

INFLUÊNCIA DE PROCESSOS DE ESCARIFICAÇÃO NA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.¹

MARIA ESTEFÂNIA ALVES ÁQUILA² e ARTHUR GERMANO FETT NETO³

Revista Brasileira de Sementes, vol. 10, nº 1, p. 73-85, 1988

RESUMO. *Leucaena leucocephala*, planta de grande interesse econômico, tem sido objeto de diferentes tipos de investigação. Este trabalho procurou analisar os efeitos de diferentes processos de escarificação em sementes frescas e estocadas sobre o comportamento germinativo e o crescimento inicial. As técnicas de escarificação utilizadas foram: escarificação mecânica; imersão em água quente, por 10 minutos; imersão em ácido sulfúrico concentrado, por 10 minutos. O controle foi dado por sementes intactas. Os testes foram desenvolvidos com 200 sementes, em 10 repetições, e montados em caixas gerbox, forradas com papel-filtro; a rega foi com água destilada e temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e luz controlada. Os resultados demonstraram haver influência estatisticamente significativa (testes t, ANOVA simples, de interação e SNK) dos tratamentos de escarificação, tanto sobre o comportamento germinativo, como sobre o crescimento inicial.

Termos para indexação: desenvolvimento, estocagem, sementes

INFLUENCE OF SCARIFICATION PROCESSES ON GERMINATION AND EARLY GROWTH OF *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.

ABSTRACT. *Leucaena leucocephala* is a species with high economical value and has been subjected to numerous kinds of investigations. This work was designed to develop methods for breaking seed dormancy and induce healthy seedling growth. Dry stored seeds of 1985 crop and fresh seeds of 1986 crop were used. Four treatments of two hundred seeds each were carried out: mechanical scarification; immersion in hot water for 10 minutes; immersion in concentrated sulfuric acid for 10 minutes and untreated. Seeds were incubated in Gerbox boxes, with 20 seeds per box, on filter paper which was moistened with distilled water. The boxes were maintained at a constant temperature of $25 \pm 2^\circ\text{C}$ and at a photoperiod of 10 hours light and 14 hours darkness. The results indicated that all seed treatments were effective in breaking seed dormancy. The sulfuric acid treatment resulted in the best early seedling growth for the dry stored seeds, while the hot water immersion led to the best growth for the fresh seeds. Significant differences (by t-test, simple and interaction ANOVA, SNK) were obtained among treatments for both seed germination and early seedling growth.

Index terms: seedling growth, development, storage, seeds

INTRODUÇÃO

Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit. (sin. de *Leucaena glauca* L.) (de Wit. 1961, 1975) é uma árvore pequena, com ampla distribuição nos trópicos (Venkataratnam, 1948), ocorrendo, como nativa, no Brasil, nas Regiões Leste e Nordeste (Martius, 1967).

Seu uso como forrageira (Farooq & Saleem Siddiqui, 1954; Lin & Ling, 1961) vem

¹ Trabalho realizado no Depto. de Botânica/UFRGS – Av. Paulo Gama, no. 40, Porto Alegre, RS, com auxílio financeiro do CNPq

² M.Sc. em Botânica, Prof. Assistente do Depto. de Botânica da UFRGS e pesquisadora do CNPq

³ Graduando em Biologia da UFRGS e Bolsista de Iniciação Científica do CNPq

sendo contestado devido aos efeitos tóxicos verificados nos animais alimentados exclusivamente desta planta (Hegarty *et al.*, 1964).

Zimmermann (1913) sugeriu sua utilização para o sombreamento de cafeeiros. Dijkman (1950) aponta-a como sendo boa para a recuperação de solos erodidos, e alguns estudos em aleiopatía vêm sendo desenvolvidos (Smith & Fowden, 1966; Bearder, 1980).

Uma ampla visão de vários aspectos da utilização desta espécie pode ser encontrada na literatura (N.A.S-USA, 1977).

Alguns autores já estudaram a germinação de *L. leucocephala*, tendo sido o método de escarificação por ácido sulfúrico o mais efetivo na promoção da germinação (Akamine & Ripperton, 1938), possuindo estas sementes uma espessa camada de cera impermeabilizando a testa (Akamine, 1942).

Venkataratnam (1948) mostra ser a imersão em água a 70°C, por 5 minutos, o tratamento mais efetivo, tanto em laboratório como em campo, na promoção da germinação.

Akamine (1952), estudando sementes intactas, mostrou que as mesmas, quando frescas, demoram 36 meses para atingir uma germinabilidade de 92%; já as sementes estocadas por um ano, quando postas para germinar, apresentam um retardo no tempo de germinação e atingem uma germinabilidade mais baixa do que a das sementes frescas.

Gray (1962) verificou o efeito da água quente sobre a germinação, obtendo bons resultados pela imersão em água a 100°C, por 40 segundos, e a 80°C, por 10 minutos.

Ferreira (1980) observou que a estocagem controlada em baixa umidade pode induzir uma dormência secundária.

Este estudo visa verificar a influência de processos de escarificação sobre:

- 1) a germinação de sementes coletadas em safras diferentes e de sementes estocadas;
- 2) o crescimento subsequente das plântulas.

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes usadas provieram da mesma matriz. A coleta dos frutos e a retirada das sementes foram manuais e processadas em dois anos sucessivos: 1985 e 1986. Das sementes coletadas em 1985, parte foi usada na montagem do experimento (sementes frescas 85) e parte estocada em vidro fechado e em câmara a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ por um ano (sementes estocadas).

Os tratamentos pré-germinativos utilizados foram: imersão em água quente ($\sim 100^{\circ}\text{C}$) em frasco aberto e fora da fonte de calor, por 10 minutos; imersão em ácido sulfúrico concentrado (Merck P.A., 98%), por 10 minutos, seguida de lavagem abundante em água; escarificação mecânica, mediante um pequeno corte na região oposta ao embrião e sementes intactas, usadas como controle.

Os testes foram montados em caixas gerbox, forradas com papel-filtro umedecido com 10 ml de água destilada. A temperatura foi constante ($25 \pm 2^{\circ}\text{C}$) e a luz de intensidade 100 lux (METRUX K - Metrawatt), em fotoperíodo de 10 horas claro e 14 horas escuro. Em cada tratamento, usou-se um total de 200 sementes em 10 repetições. Para averiguação do crescimento os papéis-filtros foram divididos em quadrantes, para que as sementes pudessem ser marcadas. Após quatro dias (96 horas) da germinação, as plântulas eram medidas mediante a utilização de paquímetro. A análise do crescimento foi feita nas sementes frescas 86 e nas estocadas. As sementes intactas, após oito dias em condições ótimas para germinação, eram escarificadas mecanicamente e devolvidas para seu respectivo lugar nas caixas gerbox.

Usou-se o critério botânico para a germinação (Laboriau, 1983) e o comprimento da radícula e do eixo hipocótió/radícula foi medido em mm para avaliar o crescimento das plântulas.

O acompanhamento do experimento deu-se em intervalos de 24 horas, durante 20 dias.

A análise estatística do crescimento foi feita através de teste t, utilizando-se as médias de cada tratamento, onde o número mínimo de sementes germinadas foi igual a 120. Para a germinação, usou-se teste ANOVA simples, de interação e SNK como complementar. Para todos os testes, utilizou-se $\chi = 0,05$. Os dados de percentagem final de germinação foram transformados para arco seno de seus valores, segundo a fórmula:

$$X = \sqrt{n + \frac{1}{2}}, \text{ arc sen } \sqrt{(Y+3/8) : (n+3/4)}$$

Onde:

X = percentual transformado

Y = percentual germinado por repetição em decimal

n = número de repetições (Sokal & Rohlf, 1981).

RESULTADOS

A Figura 1 mostra a eficácia da escarificação mecânica como promotora da germinação. As sementes intactas, em condições ótimas, atingiram uma germinabilidade baixa (4,0%). No entanto, as mesmas sementes, após escarificação mecânica, atingiram a germinabilidade média de 96,5% em apenas 72 horas.

A análise das Figuras 2, 3 e 4 demonstra:

1 - Que na escarificação mecânica, tanto em sementes frescas como em estocadas, a rapidez inicial do processo é bastante acentuada, e a estabilidade é atingida em 96 horas (4 dias); a germinabilidade média é de 95,9%, não havendo diferença estatística significativa para $\alpha = 0,05$ (Tabela A).

II - A imersão em água a $\sim 100^{\circ}\text{C}$, por 10 minutos, mostra ser um bom promotor de germinação para as sementes frescas. As frescas 85 mostram uma germinação inicial rápida com um aumento gradual, atingindo a estabilidade no sétimo dia após a semeadura. Para elas, houve diferença estatisticamente significativa para $\alpha = 0,05$, quando comparadas com as escarificadas mecanicamente. As frescas 86 apresentam uma germinação inicial lenta, com um aumento rápido entre o quarto e o sétimo dia, para, gradualmente, atingirem a estabilidade no décimo dia após a semeadura. Para estas, a germinabilidade não difere estatisticamente das escarificadas mecanicamente.

As sementes estocadas, submetidas à água quente, mostraram uma germinação irregular, atingindo a estabilidade no décimo primeiro dia após a semeadura. Para estas sementes, a germinabilidade (63,5%) foi significativamente inferior para $\alpha = 0,05$ em relação à média atingida pelas sementes frescas (Tabela A).

III - O tratamento com ácido sulfúrico foi o que apresentou as maiores diferenças entre os comportamentos germinativos. As sementes frescas 85 mostram uma germinação inicial rápida, havendo pouca diferença entre o número de sementes germinadas no segundo e no sétimo dia, quando a estabilidade é atingida. As sementes frescas 86 apresentam uma germinação inicial lenta e atingem a estabilidade no quinto dia. No entanto, a percentagem final de germinação é muito baixa nas frescas 86 (13,5%), em relação à obtida pelas frescas 85 (66%) e estocadas (64,5%). As sementes estocadas, em três dias, atingem a metade da germinabilidade, demonstrando uma germinação inicial rápida. Entretanto, levam oito dias para atingir a estabilidade (no décimo primeiro dia), apresentando, neste período, um acréscimo lento na germinação. Estas sementes também mostram um comportamento semelhante nos tratamentos ácidos e por água quente, com curvas apresentando a mesma tendência e alcançando a mesma percentagem final de germinação.

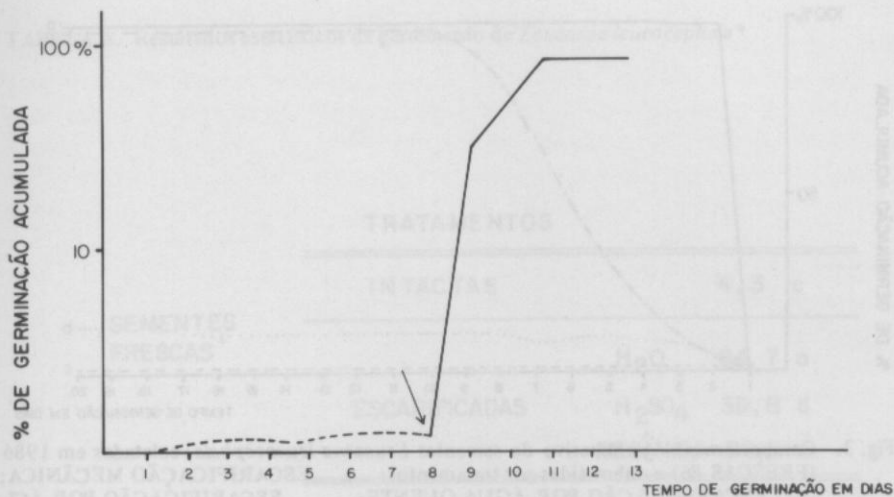


Fig. 1. Comportamento germinativo de sementes FRESCAS e ESTOCADAS de *Leucaena leucocephala*. A seta indica ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA das sementes.

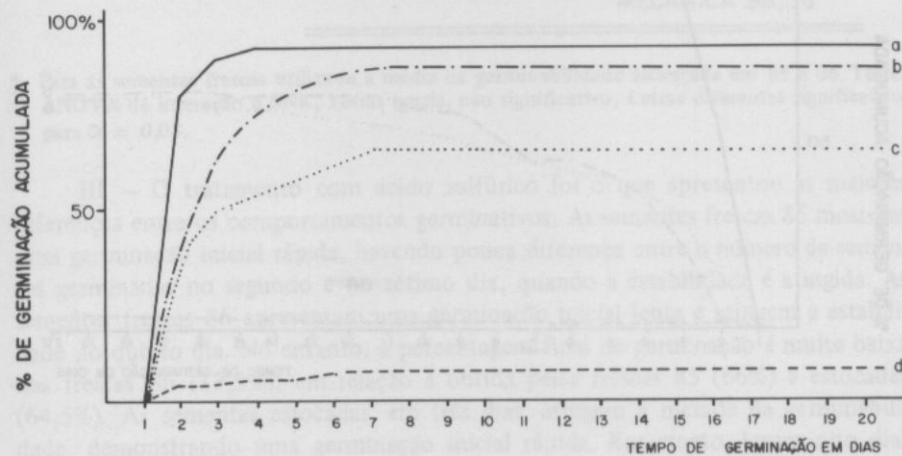


Fig. 2. Comportamento germinativo de sementes de *Leucaena leucocephala* em 1985 - (FRESCAS 85) - e submetidas aos tratamentos; — ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA; - · - · - ESCARIFICAÇÃO POR ÁGUA QUENTE; ESCARIFICAÇÃO POR ÁCIDO SULFÚRICO CONCENTRADO; - - - - - INTACTAS. Diferenças na germinabilidade comparadas por teste ANOVA e SNK. Letras diferentes diferem significativamente para $\alpha = 0,05$.

A Fig. 5 mostra o crescimento atingido pelas plântulas, com idade de quatro dias, nos tratamentos onde germinaram, no mínimo, 120 sementes. Observa-se que o eixo hipocótilo/radícula atingiu um tamanho significativamente diferente para $\alpha = 0,05$ em todos tratamentos (colunas da esquerda). As colunas da direita mostram a proporção de crescimento entre o hipocótilo (barra superior) e a radícula (barra inferior). Esta análise revela que, para plântulas oriundas de sementes escarificadas mecanicamente, quer frescas 86 (F/M) quer estocadas (E/M), as radículas tiveram o mesmo crescimento, diferindo o aumento do eixo pelo maior crescimento do hipocótilo nas sementes estocadas (E/M). As radículas também atingiram o mesmo crescimento nas plântulas provenientes de sementes estocadas e escarificadas por ácido (E/ác) e nas plântulas provenientes de sementes frescas 86 escarificadas com água quente (FIA).

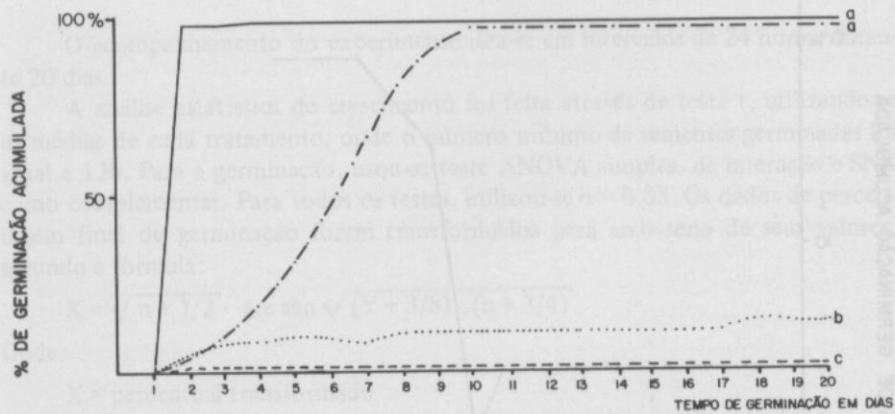


Fig. 3. Comportamento germinativo de sementes *Leucaena leucocephala*, coletadas em 1986 (FRESCAS 86) e submetidas aos tratamentos: — ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA; - - - - ESCARIFICAÇÃO POR ÁGUA QUENTE; ESCARIFICAÇÃO POR ÁCIDO SULFÚRICO CONCENTRADO; - - - - INTACTAS. Diferenças na germinabilidade comparadas por teste ANOVA e SNK. Letras iguais não diferem significativamente para $\alpha=0,05$. Letras diferentes, diferem significativamente para $\alpha=0,05$.

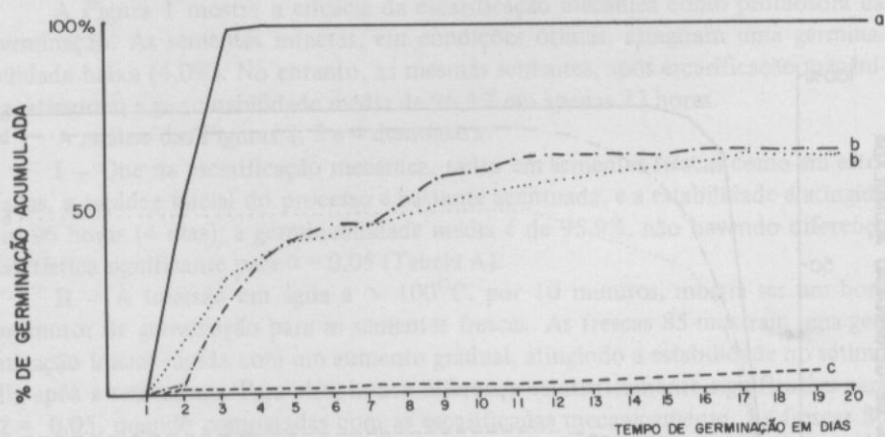
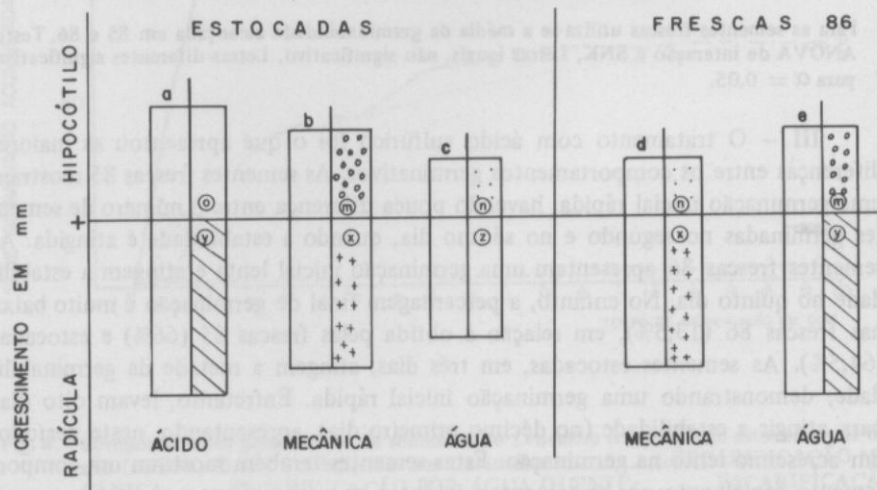


Fig. 4. Comportamento germinativo de sementes de *Leucaena leucocephala* estocadas por um ano (ESTOCADAS), e submetidas aos tratamentos: — ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA; - - - - ESCARIFICAÇÃO POR ÁGUA QUENTE; ESCARIFICAÇÃO POR ÁCIDO SULFÚRICO CONCENTRADO; - - - - INTACTAS. Diferenças na germinabilidade comparadas por teste ANOVA e SNK. Letras iguais não diferem significativamente para $\alpha=0,05$. Letras diferentes, diferem significativamente para $\alpha=0,05$.

TABELA A. Resultados estatísticos da germinação de *Leucaena leucocephala* *

		TRATAMENTOS	
SEMENTES FRESCAS ⁺	INTACTAS		4,3 c
	ESCARIFICADAS	H ₂ O	94,7 a
		MECÂNICA	95,5 a
SEMENTES ESTOCADAS	INTACTAS		3,5 c
	ESCARIFICADAS	H ₂ O	63,5 b
		H ₂ SO ₄	64,5 b
		MECÂNICA	98,5 a

* Para as sementes frescas utiliza-se a média da germinabilidade alcançada em 85 e 86. Teste ANOVA de interação e SNK, Letras iguais, não significativo, Letras diferentes significativo para $\alpha = 0,05$.



Os hipocótilos tiveram o mesmo crescimento nos seguintes casos: 1) sementes estocadas, escarificação mecânica (E/M) = sementes frescas, escarificação com água quente (F/A); 2) sementes estocadas, escarificação com água quente (E/A) = sementes frescas, escarificação mecânica (F/M).

A circunstância que mais favoreceu o crescimento das plântulas foi a de sementes estocadas e escarificadas com ácido sulfúrico, e a que menos favoreceu foi a de sementes estocadas e escarificadas com água quente. Para sementes frescas, o tratamento que mais favorece o crescimento é a imersão em água a $\sim 100^{\circ}\text{C}$.

DISCUSSÃO

A análise dos resultados para sementes intactas (Figuras 1, 2, 3 e 4) estão de acordo com Venkataratnam (1948), Akamine (1952), Ferreira (1980), mostrando a lentidão e a baixa germinabilidade, comuns em sementes de tegumento duro. A escarificação mecânica demonstra-se efetiva na promoção da germinação, propiciando redução no tempo da mesma, tornando-a alta e uniforme.

Quando a semente é perfurada pela escarificação mecânica, a entrada de água se dá, preferencialmente, através da fratura, independentemente das condições químicas e físicas dos tegumentos. O mesmo não ocorre em relação a outros processos de escarificação. Assim, a semelhança das curvas obtidas para sementes frescas 85 (Fig. 2), frescas 86 (Fig. 3) e estocadas (Fig. 4) demonstra que: 1) quando embebidas, as sementes desta espécie não possuem bloqueio germinativo; 2) a estocagem por um ano, bem como os múltiplos fatores ambientais e intrínsecos à planta-matriz, que atuam no desenvolvimento das sementes, não alteram sua viabilidade.

No tratamento por água quente, observa-se que há diferença significativa tanto na germinabilidade como no comportamento germinativo para as sementes frescas 85, frescas 86 e estocadas. A germinabilidade alcançada pelas sementes frescas confirma os dados de Gray (1962), mas não confirma os de Akamine & Ripperton (1938) e Venkataratnam (1948). A água quente, atuando sobre o tegumento, faz com que surja uma série de microfaturas ao longo da testa, favorecendo a embebição (Gray, 1962).

No entanto, diversos fatores, ainda pouco estudados, interferem na formação do tegumento durante o desenvolvimento da semente (Copeland, 1976). Assim, as diferenças observadas entre as sementes frescas 85 e frescas 86 podem estar vinculadas a fatores ambientais ou fisiológicos que possibilitaram ser o tegumento das sementes frescas 85 mais resistente do que o das sementes frescas 86. Embora Ferreira (1980) tenha observado que a estocagem não aumenta a impermeabilidade do tegumento, pode torná-lo mais resistente, dificultando o rompimento da testa pela água quente. A estocagem pode também alterar fisiologicamente as sementes (Harrington, 1972), tornando-as, neste caso, mais sensíveis à ação do choque térmico produzido pela água a cerca de 100°C. Isto explicaria a menor germinabilidade que as sementes estocadas alcançaram em comparação às frescas, quando submetidas a este tratamento.

Os resultados obtidos pela escarificação com ácido sulfúrico não confirmam os dados de Akamine & Ripperton (1938), concordando com os de Venkataratnam (1948) e Gray (1962).

A análise das figuras 2, 3 e 4 mostra que os tegumentos apresentaram uma sensibilidade diferente à ação do ácido sulfúrico.

Assim, sementes frescas 85 e 86 têm a mesma tendência germinativa e atingem a mesma germinabilidade, quando escarificadas mecanicamente. Porém, quando escarificadas com ácido, a germinabilidade atingida pelas sementes frescas 86 (13%) é muito mais baixa do que a apresentada pelas sementes frescas 85 (65%). É possível que fatores ambientais ou fisiológicos que interfiram na formação do tegumento, tornando-o mais fraco em safras diferentes, possam explicar esta discrepância.

A escarificação por ácido sulfúrico é mais drástica do que a por água e, talvez, possa haver destruição de porções da testa, prejudicando a semente (Gray, 1962).

Observa-se, ainda, que as sementes frescas 85 e estocadas, que foram coletadas na mesma ocasião, mostraram a mesma germinabilidade quando tratadas por ácido sulfúrico, evidenciando uma possível igualdade de resistência do tegumento.

A Fig. 5 mostra que o critério comprimento da radícula para análise de crescimento em plântulas não é muito confiável. Com base neste critério, plântulas provenientes de sementes frescas com escarificação mecânica apresentam o mesmo crescimento que as

provenientes de sementes estocadas, sugerindo que a estocagem não interfere no crescimento das plântulas. O mesmo se dá com plântulas provenientes de sementes estocadas tratadas com ácido sulfúrico, em relação à plântulas provenientes de sementes frescas imersas em água quente.

Entretanto, o crescimento do eixo hipocótilo/radícula apresentou diferenças significativas em todas as situações propostas neste ensaio, observando-se que este resultado se deve à relação de crescimento existente entre o hipocótilo e a radícula.

A literatura tem mostrado uma lacuna na abordagem do problema sob o ponto de vista aqui enfocado. Como o curto contacto das sementes com substâncias químicas ou água, em diferentes temperaturas, pode interferir no acionamento ou bloqueio de gatilhos metabólicos?

Provavelmente, o choque térmico produzido pela imersão em água a ~ 100°C deva ter favorecido a ativação de enzimas ainda presentes nas sementes jovens, induzindo, neste caso, um crescimento mais acentuado que o verificado para sementes estocadas.

O ácido sulfúrico também produz um choque térmico nas sementes, quando da reação exotérmica no momento da lavagem das mesmas. Este é mais rápido do que o produzido pela imersão em água quente, mas deve ser suficiente para ativação de rotas metabólicas que atuem no crescimento da radícula, explicando-se, assim, o igual crescimento radicular experimentado pelas plântulas oriundas de sementes estocadas, escairificadas com ácido, e frescas, escairificadas com água quente.

O fato de as plântulas terem crescido menos, quando provenientes de sementes escairificadas mecanicamente, pode estar relacionado à perda de substâncias de reserva, através da fratura produzida pela escairificação (Brown, 1965). O maior crescimento verificado nas sementes estocadas se deve a um maior crescimento do hipocótilo, uma vez que, em ambas situações, as radículas atingiram o mesmo tamanho. É possível que, dentre as alterações fisiológicas que uma semente pode apresentar durante a estocagem, esteja a alteração de substâncias (hormônios) que atuam no desenvolvimento do hipocótilo. Por isso, as sementes estocadas originam plântulas de maior crescimento, estando este relacionado, em todas as situações abordadas, a um maior crescimento do hipocótilo.

CONCLUSÃO

Deste trabalho, conclui-se haver a necessidade de mais investigações quanto aos aspectos fisiológicos do crescimento de plântulas.

Dos aspectos abordados, a estocagem das sementes favorece o crescimento das plântulas; no entanto, a "performance" germinativa dependerá do tratamento prévio.

No que se refere a tratamento por ácido sulfúrico ou água quente, os resultados dependerão da sensibilidade que os tegumentos apresentarem ao ácido ou à temperatura.

REFERÊNCIAS

- AKAMINE, E.K. Germination of Koa Haloe. **Hawaii Agricultural Experimental Station Reports**: 66-7, 1942.
- AKAMINE, E.K. Germination of seed of Koa Haloe (*Leucaena glauca* L. Benth). **Pacific Science**, 6(1):51-2, 1952.
- AKAMINE, E.K. & RIPPERTON, J.C. Germination of treated Koa Haloe seed after storage. **Hawaii Agricultural Experiment Station Reports**: 59-60, 1938.
- BEARDER, J.R. Plant hormones and other growth substances-their background, structures and occurrence : 9-80. In: MACMILLAN, J. **Hormonal regulation of development-**

- molecular aspects of plant hormones.** J. Macmillan. Springer Verlag, 1980. v. 9, 681p. (Encyclopedia of Plant Physiology. New Series).
- BROWN, R. Physiology of seed germination. Em W. Ruhland (Ed.) **Encyclopedia of Plant Physiology**, v. 15(2), New York, Springer Verlag. 1965. 1362p.
- COPELAND, L.O. **Principles of seed science and technology.** Minnesota: Burgess Publishers Company. 1976. 369p.
- DE WIT, H.C.D. Typification and correct names of *Acacia villosa* (Willd) and *Leucaena leucocephala* (L.) Bth. **Taxon**, 10(1):50-5, 1961.
- DE WIT, H.C.D. Typification of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Lysiloma latisiliquum* (L.) Bth. and *Acacia glauca* (L.) Moench. **Taxon**, 24(2/3):349-52, 1975.
- DIJKMAN. 1950. Em Burkari, A. **Las leguminosas argentinas-silvestres y cultivadas.** Buenos Aires: Acme Agency Soe. de Resp. Ltda, 1952. 569 p.
- FAROOQ, M.O. & SALEEM SIDDIQUI, M. Chemical investigation of seed ou of *Leucaena glauca* Benth. **J. Am. Oil Chemists Soc.**, 31:8-9, 1954.
- FERREIRA, A.G. & JACQUES, S.M.C. Efeito da estocagem sobre a germinação de *Mimosa bimucronata* (DC.) OK. e *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Ci. e Cult.**, 32(8):1069-72, 1980.
- GRAY, S.G. Hot water seed treatment for *Leucaena glauca* (L.) Benth. **Australian Journal of Exp. Agric. and Anim. Husb.**, (2):178-80, 1962.
- HARRINGTON, J.F. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T.T., ed. **Seed biology**, New York: Academic Press., 1972. v. 3. 422p.
- HEGARTY, M.P.; SCHINCKEL, P.G. & COURT, R.D. Reaction of sheep to the consumption of *Leucaena glauca* Benth and to its toxic principle mimosine. **Austr. J. Agric. Res.**, 15:153-67, 1964.
- LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes.** Washington, DC: DEA, 1983. 174p.
- LIN, J.Y. & LING, K.H. Studies on free amino acids in the seeds of *Leucaena glauca* Benth. **J. Formosan Med. Assoc**, 60:651-6, 1961.
- MARTIUS, C.F.P. **Flora brasiliensis.** New York: Verlag von J. Cramer, 1967. 527p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. **Leucaena-promising forage and tree crops for the tropics.** Washington, DC, 1977. 97p.
- NIAZI, M.L.K.; HAQ, M.I. & KAUSAR, A.M. Salt tolerance studies on Ipil ipil (*Leucaena leucocephala* L.) cultivar k-8. **Pak. J. Bot.**, 17(1):43-8, 1985.
- SMITH, I.K. & FOWDEN, L.A study of mimosine toxicity in plants. **J. Exp. Bot.**, 17:750-61, 1966.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. **Biometry.** 2. ed. New York: W.M. Freeman and Company. 1981. 859 p.
- VENKATARATNAM, L. Effect of heat and cold treatments on the germination of *Leucaena glauca*, Benth. **Madras Agric. J.**, 35(8):179-84, 1948.
- ZIMMERMANN. 1913. In: BURKART, A. **Las leguminosas argentinas-silvestres y cultivadas.** Buenos Aires: Acme Agency Soc. de Resp. Ltda, 1952. 569p.