

Os resultados foram submetidos à Análise de Variância, sendo que os valores obtidos para os

percentuais de germinação, de sementes mortas, duras e de emergência, foram transformados para arco seno $\sqrt{x + 1,0}$. Todas as análises foram processadas no software "Estat", e os gráficos desenvolvidos no software "Statistica", versão 5.0, determinando-se a diferença mínima significativa pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH, de condutividade elétrica e de potencial osmótico dos extratos aquosos obtidos de três cultivares de *P. maximum* nas concentrações de 10% e 20%, a fresco e após o descongelamento, são apresentados na Quadro 1.

A análise dos extratos aquosos mostrou uma variação de pH de 6,4 a 6,9, sendo que praticamente não houve alteração nos valores a fresco e descongelado.

Para espécies de leguminosas arbóreas, EVERITT (1983) constatou, que tanto a germinação como o desenvolvimento da radícula foram suprimidos apenas em condições de pH igual ou inferior a 2,0 e igual ou superior a 12,0.

Os valores de condutividade elétrica variaram de 1,69 a 4,59 mmho, sendo que houve uma relação direta entre os valores de condutividade e a concentração dos extratos aquosos das gramíneas (Quadro 1).

EVERITT *et al.* (1983) constataram que valores de condutividade de até 20 mmho, não apresentaram qualquer efeito na germinação de *Kochia scoparia*.

SOUZA FILHO (1995) encontrou, para algumas espécies de braquiária, valores de condutividade elétrica que variaram de 1,11 a 3,62 e concluiu que não houve efeito aditivo da concentração de íons nos resultados promovidos pelos extratos. Estes não devem ser considerados como fatores de variação nestes estudos de alelopatia, envolvendo a utilização de extratos aquosos.

Quadro 1 - Valores de pH, de condutividade elétrica (mmho) e de potencial osmótico (MPa) dos extratos aquosos (10 e 20%), obtidos de três cultivares de *Panicum maximum*, no momento da extração e após o descongelamento.

Cultivares de <i>P. maximum</i>	Concentrações	Fresco	Descongelado
pH			
Aruana	10%	6,6	6,8
	20%	6,5	6,4
Mombaça	10%	6,7	6,7
	20%	6,5	6,6
Tanzânia-1	10%	6,7	6,9
	20%	6,4	6,6
Condutividade elétrica (mmho)			
Aruana	10%	1,69	1,71
	20%	3,09	3,06
Mombaça	10%	2,46	2,93
	20%	4,42	4,59
Tanzânia-1	10%	1,99	2,03
	20%	3,45	3,39
Potencial osmótico (MPa)			
Aruana	10%	-0,099	-0,126
	20%	-0,201	-0,205
Mombaça	10%	-0,179	-0,152
	20%	-0,311	-0,249
Tanzânia-1	10%	-0,148	-0,135
	20%	-0,293	-0,187

O Quadro 1 mostra também os valores do potencial osmótico (MPa), nas concentrações de 10% e 20%, dos extratos aquosos de aruana, mombaça e tanzânia, no momento da extração e logo após o descongelamento. Observa-se que estes valores variaram de -0,099 a -0,311 MPa e foram maiores nas concentrações de 20%. Pouca variação ocorreu nos extratos frescos e após o descongelamento.

WARDLE *et al.* (1992) estudaram o efeito osmótico dos extratos aquosos de quatro espécies de gramíneas forrageiras: *Dactylis glomerata*, *Phalaris tuberosa*, *Festuca arundinacea* e *Holcus lanatus*, e encontraram valores entre -36,7 e -45,8 KPa. Concluíram que estes potenciais osmóticos foram capazes de inibir a germinação e o alongamento da radícula de várias espécies de plantas.

Com base nos valores apresentados, pode-se supor que os valores de pH, de condutividade elétrica e de potencial osmótico encontrados no

presente trabalho, para os extratos aquosos dos cultivares de *P. maximum*, não devem ser considerados como fatores de variação. Os valores de potencial osmótico foram inferiores àqueles citados anteriormente e podem ter provocado atraso na germinação, não tendo porém alcançado valores inibitórios para a germinação, que em geral situam-se abaixo de -0,5 MPa, encontrados por PEREIRA (1991), RODRIGUES (1993) e ROCHA (1996).

No Quadro 2, constata-se que o IVG das sementes de leucena, guandu e sesbania diminuiu, quando estas foram irrigadas com os extratos aquosos das gramíneas, embora essa diferença nem sempre tenha sido significativa.

Através do IVG (Quadro 2), observa-se ainda o comportamento entre as sementes das espécies de leguminosas, cujo substrato foi irrigado com água (testemunha). As sementes de guandu germinaram primeiro, seguidas pelas de leucena e, por último as de sesbania. Já com os extratos

Quadro 2 - Índice de velocidade de germinação (IVG) porcentagens de germinação, de sementes mortas e de sementes duras de três espécies de leguminosas forrageiras em laboratório, sob efeito de extratos aquosos obtidos de três cultivares de *Panicum maximum*.

Leguminosas	Concentrações		
	Testemunha (0%)	10%	20%
..... Índice de Velocidade de Germinação (IVG)			
Leucena	19,41 Ab	17,79 ABa	15,99 Bb
Guandu	26,92 Aa	19,33 Ba	22,24 Ba
Sesbania	13,02 Ac	10,18 Ab	10,15 Ac
..... Porcentagem de Germinação (1)			
Leucena	76,35 Ab	71,39 ABa	68,47 Ba
Guandu	85,02 Aa	61,47 Cb	69,07 Ba
Sesbania	45,50 Ac	40,97 Ac	41,83 Ab
..... Porcentagem de Sementes Mortas (1)			
Leucena	14,07 Bab	18,45 ABb	21,74 Ab
Guandu	8,69 Cb	29,30 Aa	21,79 Bb
Sesbania	18,42 Ba	28,59 Aa	29,53 Aa
..... Porcentagem de Sementes Duras (1)			
Leucena	8,30 Ab	7,99 Ab	7,40 Ab
Guandu	5,74 Ab	5,74 Ab	5,74 Ab
Sesbania	39,71 Aa	36,42 Aa	30,44 Ba

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, para cada variável, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P > 0,05$)

(1): dados transformados em arco seno da raiz de $x+1,0$

aqueles na concentração de 10%, não houve diferença significativa entre o IVG do guandu e da leucena ($P > 0,05$), permanecendo a sesbania com o menor índice. Supõe-se, então, que as sementes de guandu foram mais sensíveis ao efeito dos extratos aquosos dos cultivares de *P. maximum* na concentração de 10%, principalmente quando irrigadas com o cultivar tanzânia (Figura 1).

WARDLE et al. (1991), trabalhando com *Carduus nutans*, consideraram que a velocidade de germinação pode ser o indicador mais sensível de efeitos alelopáticos. Também SOUZA FILHO et al. (1996) chegaram à mesma conclusão, sobre os efeitos dos extratos aquosos da *Vernonia polyanthes*, na velocidade de germinação de três espécies de braquiárias (humidícola, decumbens e marandu). *A. B. decumbens* e a *B. brizantha* cv. Marandu foram as mais negativamente afetadas.

Já HAUGLAND e BRANDSAETER (1996), avaliando a alelopatia dos extratos aquosos de

Brassica napus cv. Bambu e de *Secale cereale* cv. Danko na porcentagem e velocidade de germinação de *Lolium multiflorum* e *Raphanus sativus*, constataram que a porcentagem de germinação é melhor indicador que a velocidade de germinação

GORLA e PEREZ (1997) verificaram que a velocidade de germinação de sementes de pepino foi retardada na presença de extratos aquosos das folhas de *Lantana camara* e os extratos de *Miconia albicans* não interferiram na velocidade. Os extratos de *Drimys winteri* adiantaram a germinação nas concentrações de 25, 50 e 75% e os extratos de *Leucaena leucocephala* também. Já a velocidade de germinação das sementes de tomate, decresceu com o aumento da concentração de todos os extratos.

Embora, de maneira geral, a porcentagem de germinação das sementes de cada espécie de

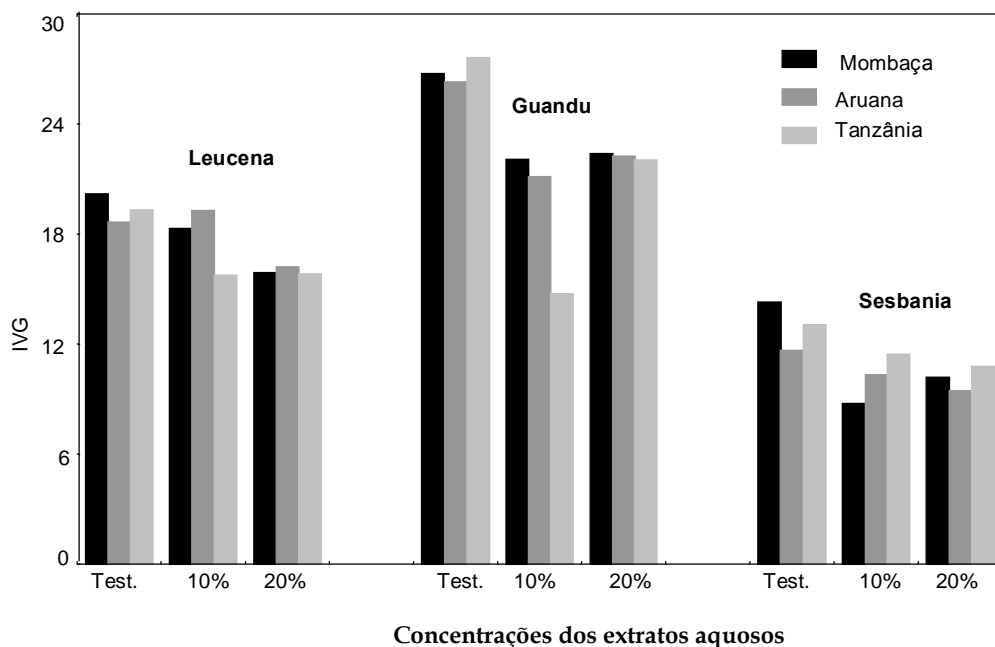


Figura 1. Índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de três espécies de leguminosas forrageiras em laboratório, sob efeito de extratos aquosos obtidos de três cultivares de *Panicum maximum*

leguminosa tenha sido reduzida na presença dos extratos aquosos ($P < 0,05$), o Quadro 2 mostra também que as sementes de guandu sofreram maior redução na concentração de 10%, principalmente quando tratadas com o extrato de tanzânia (Figura 2)

Diversas hipóteses podem ser levantadas sobre o efeito mais drástico do extrato na concentração de 10%, em relação ao de 20%, sobre a germinação das sementes de guandu. Isso pode ser devido a uma absorção mais rápida pelas sementes, do extrato a 10%, em função do potencial osmótico, o que provocaria uma injúria de embebição, que se somaria ao efeito alelopático. Outro aspecto que poderia ser diferente entre os extratos a 10 e 20% relaciona-se com a compartimentalização celular dos aleloquímicos que, quando em maior quantidade (20%), teriam sido suficientes para acionar os mecanismos para seu próprio sequestro nos vacúolos celulares. Outra hipótese seria a ocupação pelos aleloquímicos de possíveis receptores, que poderiam ter se saturado na concentração de 10%. Poder-se-ia pensar ainda

em efeitos compensatórios, considerando-se que os extratos contêm, além de substâncias prejudiciais, outros fatores que, na concentração de 20% teriam equilibrado a ação dos aleloquímicos. Mais pesquisas são necessárias para esclarecer o mecanismo de ação das substâncias alelopáticas

Analisando a porcentagem de germinação (Quadro 2) entre as espécies de leguminosas irrigadas com água (testemunha), observa-se que esta foi maior para o guandu, seguido pela leucena e por último, pela sesbania. Quando as sementes germinaram em substrato umedecido com extrato aquoso, na concentração de 10%, constata-se que houve inversão na porcentagem de germinação entre a leucena e o guandu e, na concentração de 20%, não houve diferença ($P > 0,05$) na porcentagem de germinação dessas duas, sendo que as sementes de sesbania permaneceram com a menor porcentagem de germinação (Figura 2).

CHUNG e MILLER (1995) avaliaram o efeito alelopático dos extratos de nove gramíneas forrageiras em sementes de alfafa e constataram

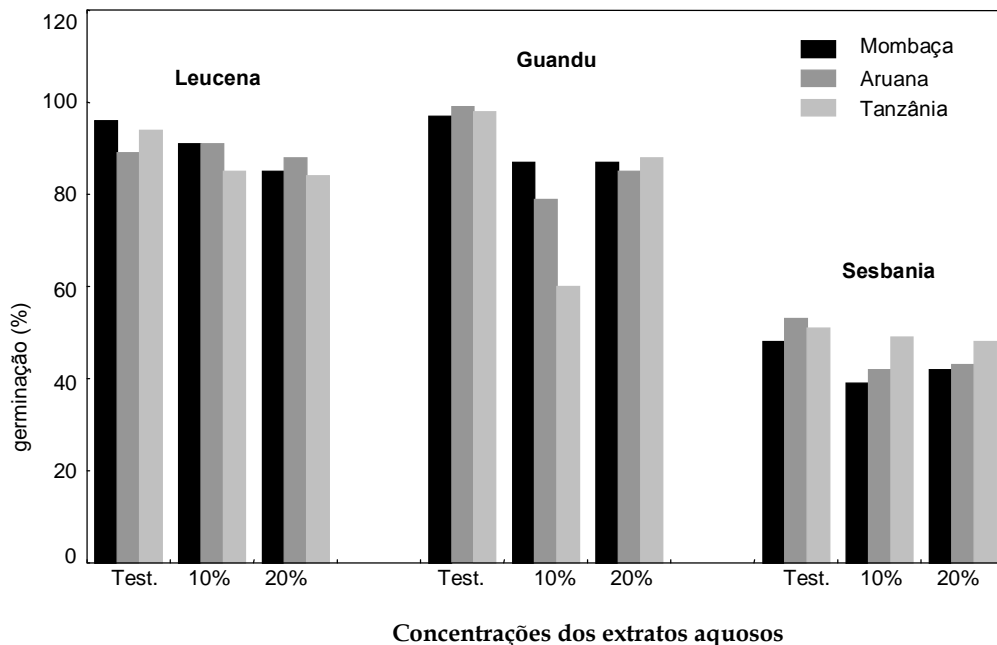


Figura 2. Porcentagem de germinação das sementes de três espécies de leguminosas forrageiras em laboratório, sob efeito de extratos aquosos obtidos de três cultivares de *Panicum maximum*

que todos os extratos das gramíneas reduziram sua germinação, exceto em dois casos, *Agrostis gigantea* e *Phalaris arundinacea*. Os extratos de *Festuca arundinacea* e de *Bromus inermis* causaram

No presente trabalho, embora tenha ocorrido frequente redução na germinação, observou-se que os extratos aquosos também afetaram o alongamento das radículas de leucena, guandu e sesbania. SOUZA FILHO *et al.* (1997), verificaram que esta característica foi mais sensível aos efeitos dos extratos aquosos de leucena (*Leucaena leucocephala*), calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) e mineirão (*Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão) sobre algumas invasoras de pastagens.

No decorrer do experimento observou-se visualmente que, além de diminuir o alongamento

das radículas de leucena, guandu e sesbania, os extratos aquosos dos cultivares de *P. maximum* afetaram sua forma e diminuíram acentuadamente a formação de pêlos radiculares, com o aumento da concentração dos extratos. Este fato pode ser demonstrado pelas Figuras 3, 4 e 5, obtidas com microscópio eletrônico de varredura.

HALSALL *et al.* (1995) também constataram redução na germinação de onze espécies de leguminosas forrageiras testadas na presença dos extratos de *Triticum aestivum* e *Phalaris aquatica*, sendo que a porcentagem de germinação decresceu com o aumento na concentração dos extratos e o alongamento da radícula foi bastante reduzido. Estas, na presença dos extratos aquosos, apresentaram-se também descoloridas e encurtadas, com escassa formação de pêlos radiculares.

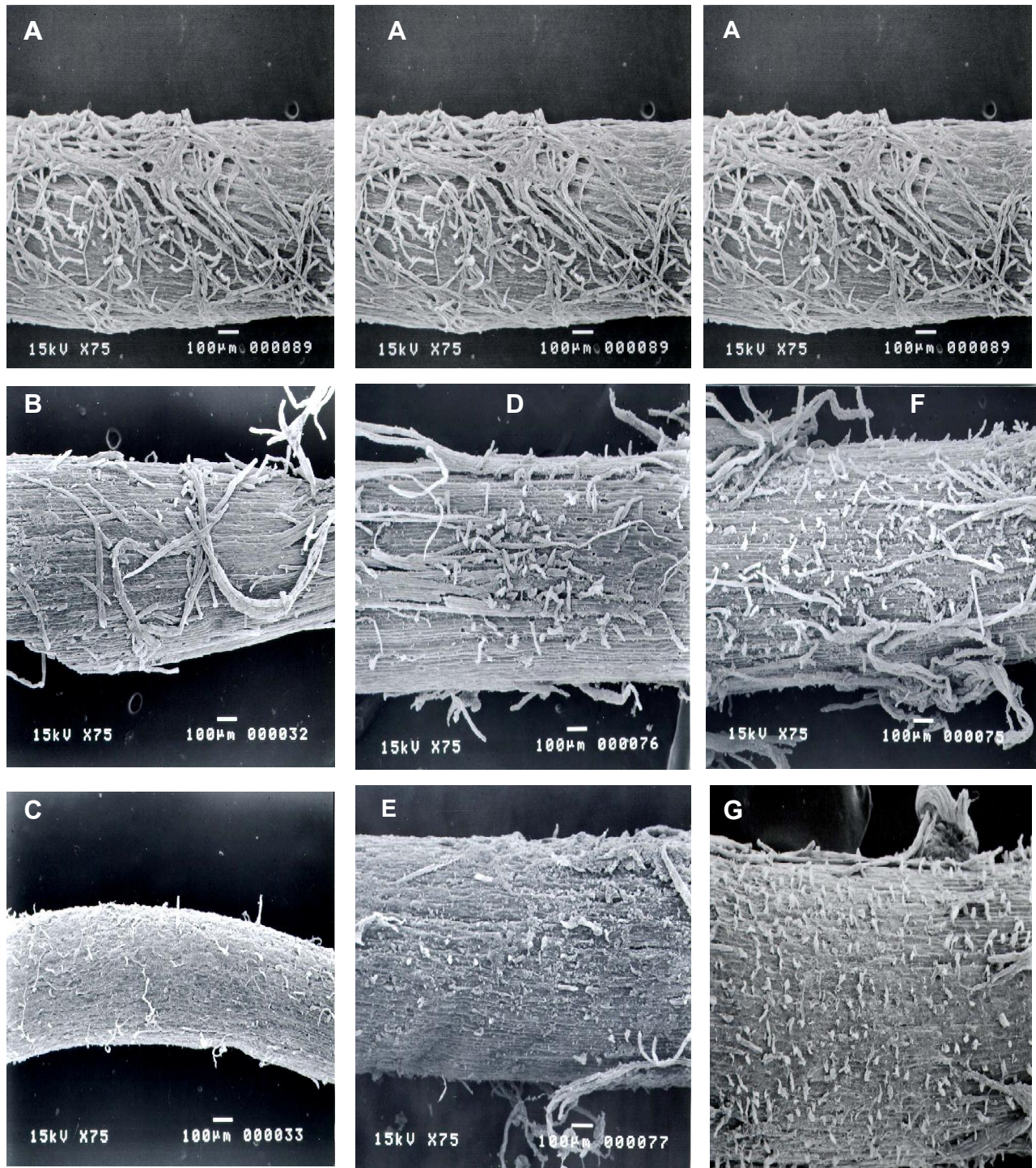


Figura 3. Elétron-micrografias de varredura de raízes primárias de leucena. A - Testemunha; B - raízes inibidas com extrato aquoso de mombaça a 10%; C- raízes inibidas com extrato aquoso de mombaça a 20%; D - raízes inibidas com extrato aquoso de aruana a 10%; E - raízes inibidas com extrato aquoso de aruana a 20%; F - raízes inibidas com extrato aquoso de tanzânia a 10%; G - raízes inibidas com extrato aquoso de tanzânia a 20%.

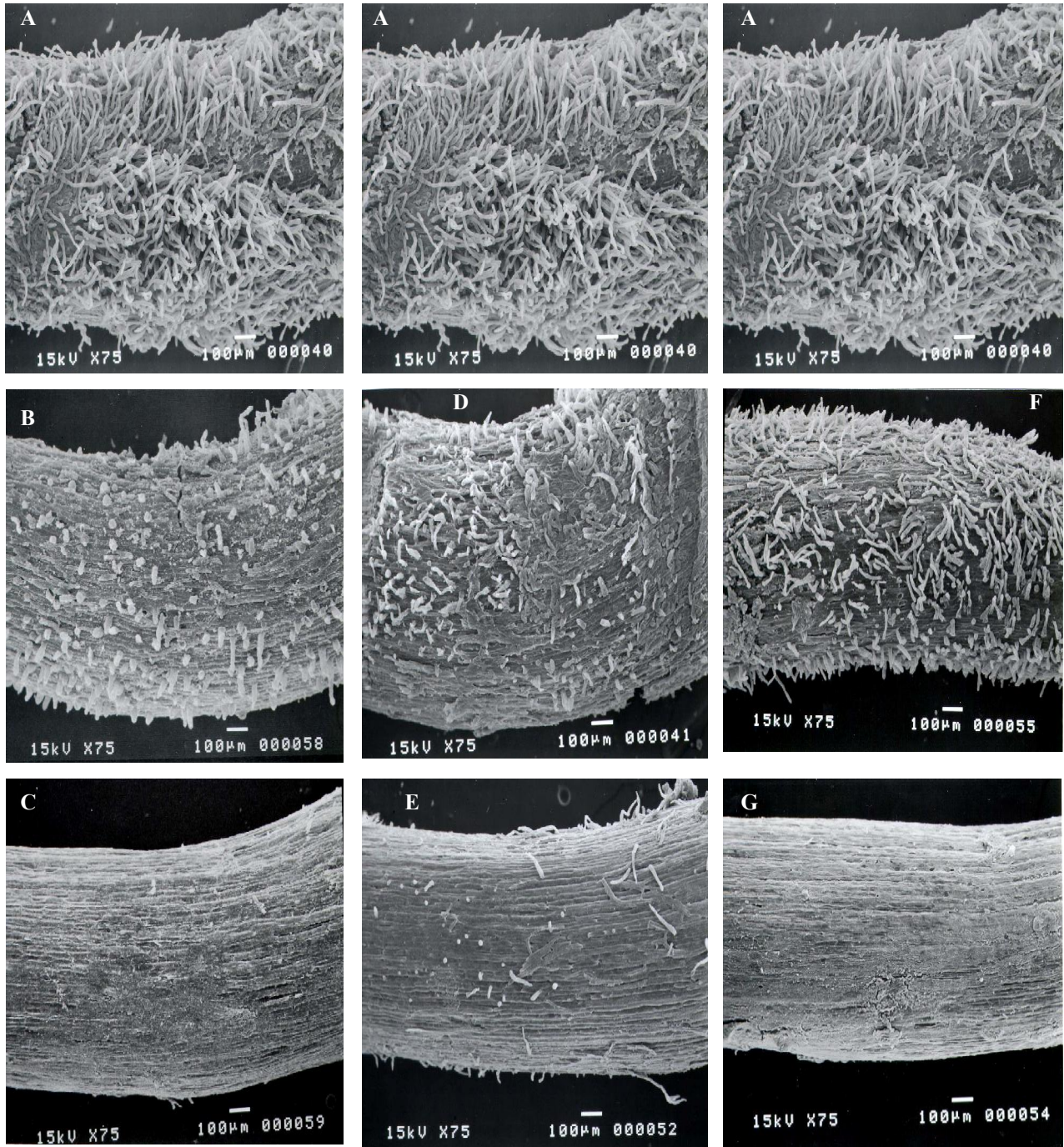


Figura 4 - Elétron-micrografias de varredura de raízes primárias de guarana. A - Testemunha; B - raízes inibidas com extrato aquoso de mombaça a 10%; C - raízes inibidas com extrato aquoso de mombaça a 20%; D - raízes inibidas com extrato aquoso de aruana a 10%; E - raízes inibidas com extrato aquoso de aruana a 20%; F - raízes inibidas com extrato aquoso de tanzânia a 10%; G - raízes inibidas com extrato aquoso de tanzânia a 20%.

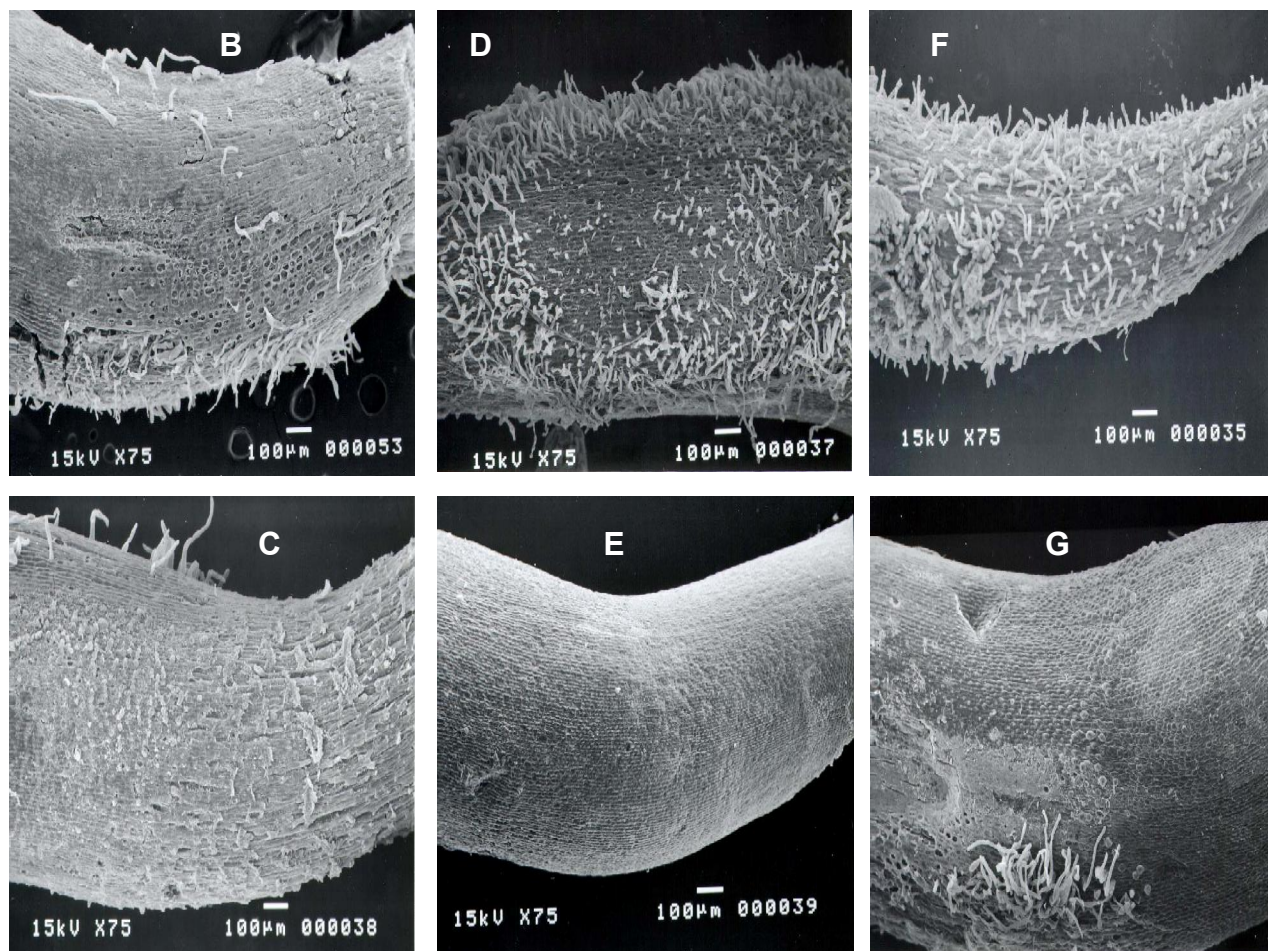


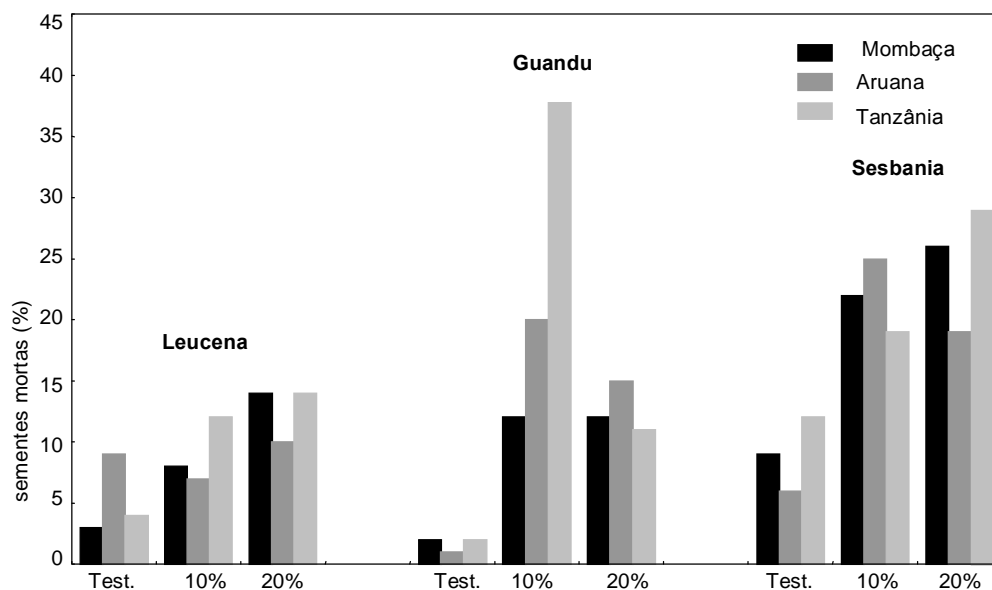
Figura 5. Elétron-micrografias de varredura de raízes primárias de sesbania. A - Testemunha; B - raízes inibidas com extrato aquoso de mombaça a 10%; C - raízes inibidas com extrato aquoso de mombaça a 20%; D - raízes inibidas com extrato aquoso de aruana a 10%; E - raízes inibidas com extrato aquoso de aruana a 20%; F - raízes inibidas com extrato aquoso de tanzânia a 10%; G - raízes inibidas com extrato aquoso de tanzânia a 20%.

No final do experimento de germinação, foram avaliadas as sementes das leguminosas que não germinaram, através do teste do tetrazólio, para avaliar sua viabilidade. De acordo com a Quadro 2, a porcentagem de sementes mortas das três leguminosas aumentou consideravelmente ($P < 0,05$) na presença dos extratos aquosos, com destaque para as de guandu irrigadas com o extrato do cultivar tanzânia. Este fato pode ser melhor visualizado na Figura 6.

ALMEIDA (1993) constatou que a porcentagem de sementes mortas da leguminosa forrageira

Stylosanthes guianensis superou a de *Centrosema pubescens*, que foi maior que as de *Calopogonium mucunoides* e de *Stylosanthes guianensis*, quando irrigadas com os extratos aquosos de *Brachiaria*: *B. decumbens*, *B. humidicola* e *B. brizantha* cv. Marandu.

Estes resultados estão de acordo com os obtidos por CHOU e YOUNG (1975), que irrigaram sementes de alface, utilizadas como planta teste em ensaios de alelopatia, com extratos aquosos das folhas de doze espécies de gramíneas forrageiras. Observaram que, com os extratos de



Concentrações dos extratos aquosos

Figura 6. Porcentagem de sementes mortas de três espécies de leguminosas forrageiras em laboratório, sob efeito de extratos aquosos obtidos de três cultivares de *Panicum maximum*.

Panicum maximum, *Digitaria decumbens*, *Chloris gayana* e *Acrosceras macrum* houve morte das sementes, que ficaram escuras e intumescidas e, após serem lavadas e reincubadas por 72 horas, não germinaram. Já, com os extratos aquosos de outras espécies de gramíneas, também houve inibição na germinação mas, após serem lavadas, as sementes germinaram.

Em laboratório, a sesbania foi a leguminosa que apresentou a maior porcentagem de sementes duras, indicando a necessidade de escarificação para superar a dormência de suas sementes.

A porcentagem de sementes duras (Quadro 2) de leucena e de guandu praticamente não foi afetada ($P > 0,05$) pelos extratos aquosos. As sementes de sesbania apresentaram uma diminuição ($P < 0,05$) nesta porcentagem, quando submetidas aos extratos aquosos das gramíneas, especialmente na concentração de 20%. Provavelmente, a maior concentração dos extratos aquosos atuou como um escarificador destas

sementes, superando parcialmente sua dormência (Figura 7)

ALMEIDA (1993) observou que não houve diferença na porcentagem de sementes duras entre a centrosema, o calopogônio, o estilosantes e o macrotiloma quando irrigadas com água.

Já, quando o substrato foi umedecido com os extratos aquosos das braquiárias: decumbens, humidícola e marandú, houve no calopogônio, um aumento na porcentagem de sementes duras.

CONCLUSÕES

Os cultivares de *Panicum maximum* estudados apresentaram efeito alelopático, que variou de acordo com a espécie de leguminosa avaliada.

Houve redução na porcentagem de sementes duras de sesbania, quando irrigadas com os extratos aquosos das gramíneas, especialmente na

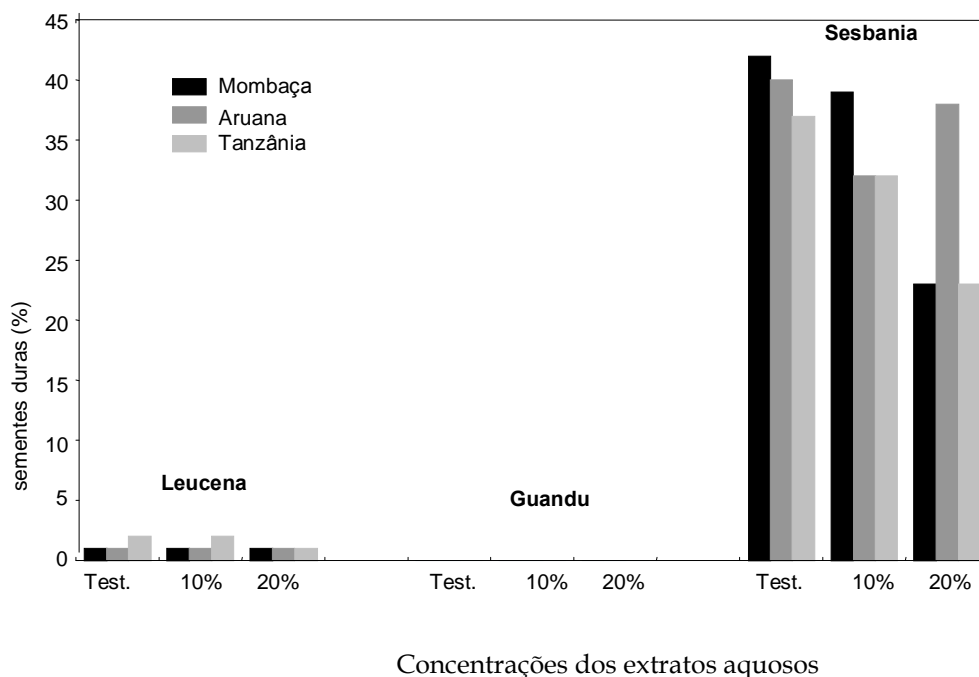


Figura 7. Porcentagem de sementes duras de três espécies de leguminosas forrageiras em laboratório, sob efeito de extratos aquosos obtidos de três cultivares de *Panicum maximum*

concentração de 20%, que devem ter atuado como um escarificador das sementes dormentes.

Sugere-se que o guandu não seja semeado com o cultivar tanzânia, até que estudos em condições de campo possam confirmar ou não os resultados obtidos no presente trabalho.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à firma "Sementes Naterra", que forneceu as sementes de guandu utilizadas no presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A-AS-SAQI, M., CORLETO, A. Effect of seed presowing hardening on seedling emergence of four forage species. *Seed Sci. and Technol.*, Zurich, v. 6, p. 701-709, 1978.

ALMEIDA, A.R.P. *Efeito alelopático de espécies de Brachiaria Griseb., sobre algumas leguminosas forrageiras tropicais.* Piracicaba: USP/ Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, 1993. 73 f. Dissertação de Mestrado.

ALMEIDA, F. S. Alelopatia e as plantas. In: SEMANA DE HERBICIDAS, 8., Bandeirantes, PR, 1987. p. 19-88.

BRASIL. Ministério da Agricultura. *Regras para análise de sementes.* Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, Divisão de Sementes e Mudas, 1992. 365 p.

CHOU, C. H., YOUNG, C. C. Phytotoxic substances in twelve subtropical grasses. *J. of Chem. Ecol.*, v. 1, n. 2, p. 183-193, 1975.

CHUNG, III-M, MILLER, D.A. Allelopathic influence of nine forage grass extracts on germination and

- seedling growth of alfalfa. *Agron. J.*, Madison, v. 87, p. 767-772, 1995.
- EVERITT, J. H. Seed germination characteristics of two woody legumes (retania and twisted acacia) from South Texas. *J. of Range Manage.*, Denver, v. 36, n. 4, p. 411-414, 1983.
- EVERITT, J. H., ALANIZ, M. A., LEE, J. B. Seed germination characteristics of *Kochia scoparia*. *J. of Range Manage.*, Denver, v. 36, n. 5, p. 646-648, 1983.
- FAGIOLI, M., RODRIGUES, T. J. D., ALMEIDA, A. R. P. et al. Potencial alelopático da *Brachiaria decumbens* Stapf e *B. brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf na germinação e no vigor de sementes de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). *Inf. ABRATES*, v. 7, n. 1/2, p. 243, 1997.
- GORLA, C. M., PEREZ, S.C.J.G.A. Influência de extratos aquosos de folhas de *Miconia albicans* Triana, *Lantana camara* L., *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit e *Drimys winteri* Forst, na germinação e crescimento inicial de sementes de tomate e pepino. *R. bras. Sem.*, São Paulo, v. 9, n. 2., p. 261-266, 1997.
- HALSALL, D.M., LEIGH, J.H., GOLLASCH, S.E. et al. The role of allelopathy in legume decline in pasture. II. Comparative effects of pasture, crop and weed residues on germination, nodulation and root growth. *Austr. J. of Agric. Res.*, Melbourne, v. 46, p. 189-207, 1995.
- HAUGLAND, E., BRANDSAETER, L.O. Experiments on bioassay sensitivity in the study of allelopathy. *J. of Chem. Ecol.*, New York, v. 22, n.1 0, p. 1845-1859, 1996.
- HEGDE, R.S., MILLER, D.A. Scanning electron microscopy for studying root morphology and anatomy in alfalfa autotoxicity. *Agron. J.*, Madison, v. 84, p. 618-620, 1992.
- LABOURIAU, L. G. *A germinação das sementes*. Washington : Secretaria Geral da O. E. A., 1983. 174 p.
- MEDEIROS, A. R. M. *Determinações de potencialidades alelopáticas em agroecossistemas*. Piracicaba: USP/ Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, 1989. 92 f. Tese de Doutorado.
- MONEGAT, C. *Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades*. Chapecó: Ed. Do Autor, 1991. 337 p.
- PEREIRA, A. S. *Embebição e germinação de sementes de grão-de-bico (Cicer arietinum L. cv. IAC-Marrocos), sob condições variadas de potencial osmótico*. Ribeirão Preto : USP/ Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, 1991. 61 f. Trabalho de Graduação.
- RICE, L. Allelopathy: an update. *Bot. Rev.*, New York, v. 45, p. 15-109, 1979.
- RICE, E. L. *Allelopathy*. 2 ed. New York: Academic Press, 1984. 422 p.
- ROCHA, G. R. *Efeito da temperatura e do potencial hídrico na germinação de sementes de doze cultivares de feijão-mungo-verde [Vigna radiata (L.) Wlczek] .* Jaboticabal: UNESP/ Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. 1996. 65 f. Trabalho de Graduação.
- RODRIGUES, C. A. G. *Germinação e crescimento da parte aérea e sistema radicular de duas leguminosas forrageiras tropicais sob diferentes níveis de umidade*. Jaboticabal: UNESP/ Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1993. 114 f. Dissertação de Mestrado.
- RODRIGUES, L. R. A., RODRIGUES, T. J. D., REIS, R. A. *Alelopatia em plantas forrageiras*. Jaboticabal: UNESP / FUNEP, 1992. 18 p. (Boletim).
- RODRIGUES, L. R. A., ALMEIDA, A. R. P., RODRIGUES, T. J. D. Alelopatia em forrageiras e pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 2. , Jaboticabal, 1993. *Anais...* Jaboticabal: FUNEP, 1993. p. 100-129.
- SOUZA FILHO, A. P. S. *Potencialidades alelopáticas envolvendo gramíneas e leguminosas forrageiras e plantas invasoras de pastagens* . Jaboticabal: UNESP/ Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1995. 137 f. Tese de Doutorado.
- SOUZA FILHO, A. P. S., RODRIGUES, L.R.A., RODRIGUES, T.J.D. Efeitos de extratos aquosos de assa-peixe sobre a germinação de três espécies de braquiária. *Planta Dan.*, Campinas, v.14, n. 2., p. 93-101, 1996.
- SOUZA FILHO, A. P. S., RODRIGUES, L.R.A., RODRIGUES, T.J.D. Efeitos do potencial alelopático

- de três leguminosas forrageiras sobre três invasores de pastagens. *Pesq. Agrop. bras., Brasília.*, v. 32, n.2, p. 165-170, 1997.
- SOUZA, I. F. Alelopatia de plantas *daninhas*. *Inf. Agrop., Belo Horizonte*, v. 13, n. 150, p. 75-78, 1988.
- WARDLE, D. A., AHMED, M., NICHOLSON, K. S. Allelopathic influence of nodding thistle (*Carduus nutans* L.) seeds on germination and radicle growth of pasture plants. *New Zeal. J. of Agr. Res., Wellington*, v. 34, n.2, p. 185-191, 1991.
- WARDLE, D. A., NICHOLSON, K. S., AHMED, M. Comparison of osmotic and allelopathic effects of grass leaf extracts on grass seed germination and radicle elongation. *Plant and Soil, Madison*, v. 140, p. 315-319, 1992.
- WHITTAKER, R. H., FEENY, P. P. Allelochemicals: chemical interaction between species. *Science, London*, v. 171, n. 3973, p. 757-770, 1971.
- ZIMMER, A. H. Consorciação com leguminosas e bancos de proteínas para pastagens de capins do gênero *Brachiaria*. In: ENCONTRO PARA DISCUSSÃO SOBRE CAPINS DO GÊNERO BRACHIARIA, Nova Odessa, 1986. *Anais...* Nova Odessa: 1986. p. 1-39.