

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ABSORÇÃO DE ÁGUA, GERMINAÇÃO E DORMÊNCIA DE  
SEMENTES DE MUCUNA PRETA**

**Carlos Afonso Magalhães Galindo**  
Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL  
Maio de 2006

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ABSORÇÃO DE ÁGUA, GERMINAÇÃO E DORMÊNCIA DE  
SEMENTES DE MUCUNA PRETA**

**Carlos Afonso Magalhães Galindo**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Teresinha de Jesus Déleo Rodrigues**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção e Tecnologia de Sementes)

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Maio de 2006

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**CARLOS AFONSO MAGALHÃES GALINDO** - Natural de Manhuaçu, Minas Gerais, nascido aos seis de Abril de 1960, formou-se em Agronomia pela Universidade José do rosário Vellano – UNIFENAS, cidade de Alfenas/MG em Dezembro de 2002 sendo aceito no Programa de Mestrado da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, no ano de 2003, para o Curso de Agronomia, Área de Concentração Produção e Tecnologia de Sementes. Hoje residente e domiciliado na cidade de Chapadão do Sul, Estado do Mato Grosso do Sul, desempenhando a função de Gerente na COOPER-Cooperativa dos Produtores Agropecuaristas do Paraíso e Região, Distrito de Bela Alvorada, Município de Água Clara/MS, distante 80 quilômetros de sua residência.

## DEDICATÓRIA

**Dedicatória I:** “Dedico esta vitória à minha mãe que sempre esteve ao meu lado, concordando ou não com minhas decisões, e pronta a me apoiar e socorrer. Te amo mãe!!! Muito Obrigado!!!”

**Dedicatória II :** “sempre acreditei que Deus enviou a Terra anjos para nos proteger e guiar.... feliz daquele que puder conhecer um destes anjos....eu conheci um anjo enviado por Deus e agradeço a ele por isto todos os dias da minha vida. Muito obrigado Prof<sup>a</sup> Teresinha, por tudo... pela compreensão, apoio, paciência, incentivo, credibilidade e dedicação. És um anjo e nunca vou me esquecer da Senhora!!!!”

## **AGRADECIMENTOS**

**Agradecimento I :** “aos grandes amigos Josué, Adriano, Gabi, Cabeça, Cléia, Magnólia, Soninha, Saionara, Pereira da Naterra e outros mais que por hora tenha me esquecido.... muito obrigado por todo companheirismo e afeto. Valeu!!!!!!”

**Agradecimento II :** “aos professores e amigos Rinaldo, Rubão, Chico da Semente, Fornasieri, Nelson Carvalho e todos outros professores e funcionários dos Departamentos por onde estive e dos quais desfrutei harmoniosa convivência, um sincero agradecimento e eterno respeito e admiração”

**Agradecimento III :** “à turma do Bar da Bocha (Zé, Lavim, Carlão, Porcão, Dito, Beto, Tio Ércio, João do PT e todos os outros), aquele abraço emocionado pela lembrança dos bons momentos de farra, de tristeza e lealdade que em muito facilitaram a minha vida em Jaboticabal. Nossa amizade é pura e verdadeira!!! Mil abraços saudosos!!! Voltarei sempre que puder....”

**Agradecimento IV :** “à minha namorada Manuela, aos meus irmãos Carla e Jésus, aos meus filhos Iana e Iuri, ao Gil, ao Pedro Carioca, ao Guto, a Paula, ao Tiago Estilim, ao Prof. Paulão, à Talita, ao Bichão, ao Zezé e ao Sr. João por existirem em minha vida. Beijos!!!!

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	i
<b>ABSTRACT</b>	ii
<b>1-INTRODUÇÃO</b>	1
<b>2-REVISÃO DA LITERATURA</b>	4
2.1-Descrição da espécie	4
2.2-Sementes da espécie	4
2.3-Teor inicial de água	5
2.4-Germinação	6
2.5-Dormência	7
2.5.1-Definição	7
2.5.2-Objetivos, vantagens e desvantagens da dormência..	8
2.5.3-Tipos de dormência	9
2.5.4-Causas de dormência	9
2.5.5-Sementes duras	10
2.5.6-Métodos de superação de dormência em sementes duras	11
2.5.7-Métodos de escarificação ácida com ácido sulfúrico concentrado..	14
2.5.8-Métodos de escarificação via calor úmido....	17
2.5.9-Métodos de escarificação via calor seco.	19
2.5.10-Métodos de escarificação mecânica.....	20
2.5.11-Métodos de escarificação via água corrente e parada.	21
2.5.12-Outros métodos de escarificação	22
2.6-Idade das sementes e tratamentos para superação da dormência..	23
2.7-Idade e deterioração de sementes..	24
2.8-Vigor...	25
2.8.1-Tamanho da semente	26
2.9-Permeabilidade do tegumento	28
2.10-A absorção de água.	29

2.11-Curva de embebição.	32
<b>3-MATERIAL E MÉTODOS.</b>	<b>33</b>
3.1-Teor de água inicial dos lotes	34
3.2-Peso de 100 sementes....	34
3.3-Teste de germinação, índice de velocidade germinação e tratamentos para superação da dormência..	35
3.4-Classificação dos lotes de sementes em diferentes tamanhos e cálculo da proporção de cada tamanho na composição do respectivo lote.	37
3.5-Teor de água inicial das sementes de diferentes tamanhos	37
3.6-Curvas de embebição	38
3.7-Teste de condutividade elétrica..	38
3.8-Teste de emergência e índice de velocidade de emergência	39
3.9-Massa fresca das plantas	40
<b>4-RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>41</b>
4.1-Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e teor de água inicial dos lotes	41
4.2-Tratamentos para superação de dormência..	43
4.3-Peso de 110 sementes, classificação dos lotes em três diferentes tamanhos e teor de água inicial dos lotes num todo e em seus diferentes tamanhos.	49
4.4-Testes de condutividade elétrica, porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência e determinação da massa fresca...	55
4.5-Curvas de embebição	55
<b>5-CONCLUSÕES...</b>	<b>64</b>
<b>6-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS....</b>	<b>65</b>

## **ABSORÇÃO DE ÁGUA, GERMINAÇÃO E DORMÊNCIA DE SEMENTES DE MUCUNA PRETA**

**RESUMO** – Com o objetivo de estudar a dormência tegumentar e caracterizar possíveis relações entre tamanho e qualidade fisiológica e permeabilidade dos tegumentos, qualidade fisiológica e permeabilidade dos tegumentos, teor de água inicial e qualidade fisiológica de sementes de mucuna preta, foram conduzidos os seguintes experimentos: determinação do teor inicial de água dos lotes (RAS); DIC, 4 repetições de 25 sementes cada; peso de 100 sementes, 4x100, DIC; teste de %G e IVG 4x25 cada, DIC; 12 tratamentos para superação de dormência; classificação dos lotes em três classes de tamanho; teor inicial de água das sementes de diferentes tamanhos (RAS), DBC, repetições 4x25, fatorial 6 lotes x 3 tamanhos; curvas de embebição com dados em dispersão e uso de função polinomial de quarto grau, dados obtidos pela razão peso final(PF)/peso inicial(PI); teste de CE com repetições 4x25, DIC, fatorial 6 lotes x 3 tamanhos, substrato solo/areis. Os lotes apresentaram relação positiva inversa para teor de água inicial em relação à germinação; resultados dos tratamentos para superação de dormência com interações para lotes e para tamanhos dentro dos lotes; os testes demonstraram haver maior interação entre lotes, ocorrendo o contrário para a variável tamanho de sementes; Concluiu-se que: sementes pequenas são mais permeáveis em lotes não dormentes; entre lotes de germinações semelhantes o de menor teor de água inicial é o de maior vigor; sementes grandes produzem mais fitomassa e o tratamento mais eficiente para quebra de dormência foi escarificação com ácido sulfúrico concentrado (98%) por 7 minutos.

**Palavras-chave:** dormência, embebição, mucuna, sementes, tegumento, vigor

## **WATER UPTAKE, GERMINATION AND DORMANCY IN SEEDS OF MUCUNA PRETA**

**SUMMARY**– Aiming to study damage and characterize possible relationships between size and physiological quality; size and coat permeability; physiological quality and tegument permeability; initial content of water and physiological quality of mucuna preta sedes (*Stizolobium aterrimum* Pierce & Tracy) the following experiments were conducted: análisis of water content of seed lots by oven meted at 105°C during 24 hours using with four replications of 100 seeds each; germination test (%G) and speed of germination index (SGI) with four replications of 25 seeds in complete randomized design; twelve treatments to break dormancy as follows:T-1 Control; T-2 Acid escarification with sulphuric acid for three minutes; T-3 acid escarification with sulphuric acid for five minutes; T-4 Acid escarification with sulphuric acid during seven minutes; T-5 Escarification with sand paper number 100 on the ipposite side of the hilum; T-6 Tip breaking distal part; T-7 Puncture of the tegument; T-8 Dry air at 45°C during six hours; T-9 Dry air at 45°C during 12 hours; T-10 Wet air at 38°C during noe hour; T-11 Wet air at 38°C during three hours; T-12 Soaking in boiling water (70%) mixed with ambient temperature water (30%) during three minutes following soaking in water at ambient temperature for one minute followed by shade drying, in complete block randomized design in factorial arrangement (six seed lots and 12 escarification treatments). Clasification of the seed lots in three classes of size using a set of screens being the first with oblong holes 8.0x15mm, the second with round holes with 8,5mm of diameter and the last one with closed base. The aritmetic means were used for comparisons; initial water content of different size sedes using the oven meted at 105°C during 24 hours; complete block randomized design with four replications of seeds in factorial arrangement (6 seed lots and 3 seed sizes). Imbibition curves constructed and polinomial functions were used do analyse final weight: initial weigth ratio. The eletrical conductivity test was conducted using four replications of 25 seeds each in complete randomized design in factorial arrangement (6 seed lots and 3 seed size), substratum soil/sand. The seed lots presented inverse positive relationship for water content related to germination; treatment to break dormancy with interaction between lotsand seed sizes within lots; the tests demonstrated higher interaction between lots, occuring the inverse for the variable seed size; the imbibition curve proved to be na important tool in studies related with tegument permeability and levels of vigor among lots. The following conclusion can be withdrawn form data: small sedes are more permeable in non-dormant lots; seed lots with similar germination or with lower water content, higher is the vigor; large sedes produce higher amount of phytomass. The best treatment to break seed dormancy of mucuna preta seed was acid escarification during seven minutes.

**Keywords** – dormancy, imbibition, mucuna, sedes, tegument, vigor

## 1-INTRODUÇÃO

A mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum* - Piper & Tracy ), anteriormente denominada *Mucuna aterrima*, ocupa lugar de destaque entre as leguminosas pelo seu uso na recuperação de áreas degradadas, como forrageira na alimentação bovina, na fixação natural do nitrogênio no solo, na rotação de culturas, na descompactação do solo, causando efeitos alelopáticos e no controle de nematóides do solo. Sementes de leguminosas apresentam várias formas (elípticas, oblongas, lineares, ovóides e orbiculares), cores e tamanhos (EVANGELISTA & ROCHA, 1998). Os tegumentos das sementes são geralmente espessos, duros e, freqüentemente, impermeáveis à água (MUSIL, 1997).

A causa de dormência em sementes de mucuna-preta, consistentemente, reside na dureza imposta pela impermeabilidade da casca à água, determinada por vários fatores que agem conjuntamente como idade e teor inicial de água da semente (BEWLEY & BLACK, 1994; BORGES et al., 1980), deposição de substâncias cerosas sobre a camada externa das células paliçádicas, pericarpo e membrana nucelar (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989; BEWLEY & BLACK, 1994).

Quanto ao tamanho, variados trabalhos têm encontrado resultados que relacionam positivamente tamanho da semente com o vigor (DERURA & BHATT, 1972; NASS, 1973; MINELA, 1979; KALINGARAYER & DHARMALIN, 1980; FAÇANHA e VARELA, 1987). Porém, este fato não é via de regra e pode variar entre lotes de procedência e/ou idades diferentes e dentro da mesma espécie (ALVIM, 1975; FELDMAN, 1976; FRAZÃO et al., 1983; SOUZA et al., 1996) . Em outros trabalhos, quando se avaliou a produtividade, o tamanho da semente demonstrou ter pouca interferência No caso de SOUZA et al. (1996), conduzindo experimento com *Calopogonium mucunoides*, o autor observou tendência das sementes dos tamanhos extremos apresentarem qualidade fisiológica inferior àquela das sementes de tamanho intermediário.

Associações entre tamanho das sementes e permeabilidade de seus tegumentos também têm sido feitas por alguns autores, principalmente em leguminosas. NIMER et al. (1983) e SOUZA et al. (1996) relataram em seus trabalhos com leguminosas que sementes menores apresentam maior impermeabilidade no tegumento, mas que suas taxas de absorção de água foram maiores nas primeiras horas de embebição.

Estudos relacionando permeabilidade do tegumento e qualidade fisiológica das sementes de leguminosas levam a considerar que lotes de pior qualidade fisiológica absorvem água mais rapidamente (ROCHA et al., 1984; VIEIRA, 1980; SOUZA et al., 1996).

Para CARVALHO & NAKAGAWA (2000), a maior ou menor impermeabilidade do tegumento está relacionada à idade sendo sua resposta variável com as condições de armazenamento e com a espécie da semente. Este efeito regulador do tegumento à difusão da água tem sido demonstrado por vários pesquisadores entre os quais VIEIRA (1980), que observou um aumento na absorção de água pela semente de soja com retardamento da colheita, o que indica um aumento na permeabilidade das membranas ocasionado pelo processo de deterioração.

Outros autores comentaram que sementes com teores iniciais de água menores apresentam melhor qualidade fisiológica (ROSSETO et al., 1995) e, ainda, que existe relação entre o teor de água inicial das sementes e a qualidade fisiológica (ROSSETO et al., 1997; EIRA et al., 1993).

A obtenção de sementes de alta qualidade fisiológica que apresentem uma pronta germinação e rápido estabelecimento de suas plântulas, bem como a manutenção deste vigor através do armazenamento eficaz e a utilização de parâmetros que permitam a classificação fisiológica entre diferentes lotes da mesma espécie, representam as metas prioritárias dentro do processo de produção de sementes.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi estudar o comportamento das sementes de mucuna preta quanto a dormência imposta pela impermeabilidade do tegumento e encontrar e caracterizar possíveis relações entre: a) tamanho e qualidade fisiológica das sementes, b) tamanho e permeabilidade do tegumento das sementes, c) qualidade fisiológica das sementes e permeabilidade dos seus tegumentos e d) teor inicial de água e qualidade fisiológica das sementes.

## **2- REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Descrição da espécie**

A mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*) pertence à família das Fabaceas, Sub-família Papilionidae. Conforme GARCIA & MONTEIRO (1997), a mucuna-preta possui folhas trifoliadas; estípulas setáceas; inflorescências axilares; bractéolas presentes antes da antese; flor papilionácea, cálice campanulado, bilabiado; um lobo superior e três inferiores, sendo um deles maior.

Segundo PUPO (1979) a mucuna-preta é originária das Índias Ocidentais e adapta-se bem a climas tropicais e subtropicais. É uma leguminosa anual (ciclo longo) que possui caules finos, longos, flexíveis e volúveis (trepadeira). ALCÂNTARA & BUFARAH (1992) relataram que a mucuna-preta é uma planta resistente à seca, sombra, altas temperaturas, acidez dos solos e ligeiramente resistente a encharcamento. A época de plantio é de outubro a dezembro e a colheita de junho a julho, tendo um ciclo vegetativo de 180 a 240 dias.

### **2.2 Sementes da espécie**

As sementes de leguminosas apresentam várias formas (elíptica, oblonga, linear, ovóide e orbicular) e cores variadas, desde branco até o preto, encontrando-se também sementes rajadas (EVANGELISTA & ROCHA, 1998). Os tegumentos das sementes são geralmente espessos, duros e freqüentemente, impermeáveis à água (MUSIL, 1997).

EVANGELISTA & ROCHA (1998) verificaram ainda que uma característica muito importante em sementes de leguminosas é a rigidez da película ou membrana que envolve as sementes, sendo, em algumas espécies de leguminosas, bem maior que outras. Com relação à semente de mucuna-preta ALCÂNTARA &

BUFARAH (1992) descrevem como sendo globosas ou elípticas e comprimidas, exalbuminosas, duras, de cor preta, com hilo branco.

### **2.3- Teor inicial de água (TA)**

A determinação do teor inicial de água da semente baseia-se na perda de massa das sementes quando secas em estufa (BRASIL, 1992).

A sementes, logo após ter sido formado o zigoto, tem normalmente, um teor de água oscilando entre 70% e 80%. Poucos dias depois, observa-se uma pequena elevação no teor de água, para em seguida, começar uma fase de lento decréscimo. Essa fase tem duração variável com a espécie, cultivar, condições climáticas e estágio de desenvolvimento da planta, sendo então seguida de uma fase de rápida desidratação, também muito influenciada pelas condições climáticas. O teor de água decresce até um certo ponto, que a partir dele a planta mãe não mais exerce controle algum sobre o teor de água da semente (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

De acordo com BEWLEY & BLACK (1994), o grau de umidade é um dos fatores determinantes na dormência imposta pela impermeabilidade do tegumento, pois os tegumentos das sementes tornam-se progressivamente duros e impermeáveis à medida que o grau de umidade diminui. BORGES et al. (1980) verificaram tal fato em sementes de *Enterobium contortisilequerm* com grau de umidade próximo a 19%, quando houve sensível decréscimo na porcentagem de germinação e o aparecimento da dormência tegumentar em contraste com sementes que estavam com grau de umidade inferior a este valor, onde a ocorrência não foi detectada.

Autores como VIEIRA (1980) e ROCHA et al. (1984), relacionaram teor de água inicial com a qualidade fisiológica de um lote de sementes quando trabalharam com diversos lotes de soja. Ambos observaram tendência forte entre lotes de maior qualidade fisiológica a ocorrência dos menores teores de água iniciais.

ROSSETO et al. (1995), concluíram que existe relação entre o teor de água inicial das sementes de soja e qualidade fisiológica na emissão da raiz primária e na germinação e que sementes com teores de água de 90 a 110g/kg de sementes não apresentaram diferenças de velocidade de emergência de plantas.

## **2.4- Germinação**

Os eventos principais que ocorrem na germinação de sementes são: embebição, ativação de enzimas, iniciação do crescimento do embrião, rompimento do tegumento, emergência da plântula (RODRIGUES, 1988).

Segundo BRASIL (1992), a realização de testes de germinação em condições de campo não é geralmente satisfatória, pois dada à variação das condições ambientais os resultados nem sempre podem ser fielmente reproduzidos. Nos testes de laboratório considera-se germinada toda semente que, pela emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do seu embrião, demonstre sua aptidão para produzir planta normal sob condições favoráveis de campo.

TOLEDO & MARCOS FILHO (1997) citaram que a germinação é afetada por uma série de condições intrínsecas e extrínsecas, cujo conjunto é essencial para que o processo se realize normalmente. Alguns desses fatores são: disponibilidade de água, temperatura, pH do substrato, luz, oxigênio, maturidade fisiológica da semente, mecanismo de dormência entre outros.

## **2.5- Dormência**

### **2.5.1 Definição**

Algumas sementes são capazes de germinar logo após a fertilização e algum tempo antes do período normal de colheita, enquanto outras podem estar dormentes e exigirem um longo período de repouso ou de desenvolvimento adicional antes que a germinação possa ocorrer (RODRIGUES, 1988).

Pela definição de CARVALHO & NAKAGAWA (2000), dormência é o fenômeno pelo qual sementes de uma determinada espécie, mesmo sendo viáveis e tendo todas as condições ambientais para tanto, deixam de germinar.

O mesmo é reafirmado por POPINIGIS (1977): quando as sementes não germinam, embora colocadas sob condições ambientais favoráveis à sua germinação, elas são denominadas dormentes.

Tem-se ainda o conceito de BEWLEY & BLACK (1994) que, não fugindo à regra, citam que dormência é o estado em que sementes aptas a germinar suspendem temporariamente o processo de desenvolvimento até que todas as condições externas ordinariamente consideradas necessárias ao seu crescimento sejam atendidas.

Sementes de certas plantas de valor econômico e de muitas plantas silvestres, tidas como viáveis, nem sempre germinam quando colocadas em condições ambientais consideradas amplamente favoráveis; elas apresentam um período de repouso persistente e são classificadas de dormentes (TOLEDO & MARCOS FILHO, 1997).

Ainda, segundo TOLEDO & MARCOS FILHO (1997), o período de dormência pode ser temporário ou estender-se durante muito tempo até que certa condição especial seja preenchida.

### **2.5.2 Objetivos, vantagens e desvantagens da dormência**

Aparentemente, a dormência evoluiu como um mecanismo de sobrevivência da espécie para determinadas condições climáticas (POPINIGIS, 1977),

por exemplo, em regiões de clima temperado a maior ameaça à sobrevivência é o inverno, então as sementes maduram na primavera, no verão e no outono.

Para CARVALHO & NAKAGAWA (2000), o fenômeno da dormência é tido como um recurso pelo qual a Natureza distribui a germinação no tempo e no espaço. Seguem relatando que a utilização desses dois fatores garantiu às plantas, que se reproduzem por sementes, uma quase infinidade de combinações ecológicas.

KOLLER (1972), citado por CARVALHO & NAKAGAWA (2000), afirma ser dormência também, um mecanismo que funciona como uma espécie de “sensor remoto”, o que controlaria a germinação de sorte que esta viesse a ocorrer quando as condições ambientais fossem propícias não só para a própria germinação, mas também para o crescimento da planta resultante.

O fenômeno natural de dormência abriga vantagens para as plantas como o de passarem o inverno na condição de sementes e para o homem o de evitar que embriões continuem a crescer e germinem ainda na planta mãe (viviparidade), por outro lado apresentam determinadas desvantagens como longos períodos sendo necessários para que um lote de sementes supere a dormência, a germinação se distribuindo no tempo, contribuir para a longevidade das plantas invasoras, interferir com o programa de plantio e apresentar problemas de avaliação da qualidade da semente (TOLEDO & MARCOS FILHO, 1997).

Essa situação incongruente, mas real, foi bem equacionada por QUINLIVAN (1971), citado por MEDEIROS & NABINGER (1996), quando diz que embora seja uma estratégia de adaptação que contribui decisivamente para a ressemeadura e perenização das espécies presentes nos ecossistemas naturais, a dormência da semente pode se constituir numa limitação para o rápido estabelecimento de pastagens cultivadas com leguminosas forrageiras.

Persistindo nos exemplos com pastagens, ARAÚJO et al. (2000), observaram que esta característica é comum em sementes de *Stylosanthes*, o que não é desejável por ocasião da formação da pastagem, pois retarda e diminui a eficiência do seu estabelecimento assim como aumenta a quantidade de semente a ser plantada.

### **2.5.3 Tipos de dormência**

São amplamente conhecidos dois tipos de dormência: a natural ou primária e induzida, ou secundária. A primária sempre ocorre, ainda que com intensidade variável de ano para ano e de local para local. É, pois, uma característica da espécie (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Em alguns casos esta é superada por simples armazenamento da semente seca por algum tempo. Assim, imediatamente após a colheita, as sementes não germinam (POPINIGIS, 1977).

Já para estes mesmos autores, a dormência secundária é um tipo que nem sempre ocorre. Quando isto ocorre é por indução de uma condição ambiental especial, sendo geralmente induzida quando são dadas as sementes todas as condições favoráveis à sua germinação, menos uma (POPINIGIS 1977, CARVALHO & NAKAGAWA 2000).

Existem também os conceitos de BRYANT (1989) para os tipos de dormência, como sendo dormência relativa aquela que é exibida sob certas condições mas não sob outras e a dormência secundária onde plantas cujas sementes não estão dormentes e que germinarão sob condições apropriadas, mas se tornarão dormentes caso sejam expostas a condições desfavoráveis à germinação.

### **2.5.4 Causas de dormência**

CARVALHO E NAKAGAWA (2000) preferem se referir a mecanismos de dormência divididos em sistemas com seus respectivos subsistemas, já MAYER & POLJAKOFF-MAYBER (1978) e POPINIGIS (1977) aderem à determinação de causas de dormência, mas sem exceção todos estes pesquisadores são concordantes quanto

à origem destas causas, quais sejam: imaturidade do embrião, impermeabilidade do tegumento a água e/ou oxigênio, restrições mecânicas que impedem o crescimento do embrião, requisitos especiais de temperatura ou luz, a presença de substâncias inibidoras da germinação, embrião rudimentar e combinação de causas. Existe controle genético dessas causas de dormência e interação com o ambiente.

### **2.5.5 Sementes duras**

Após montagem de curva de embebição para sementes de mucuna-preta (Fabaceae) , baseada na relação peso final (PF)/peso inicial (PI), GALINDO & LANDGRAF (2000), concluíram que a absorção de água pelas sementes foi lenta indicando, assim, provável impermeabilidade do tegumento à água.

A impermeabilidade do tegumento a água é comum nas sementes da família das Fabaceae, Cannaceae, Chenopodiaceae, Convallariaceae, Graminaceae, Malvaceae, Solanaceae, Anarcadiaceae e Rhamanaceae, e, no caso das leguminosas atinge cerca de 85% das espécies examinadas (ROLSTON, 1978) e tais sementes são chamadas de impermeáveis ou duras.

GRUS, DEMATHÊ & GRAZIANO (1984), citam Rizzini (1977), como tendo concluído que a dormência de leguminosas é causada por bloqueio físico representado por tegumento resistente e impermeável que, ao impedir o trânsito aquoso e as trocas gasosas, não permite a embebição da semente e nem a oxigenação do embrião que, por isso, permanece latente.

Diversos autores como HYDE (1954), VILLERS (1972) e LEOPOLD & KRIEDMAN (1975), estudando a ocorrência desse tipo de dormência (tegumentar exógena) em Fabaceas, verificaram que o hilo funciona como uma válvula higroscópica, auxiliando a perda de água pela semente, sem permitir, no entanto a absorção de umidade.

De acordo com Sahai & Pal (1995), citados por SAMPAIO et al. (2001), a causa da forte barreira à entrada de água parece estar localizada na parte superior das células paliçádicas em função da presença de pectina.

Sendo assim, a impermeabilidade do tegumento de algumas sementes à entrada de água, muito provavelmente, pode ser determinada pela deposição de substâncias como suberina, lignina, cutina e mucilagens, na testa, pericarpo ou membrana nuclear, sendo este o mecanismo de dormência mais comum entre as espécies de leguminosas (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1978; BEWLEY & BLACK, 1994).

Não obstante a tudo isto, alguns pesquisadores têm sugerido que em sementes de leguminosas existe uma associação da impermeabilidade do tegumento com níveis elevados de fenóis (WERKER et al., 1979) e com a presença de íons cálcio (SAIO, 1976).

É sabido que uma testa de estrutura perfeita constitui-se na melhor proteção contra flutuações de umidade e temperatura que poderiam danificar o embrião ou facilitar a instalação de microrganismos (MOHAMED-YASSEEN et al., 1994).

Por outro lado, essa estrutura perfeita diz respeito também à impermeabilidade, a qual além de impedir a embebição pela água, restringe também o suprimento adequado de oxigênio e as atividades respiratórias no embrião, que fornecem energia para os processos metabólicos da germinação, conforme Maguire (1973), citado por LOPES et al. (1998).

#### **2.5.6 Métodos de superação de dormência em sementes duras**

A dormência, causada por fatores inerentes ao tegumento da semente, pode ser interrompida pela escarificação, termo que se aplica a qualquer processo que provoque a ruptura ou o enfraquecimento do tegumento de modo a permitir a embebição e posterior germinação (NASSIF & PEREZ, 1977).

No habitat natural, de acordo com CARVALHO & NAKAGAWA (2000), a dormência em sementes duras é removida por processos de escarificação que envolvem a participação e a interação de microrganismos e temperaturas alternadas, bem como de animais.

A ruptura do tegumento através dos métodos de escarificação, além de aumentar a permeabilidade à água, pode induzir a um aumento da sensibilidade à luz e temperatura, da permeabilidade aos gases, da remoção de inibidores e promotores e da possibilidade de injúrias aos tecidos, possuindo assim, significativa influência no metabolismo das sementes (MUNDIM & SALOMÃO, 1999).

De acordo com GALINDO et al, 2002),na prática foi preciso extrapolar métodos que se aproximassem dos processos naturais com intuito de acelerar, aumentar e uniformizar a germinação destas sementes ditas impermeáveis ou duras.

A aplicabilidade e eficiência desses métodos depende do tipo e da intensidade da dormência que varia entre as espécies (BRUNO et al., 2001).

Nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), são recomendados diversos tratamentos para promover a germinação em sementes duras, com destaque para embebição, escarificação mecânica e escarificação química com ácido sulfúrico concentrado.

POPINIGIS (1977) acrescenta a estes, outros como: imersão em solventes (água quente, álcool, acetona e outros), resfriamento rápido, exposição a alta temperatura, aumento da tensão de oxigênio, choques e impactos contra superfície dura, para superar dormência causada por impermeabilidade e restrições mecânicas do tegumento.

Em detalhadas revisões constata-se a utilização de variados métodos, envolvendo os tratamentos anteriormente mencionados para induzir à pronta germinação de sementes duras e os resultados encontrados são os mais diversificados possíveis, ora concordantes, outra discordantes, alternando conforme a espécie, idade da semente, tempos de aplicação, métodos utilizados e outras variáveis.

VENDUSCOLO et al. (1996), trabalhando com sementes da leguminosa *Desmodium incomum*, avaliaram o efeito de alguns métodos de remoção da dureza dessas sementes: imersão em água quente por 5 minutos, imersão em água à temperatura ambiente por 24 horas, abrasão com lixas manualmente (número 20/1 minuto) e com escarificador elétrico forrado com lixa número 180 por 3 segundos e testemunha. No final do teste, 10 dias após semeadura, os autores observaram não haver diferenças entre os tratamentos testados.

Já para LOPES et al. (1998), no estudo de três espécies representativas de três subfamílias (Faboideae, Mimosoideae e Caesalpinoideae) da família Fabacea, relataram semelhantes comportamentos destas três espécies na germinação quando submetidas a diferentes tratamentos para superação de dormência. Neste caso, os tratamentos utilizados para superar a dormência nas espécies *Caesalpineia ferrea*, *Cassia grandis* e *Samanea saman*, que obtiveram os melhores resultados para porcentagem de germinação, foram escarificação mecânica manual com lixa d'água número 30 até desgastar o tegumento do lado oposto à micrópila e imersão em ácido sulfúrico (95% p.a.) por variados tempos, sendo que a intensidade variou entre as espécies, principalmente correlacionada com os tempos de imersão em ácido sulfúrico.

Outros tratamentos para superação de dormência, utilizados por NASSIF & PEREZ (1977), em experimento com sementes de amendoim-do-campo *Pterogyne nitens*-Fabaceae, tais como imersão em acetona por 15 e 30 minutos, imersão em éter etílico por 15 e 30 minutos, calor seco a 65° C/24 horas, frio seco a 5° C/24 horas promoveram a germinação apresentando porcentagens maiores que o controle, mas não foram satisfatórios visto que seus índices ficaram abaixo e diferiram estatisticamente dos tratamentos punção do tegumento, escarificação manual com uso de lixa e escarificação com ácido sulfúrico concentrado por 5, 10 e 15 minutos.

Resultados semelhantes foram colhidos por ESCHIAPATTI-FERREIRA & PEREZ (1977) na tentativa de superar a dormência de sementes de *Senna macranthera*, uma Caesalpinoideae, testando diversos tratamentos, sendo que imersão em acetona, éter, água fervente e água à temperatura ambiente, calor seco a 65° C e

frio seco a  $-5^{\circ}\text{C}$ , em qualquer dos períodos de aplicação foram não somente ineficientes como também prejudiciais à germinação destas sementes.

Já MAEDA & LAGO (1986), em trabalho com mucuna-preta, verificaram que os tratamentos mais efetivos na superação da dureza destas sementes, com máxima indução de germinação, foram a remoção de pequena porção do tegumento na região distal, recomendado pela RAS (BRASIL 1992) e imersão em ácido sulfúrico concentrado por 5, 10, 15 e 20 minutos, que foram estatisticamente iguais entre si.

Há relatos de ROLSTON (1978), de que métodos de embebição em água à temperatura ambiente, em álcool etílico, em acetona e de calor seco e frio utilizados, foram inócuos na superação da dureza de sementes de mucuna-preta, não diferindo estatisticamente da testemunha que apresentou germinação de apenas 23,9%.

Importante lembrar que, dentro de um mesmo lote, pode haver sementes permeáveis e impermeáveis, de modo que o método deve ser efetivo na superação da dormência, sem prejudicar as sementes não-dormentes (EIRA, FREITAS & MELLO, 1993).

### **2.5.7 Métodos de escarificação ácida com ácido sulfúrico concentrado**

Dentre os tratamentos utilizados por ARAÚJO et al. (2000), trabalhando com sementes de *Stylosanthes viscosa*, os de escarificação ácida com ácido sulfúrico concentrado (98% p.a.) obtiveram os maiores aumentos do percentual de germinação com destaque para 10 minutos de imersão.

Resultados positivos também foram encontrados por NAN, HANSON & YESKI (1998) no tempo de 6 minutos de imersão em ácido sulfúrico concentrado quando trabalharam com sementes de *S. hamata*, *S. guianensis* e *S. scabra*.

Períodos de imersão em ácido sulfúrico concentrado por 10, 15 e 20 minutos não promoveram escarificação satisfatória em *S. macrocephala* e provocaram aumento no número de sementes mortas em *S. capitata* (CARMONA, ed al, 1986).

GALINDO et al. (2002), em pesquisa realizada com sementes de mucuna-preta (*Stylobium aterrimum*-Fabacea), utilizaram tratamentos de origem mecânicas e químicas para quebra da dormência. Evidenciaram que a escarificação ácida por 5 minutos favoreceu a absorção de água, acelerando o processo germinativo ao mesmo tempo em que alcançou 95,8% de sementes germinadas.

Porém, GALINDO & LANDGRAF (2002), já haviam relatado que sementes de mucuna-preta quando tratadas com ácido sulfúrico concentrado por variados tempos de imersão (5, 10, 15 e 20 minutos), no intuito de superar sua dormência tegumentar, obtiveram a promoção da germinação e da sua velocidade, mas causaram prejuízo na produção de fitomassa, indicando com isso possíveis interferências negativas do ácido sulfúrico no vigor fisiológico das sementes ou danos ao embrião.

Alguns autores como BRUNO et al. (2001), lançaram mão do recurso de se utilizar mais de um tratamento, simultaneamente, para superação da dormência. Foi assim quando efetivaram o despolimento em sementes claras e escuras de *Mimosa caesalpiniaefolia* juntamente com a escarificação ácida e obtiveram as maiores porcentagens de sementes germinadas. Estes mesmos autores, constataram excelentes resultados de germinação em sementes de *M. caesalpiniaefolia* nas temperaturas de 25° C e 30° C, quando escarificadas por ácido sulfúrico concentrado com tempos de imersão de 7, 10 e 13 minutos, indistintamente.

SAMPAIO et al. (2001), concluíram que aumentando-se o período de imersão das sementes de sucupira-preta (*Bowidichia viglioides*-Fabacea) em ácido sulfúrico concentrado, houve redução da porcentagem de emergência. Este fato provavelmente estaria relacionado aos efeitos danosos do ácido sulfúrico ao embrião.

Os melhores resultados obtidos por SAMPAIO et al. (2001) quanto ao percentual de germinação, conduzindo trabalho com sementes de sucupira-preta,

foram os de escarificação química com ácido sulfúrico (96% p.a.) por 8 e 11 minutos, mas sendo que este percentual de germinação decresce a partir dos 11 minutos e que ocorreu uma relação inversamente proporcional entre altura da planta e aumento do período de imersão.

Dayan & Reaviles (1996), citados por SAMPAIO et al. (2001), concluíram que a utilização de ácido sulfúrico concentrado supera a dormência tegumentar das sementes de *Acácia mangium*, no entanto resulta na formação de plântulas anormais.

Tratamentos de sucesso para superação da dormência em sementes de *Senna macranthera* foram aqueles à base de escarificação ácida com ácido sulfúrico (98% p.a.), com destaque para o tempo de 50 minutos sendo que, os tempos maiores que 50 minutos de imersão diminuíram a porcentagem de germinação por escarificarem o tegumento muito profundamente, facilitando infecções por microrganismos (ESCHIAPATI-FERREIRA & PEREZ, 1977).

Por outro lado, apesar da eficiência comprovada, o método de escarificação química com ácido sulfúrico concentrado não deve ser usado indiscriminadamente para sementes de quaisquer espécies, haja visto que os resultados obtidos por MAEDA & LAGO (1986) demonstraram que esse tratamento danifica seriamente as sementes, como ocorrido com sementes de mucuna-preta.

Métodos foram idealizados para diminuir este efeito negativo do ácido sulfúrico, como foi o caso de ALVES et al. (2000) quando recorreram, após imersão das sementes de *Bauhinia monandra* e *B. unguolata* em ácido sulfúrico concentrado (5, 10, 15 e 20 minutos), à lavagem em água corrente e posterior imersão em solução de carbonato de cálcio por 10 minutos com a finalidade de neutralizar o efeito residual do ácido e, novamente, lavagem em água corrente.

Conforme Egley (1972), citado por ARAÚJO et al. (2000), a escarificação com ácidos é amplamente usada, mas deve ser aplicada com certo cuidado, uma vez que longos períodos de exposição causam redução na germinação das sementes.

Então, apesar da eficiência dos tratamentos com ácido sulfúrico, sua utilização apresenta uma série de desvantagens, entre as quais o perigo de

queimaduras ao técnico ou operário que executa a escarificação, pelo seu alto poder corrosivo e por sua violenta reação com a água, causando elevação na temperatura e respingos ao redor (POPINIGIS, 1977).

Por isso, segundo BRUNO et al. (2001), tratamentos de escarificação ácida com ácido sulfúrico concentrado (95-98% p.a.) dificilmente poderiam ser empregados em larga escala, devido não só aos cuidados necessários à sua aplicação, mas também ao custo e dificuldade de aquisição.

ROLSTON (1978) afirmou que o uso de ácido sulfúrico tem sido bastante empregado para superar a dormência tegumentar exógena mas, no entanto, deve-se determinar o melhor período de exposição das sementes ao ácido, pois poderá ocorrer ruptura de células-essenciais no tegumento favorecendo a invasão de fungos, injúrias mecânicas e provocando efeitos danosos ao embrião.

Na verdade, o que existe é uma necessidade de mais estudos para a definição das condições ideais para os tratamentos com ácido sulfúrico quanto ao tempo e concentração a serem utilizados (ARAÚJO et al., 1996).

### **2.5.8 Métodos de escarificação via calor úmido**

A utilização de água aquecida visa promover o amolecimento dos tecidos e acelerar as reações fisiológicas do tegumento das sementes, favorecendo a absorção de água, trocas gasosas e a germinação (MARTINS et al., 1997).

O tratamento com água fervendo tem muitas vantagens, podendo ser utilizado em quantidades pequenas e grandes, é simples, prático, fácil de reproduzir e não requer equipamento especial, conforme McIvor & Gardener (1987), citados por ARAÚJO et al. (2000).

Mesmo assim, apesar de ser um método vantajoso, de baixo custo e eficiente para superar a dormência de sementes de leguminosas, a água fervente tem

apresentado resultados inferiores aos de outros tratamentos (RODRIGUES et al., 1990).

Como foi o caso de McIvor & Gardener (1987), como já dito, citados por ARAÚJO et al. (2000), que obtiveram resultados com morte da maioria das sementes quando utilizaram o tratamento de escarificação um minuto de imersão em água fervente, apesar de romper a dureza, trabalhando com *Stylosanthes guianensis*, *S. scabra* e *S. humilis*, enquanto, em *S. hamata* o mesmo tratamento provocou razoável germinação das sementes.

Resultados também desfavoráveis foram observados por ALVES et al. (2000) ao trabalharem para superar a dormência em sementes de *Bauhinia monandra* e *B. unguolata*, ambas Caesalpinoideae, relativos ao tratamento com água quente, pois ocorreu redução drástica no percentual de germinação e índice de velocidade de germinação (morte embrionária).

Em contrapartida, REIS & SALOMÃO (1999) comprovaram a eficiência dos tratamentos com água quente, porque conseguiram 80 e 95 % de germinação em sementes de *Helicteres cf. sacarrolha* St. Hill. tratadas com água a 100°C por um tempo de imersão de 4 e 8 minutos, respectivamente.

Também MUNDIM E SALOMÃO (1999), com sementes de *Apeiba tibourbou*, constataram 97 % de germinação após imersão em água a 100°C por 15 minutos. Mas para BRUNO et al. (2001), os tratamentos com água fervente por um e dois minutos foram os menos eficientes para superar a dormência em sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia*.

Procurando alternativas para uso de calor úmido Dayan e Reaviles (1996), citados por SAMPAIO et al. (2001), conduziram um teste de germinação em sete lotes de sementes de *Acacia mangium* e concluíram que a imersão das sementes em água quente até a água tornar-se fria por 24 horas, foi o melhor tratamento para aumentar a germinação das sementes.

Porém, para LOPES et al. (1998) tal sucesso não foi alcançado, pois estes pesquisadores verificaram que calor úmido via água aquecida até 100°C por 30

segundos, 60 segundos e até esfriar foi prejudicial à germinação de sementes de *Caesalpineia férrea*, *Cassia grandis* e *Samanea saman*, todas as espécies pertencentes à família das Fabaceae.

ESCHIAPATI-FERREIRA & PEREZ (1977) também não tiveram bons resultados, visto que os tratamentos com água fervente utilizado por eles para superar dormência de *Senna macranthera* (Caesalpinoideae), foram eficientes na quebra da dormência imposta pela testa, mas mataram quase a totalidade dos embriões.

Para FRANKE E BASEGGIO (1998), a imersão em água quente a 70° C por 5 minutos, até o resfriamento, coincidentemente, não foi o melhor método para superação da dormência de sementes das leguminosas *Desmodium incomum* e *Lathyrus nervosus*, sugerindo que mais estudos devem ser realizados quanto à metodologia de administração de calor quando se pretende superar a dormência destas espécies utilizando calor e umidade.

### **2.5.9 Métodos de escarificação via calor seco**

Butler (1983), citado por ARAÚJO et al. (2000), considera o tratamento com calor seco particularmente conveniente para uso em larga escala, pois é simples e pode ter uma razoável margem de segurança.

ARAÚJO et al. (2000) constataram que o uso de calor seco a 85° C por 12 ou 14 horas mostrou-se ineficaz na superação da dureza de sementes de *Stylosanthes viscosa*, porque aumentou a mortalidade tanto de sementes como de frutos.

Isto já havia sido observado por MOTT & McKEON (1979) quando trabalharam com quatro espécies do gênero *Stylosanthes*. Os resultados obtidos por estes pesquisadores mostraram que as sementes de *Stylosanthes viscosa*, foram mais sensíveis ao calor seco, entre as espécies estudadas, com a viabilidade decrescendo acentuadamente com exposição ao calor. Para as outras espécies, *S. scabra*, *S.*

*humilis* e *S. hamata*, as temperaturas de 75 e 85° C por 48 horas não afetaram a porcentagem de sementes mortas e promoveram aumento significativo na porcentagem de germinação, idem para 95° C por 48 horas.

Em estudos de FRANKE & BASEGGIO (1998) com sementes de *Lathyrus nervosus*, as autoras verificaram que estas sementes ao ar seco com 60° C por 72 horas como tratamento para superação da dormência, apresentaram porcentagem de germinação ligeiramente superior à testemunha, porém as diferenças nas porcentagens de plântulas normais, plântulas anormais e sementes mortas não foram significativas.

Segundo COOLBEAR (1994), muito cuidado deve-se ter com relação ao tempo máximo de exposição, pois exposições prolongadas a altas temperaturas podem causar a deterioração das sementes devido à desnaturação protéica e processos associados.

Há necessidade de melhor definir o binômio tempo/temperatura para utilização do calor seco como método de superar a dormência, isto foi afirmado por ARAÚJO et al. (1996) quando do estudo em sementes de *Stylosanthes guianensis*.

Aliás, para submeter sementes a tratamentos para quebra da dormência com base em uso de ar seco por determinados períodos de tempos, recomenda-se o emprego de temperaturas alternadas que são mais efetivas na superação da impermeabilidade do tegumento do que temperaturas constantes (ROBINSON, 1969)

#### **2.5.10 Métodos de escarificação mecânica**

Baseado em relatos de outros autores como ODOEMENA (1986), WEST e MAROWSKI (1989), LOPES et al (1998), BERTALOT & NAKAGAWA (1998) e PRASAD & NAUTIVAL (1996), ALVES et al. (2000) afirmam que a escarificação mecânica foi eficiente na promoção da germinação de várias espécies com tegumento impermeável, pois eles mesmos puderam constatar tal afirmativa quando trabalharam

com sementes de *Bauhinia unguolata* e conseguiram os melhores resultados de superação da dormência com o tratamento de escarificação mecânica manual por lixa d'água número 15 até desgastar o tegumento no lado oposto à micrópila.

Já para o caso de sementes de mucuna-preta o tratamento de escarificação mecânica com uso de escarificador elétrico recoberto internamente por lixa de parede número 120 mostrou ser prejudicial, ocasionando sérios danos, com grande perda de massa e interferindo negativamente no percentual de germinação (GALINDO et al., 2002).

Com um ensaio simples DANTAS et al. (2001) demonstraram que a escarificação total, utilizando-se lixa número 200, em sementes de capim-marmelada favoreceu e superou a porcentagem final de germinação, velocidade média de germinação e índice de velocidade de germinação quando comparadas com as sementes escarificadas parcialmente.

A escarificação mecânica usando a superfície de uma pedra-de-mão regular, plana e áspera foi o tratamento que obteve melhor resultado, segundo ARAÚJO et al. (1996), na quebra da dormência de sementes de *Stylosanthes guianensis*.

Embora a escarificação mecânica provoque fissuras no tegumento aumentando a permeabilidade das sementes e permitindo a embebição e o início do processo de germinação, não se mostrou eficiente na superação da dormência de *Lathyrus nervosus* (FRANKE & BASEGGIO, 1998).

Por isso, ainda segundo FRANKE & BASEGGIO (1998), alguns cuidados devem ser tomados quanto à intensidade e forma de aplicação dos tratamentos para superação de dormência com base na escarificação mecânica, para que as lesões não causem a redução no vigor das sementes e a elevação das taxas de infecção por fungos e bactérias, de anormalidade de plântulas e de mortalidade de sementes.

A questão maior da escarificação mecânica manual reside no fato de somente ser viável quando são utilizadas pequenas quantidades de sementes, cerca

de 1 a 10 quilos (BIANCHETTI et al., 1998) e para uso de esscarificador elétrico é imprescindível considerar o tamanho das sementes.

#### **2.5.11 Métodos de esscarificação via água corrente e parada**

Interessante estudo foi realizado por NASSIF & PEREZ (1977) quando lançaram mão de tratamentos via água corrente e parada na intenção de superarem a dormência em sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens*). Tais estudiosos não obtiveram bons resultados para porcentagem de germinação quando submeteram estas sementes aos tratamentos com água corrente durante 24, 48 e 72 horas, o objetivo era a remoção de prováveis substâncias inibidoras da germinação presentes no tegumento.

A permanência das sementes de amendoim-do-campo em água parada por 24, 48 e 72 horas também não foi eficiente para promover a germinação. Este insucesso talvez resida no fato de que a imersão de sementes em água parada, ocasiona uma diminuição no suprimento de oxigênio e torna escurecido o tegumento das sementes, que libera exsudato (de aspecto gelatinoso), propiciando o aparecimento de fungos no meio que podem prejudicar o processo germinativo (NASSIF & PEREZ, 1977).

#### **2.5.12 Outros métodos de esscarificação**

Em decorrência da busca por tratamentos de esscarificação para superar a dormência em sementes duras, alguns autores citam opções diferenciadas de métodos idealizados com esta finalidade, como foi o caso de QUEIROZ et al (2001) quando trabalharam com sementes de pimenta-malagueta (*Capsicum frutescens*) e demonstraram que o tratamento com hipoclorito por 15 minutos, água corrente por 2

horas e imersão em água por 16 horas e posterior lavagem e água corrente por 2 horas foram eficientes na superação da dormência, com seus resultados não diferindo estatisticamente entre si.

Outros métodos, mais utilizados para gramíneas, empregam o KNO<sub>3</sub> como agente de superação da dormência. Parte-se do princípio que substâncias fixadoras de oxigênio, presentes no envoltório das sementes, seriam as responsáveis pela redução da disponibilidade de oxigênio para o embrião e que substâncias que transportassem o oxigênio pelos envoltórios, no caso o KNO<sub>3</sub>, contribuiriam para a superação deste tipo de dormência (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Entretanto, isto não foi o ocorrido com QUEIROZ et al. (2001) no trabalho acima citado com sementes de pimenta-malagueta, pois o umedecimento do substrato com solução de KNO<sub>3</sub> a 0,2%, apesar de ser indicado pela RAS, mostrou-se ineficiente para superar a dormência nestas sementes.

Tem-se ainda o uso de fitorreguladores. ARAGÃO et al. (2001), estudando o papel das giberelinas (GA<sub>3</sub>) e citocininas (PBA), verificaram que os tratamentos com estes fitorreguladores apresentaram germinação crescente de acordo com o aumento das concentrações, porém este método seria mais indicado para sementes com mecanismo de dormência instalado a partir do balanço de substâncias inibidoras e promotoras do crescimento.

## **2.6 Idade das sementes e tratamentos para superação da dormência**

BERTALOT & NAKAGAWA (1998), observaram diferenças e semelhanças nas respostas das sementes de *Leucaena diversifolia* para diferentes métodos de superação da dormência em relação à idade das sementes, quando estudaram sementes armazenadas por três anos e sementes recém-colhidas.

Neste estudo os melhores resultados obtidos por BERTALOT & NAKAGAWA (1998) para sementes de *L. diversifolia* com 3 anos de armazenamento e

recém-colhidas, quando submetidas a tratamentos para superação da dormência, foram escarificação mecânica manual com lixa d'água e imersão em ácido sulfúrico concentrado (98% p.a.) à partir de 10 minutos.

Respostas diferenciadas foram encontradas na interação tempo de armazenamento e tratamentos para superar a dormência em estudo realizado por SANTARÉM & AQUILA (1995) com sementes de *Senna macranthera* (Leguminosae). Neste trabalho os autores utilizaram sementes recém-coletadas e armazenadas por um e dois anos. O tratamento de escarificação mecânica por incisão no tegumento do lado oposto ao eixo embrionário e imersão em ácido sulfúrico por 15 minutos foram os melhores resultados obtidos para as sementes em todos os tempos de armazenamento, promovendo quase 100% de germinação. Para os demais tratamentos, quais sejam, escarificação ácida com ácido sulfúrico por 5 e 10 minutos, água quente (90°C permanente) por 5,10 e 15 minutos e controle apresentaram interação positiva com tempo de armazenamento, onde após dois anos de armazenamento obteve as melhores porcentagens de germinação.

Este fato já fora evidenciado por WHITEMAN (1980) quando afirmou que a dureza em espécies forrageiras é mais marcante em sementes recém-colhidas, diminuindo com o tempo de armazenamento. Enquanto para CASTRO et al. (1993), em trabalho realizado com sementes de *Stylosanthes capitata*, a conclusão foi que a dureza destas sementes variou com seu estágio de maturação, mas a proporção de sementes duras foi afetada pelo armazenamento.

## **2.7 Idade e deterioração de sementes**

As sementes apresentam maior viabilidade e vigor por ocasião da maturação fisiológica. A partir deste instante, vão ocorrer inevitavelmente mudanças fisiológicas e bioquímicas graduais que ocasionam a deterioração e a perda do vigor (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

De acordo com CARVALHO & NAKAGAWA (2000) o período de vida que uma semente efetivamente vive dentro de seu período de longevidade é uma função dos seguintes fatores: características genéticas da planta progenitora, vigor das plantas mãe, condições climáticas predominantes durante a maturação das sementes, grau de injúria mecânica, condições de armazenamento e outros.

O processo de envelhecimento, cuja causa básica ainda não é bem conhecida, teria como consequência inicial a desestruturação dos sistemas de membranas das células (VIEIRA & CARVALHO, 1994).

Segundo BEWLEY (1986), a desestruturação dos sistemas das membranas seria consequência do ataque aos constituintes químicos das membranas pelos radicais livres.

Para VIEIRA & CARVALHO (1994), o processo de envelhecimento consistiria, principalmente, de mudanças nos ácidos graxos insaturados pela ação dos radicais livres, do que resultaria uma desestruturação da membrana com reflexos sobretudo sobre sua capacidade de regular o fluxo de água e de solutos tanto de dentro para fora como no sentido oposto, considerando-se uma célula ou uma organela, conforme afirmaram TOLEDO & MARCOS FILHO (1997).

A deterioração das sementes é um processo progressivo e irreversível que não pode ser evitado, somente retardado (TOLEDO & MARCOS FILHO, 1997).

Este autor segue afirmando que, quando o poder germinativo decresce, muitas plântulas são anormais e não capazes de sobreviver até a maturidade. As sobreviventes podem apresentar sistema radicular e parte aérea reduzidas, crescer e dar origem a plantas com pólen estéril. As danificações mecânicas também podem originar anormalidades em sementes e plântulas e que as sementes grandes de leguminosas são as mais sensíveis a este fenômeno.

Outro sintoma muito característico da deterioração é um forte extravazamento de substâncias diversas quando as sementes se hidratam. A tal ponto que se podem usar as medidas de eletrocondutividade e de concentração de açúcares

do meio de embebição da semente para avaliar sua viabilidade, conforme Maguire (1973) citado por LABORIAU (1983).

Vale ressaltar ainda que, lotes de sementes da mesma espécie, variedade, idade cronológica e germinação, podem exibir taxas de deterioração diferentes quando armazenadas sob as mesmas condições ambientais (PREVIERO et al., 1996).

## **2.8-Vigor**

Vigor de sementes é a soma daquelas propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho de uma semente ou de um lote de sementes durante a germinação e emergência da plântula (ISTA, 1981).

Já a AOSA (1983) define: vigor de sementes compreende aquelas propriedades que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais em uma ampla faixa de condições ambientais.

Tem-se ainda Perry, citado por TOLEDO & MARCOS FILHO (1997), que define vigor como sendo uma característica fisiológica determinada pelo genótipo e modificada pelo ambiente que governa a capacidade de uma semente originar rapidamente uma plântula no solo e tolerar significativas variações do ambiente; a influência do vigor da semente pode persistir toda vida da planta e afetar a produção. Determina, ainda, que outros fatores afetam o vigor como: vigor dos pais, condições climáticas, maturidade da semente, condições de armazenamento, danos mecânicos, idades das sementes, composição química e genética, manejo durante a após colheita, microrganismos e insetos, tamanho e densidade das sementes.

As sementes apresentam maior viabilidade e vigor por ocasião da maturação fisiológica. A partir deste instante, vão ocorrer inevitavelmente mudanças fisiológicas e bioquímicas graduais que ocasionam a deterioração e a perda do vigor (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000; POPINIGIS, 1977).

### **2.8.1-Tamanho da semente**

O tamanho da semente é uma característica física determinada pelo genótipo e influenciada pelas condições ambientais prevaescentes durante sua formação (WOOD et al., 1977).

As relações desta característica com o desempenho de sementes ou mesmo de culturas delas resultantes são de grande interesse prático uma vez que, dos muitos fatores capazes de interferir nestes desempenhos, o tamanho das sementes é um fator sobre o qual o produtor pode ter certo grau de controle (BLACK, 1959), quer seja via beneficiamento das sementes ou via interferência sobre o ambiente no qual as sementes se desenvolvem.

A separação das sementes em classes de tamanho para a determinação dos fatores de qualidade fisiológica e germinação tem sido bastante empregada tanto com vista a encontrar a classe ideal para multiplicação das diferentes espécies vegetais como para produção da parte objetivada. Entretanto, os resultados têm sido bastante divergentes, mesmo em se tratando de sementes da mesma espécie (FRAZÃO et al., 1983).

SOUZA et al. (1992) sugeriram que dependendo da proporção de uma determinada classe de tamanho na constituição de um lote, pode-se eliminá-lo via beneficiamento contribuindo para a melhoria do padrão do lote, em experimento com sementes de *Calopogonium mucunoides*.

Efeitos positivos para tamanho de grãos têm sido encontrados entre grãos de maior tamanho em relação aos de menor desenvolvimento, para incremento no rendimento de grãos (DERERA & BHATT, 1972; NASS, 1973; MINELLA, 1979).

Variados autores trabalhando com sementes de sorgo, efetuaram a separação de em diversas classes de tamanho, e no final concluíram que a porcentagem de germinação e o vigor das plântulas foram maiores para as sementes de classe de maior tamanho (KALINGARAYER & DHARMALIN, 1980; MARANVILLE & GLEGG, 1970), o mesmo ocorrendo com mudas de Muirapiranga provenientes de sementes maiores (FAÇANHA & VARELA, 1987). Porém nem sempre isso ocorre, visto que ALVIM (1975) estudando a relação existente entre o tamanho e o peso específico da semente de sorgo com a viabilidade e o vigor. A relação tamanhos de sementes com a emergência no campo não foi significativa, a exemplo da relação tamanho da semente com a viabilidade. O mesmo ocorreu com sementes de soja avaliadas sobre estes parâmetros (FELDMANN, 1976).

Em várias espécies a proporção de sementes duras aumenta à medida que o tamanho da semente diminui (YAKLIC et al, 1986, RAGUS, 1987; SOUZA et al 1986)

## **2.9-Permeabilidade do tegumento**

A cobertura da semente é formada pelo genótipo maternal. O ambiente pode promover mudanças não genéticas na cobertura da semente, como: espessura e composição que não persistem por mais de uma geração (SOUZA & MARCOS – FILHO, 2001)

Dos dois integumentos do óvulo, o interno pode desaparecer durante a ontogênese, enquanto o externo se diferencia em diversas camadas. A epiderme, que

é a camada externa permanece unisseriada e origina a camada paliçadica característica das sementes de leguminosa. Esta camada despertou atenção pelo fato de sua estrutura em certas sementes leguminosas duras, ser tida como responsável pelo alto grau de impermeabilidade, afetando a capacidade de germinação (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Associações entre tamanho das sementes e permeabilidade de seus tegumentos também têm sido feitas por alguns autores, principalmente com leguminosas (SOUZA et al., 1996). NIMER et al. (1983), relataram que sementes menores de mucuna-preta apresentaram maior impermeabilidade, apesar de suas taxas de absorção de água nas primeiras três horas terem sido maiores.

Para CARVALHO & NAKAGAWA (2000), a maior ou menor impermeabilidade do tegumento está relacionada à idade, sendo sua resposta variável com as condições de armazenamento e com a espécie da semente; e que esta impermeabilidade age na regulação da velocidade de hidratação da semente diminuindo ou evitando possíveis danos causados pelas pressões desenvolvidas durante a embebição. Este efeito regulador do tegumento à difusão da água tem sido demonstrado por vários pesquisadores entre os quais LARSON (1968), POWEL & MATHEUS (1979, 1981).

LULA et al. (2000) relataram que a curva de embebição de *Paspalum paniculatum* L. demonstrou que a entrada de água nas sementes foi muito lenta, indicando possivelmente uma impermeabilidade do tegumento. Já GALINDO et al. (2002), trabalhando com mucuna-preta, observaram que sementes submetidas a tratamentos para superação da dormência e que tiveram a embebição de água favorecida pela maior velocidade de absorção foram as de resultados mais baixos em produção de fitomassa. Por seu lado VIEIRA (1980) observou um aumento na absorção de água pela semente de soja com o retardamento da colheita, o que indica um aumento na permeabilidade das membranas ocasionado pelo processo de deterioração, como sugeriram ABDUL-BAKI & ANDERSON (1972).

## 2.10- Absorção de água

Da absorção de água resulta a reidratação dos tecidos com a conseqüente intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas, que culminam com o fornecimento de energia e nutrientes necessários para retomada de crescimento por parte do eixo embrionário (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Sob condições não restritivas de suprimento, a absorção de água obedece a um padrão trifásico. Na fase I, denominada embebição, a absorção ocorre de modo rápido em sementes vivas ou mortas. Em seguida a esta fase, há redução acentuada na velocidade de hidratação acompanhada por eventos preparatórios para a emergência radicular. Embora as sementes mortas ou dormentes possam atingir a fase II, somente as potencialmente capazes de germinar alcançam a fase III, caracterizada por elevadas taxas de absorção e atividade respiratória, com início identificado pela protusão do eixo embrionário (LABOURIAU, 1983; MARCOS FILHO, 1986; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000; BEWLEY & BLACK, 1994; BRADFORD, 1995; COPELAND & Mc.DONALD, 1995). A duração de cada fase depende de propriedades inerentes às sementes e às condições ambientais presentes (BEWLEY & BLACK, 1994). ROSSETO et al. (1997) observaram, em lotes de sementes de soja com qualidade fisiológica variável, a ocorrência de absorção de água em modelo similar ao do padrão trifásico e, adicionalmente, delimitaram o final da fase I após, aproximadamente, um período de 12 horas com as sementes apresentando teores de água entre 40 e 45%; também MOTTA & SILVA (1997), trabalhando com sementes de trigo, verificaram que a marcha de absorção de água apresentou padrão trifásico característico, com uma fase inicial (21 horas) de rápida absorção, seguida de fase intermediária de absorção lenta (21 a 36 h) e, posteriormente, uma nova fase de elevada velocidade de absorção.

A absorção inicial (embebição) sofre interferências da composição química das sementes, da permeabilidade do tegumento, da disponibilidade de água nos estados líquido ou gasoso (CHING, 1972; MAYER & MAYBER, 1978; VERTUCCI, 1989; McCORMAC & KEEFE, 1990; OBROUCHEVA et al., 1993; BEWLEY & BLACK, 1994; COPELAND & McDONALD, 1995; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000), temperatura (WAGGONER & PARLANGE, 1976; MURPHY & NOLAND, 1982; POPINIGIS, 1985), da área de contato entre a semente e o substrato (CHING, 1972; CALERO et al., 1981; SHIEH & McDONALD, 1982; LeDEUNF, 1989) e do teor inicial de água das sementes (HOBBS & OBENDORF, 1972; VERTUCCI & LEOPOLD, 1983). Nesta fase, a entrada de água promove o aumento do volume da semente e conseqüente ruptura do envoltório que, por sua vez, permitirá o desenvolvimento da plântula (MAYER & MAYBER, 1978; COPELAND & McDONALD, 1995). A entrada e a distribuição da água nas sementes, reguladas pelo potencial de água celular, ocorrem tanto por capilaridade como por difusão, no sentido do maior para o menor potencial hídrico. Desta forma, a embebição tem sido entendida como um processo físico relacionado, principalmente, com as características de permeabilidade do envoltório e com as propriedades dos colóides constituintes das sementes (WOODSTOCK, 1988; BEWLEY & BLACK, 1994; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Outrossim, RODRIGUES (1988), relatou que algumas sementes absorvem água necessária à germinação em um período bastante curto. No entanto, outras espécies podem precisar de um período bem mais longo.

A taxa de absorção de água pela semente pode indicar níveis de qualidade fisiológica, esta suposição foi feita por NIMER et al. (1983) quando trabalhou com sementes de mucuna-preta e observaram que sementes de menor qualidade fisiológica obtiveram taxas mais elevadas de absorção de água nas primeiras três horas do processo de embebição/germinação. Já outros autores não compartilham esta idéia, pois em pesquisas envolvendo vários cultivares de soja, não constataram relações consistentes entre a espessura do tegumento, a embebição e a qualidade fisiológica das sementes. Mesmo assim, algumas pesquisas têm sido conduzidas

buscando associar a qualidade fisiológica com a velocidade de absorção de água pelas sementes; os resultados alcançados, contudo, não são conclusivos. ROCHA et al. (1984), em avaliação da capacidade de absorção de água pelas sementes de soja, ao verificarem que as de colheita retardada tiveram elevação na velocidade de embebição em relação às obtidas em colheita não retardada, concluíram que as sementes de maior qualidade embebem mais lentamente. Contudo, é bom ressaltar que a integridade do envoltório interfere na absorção de água pelas sementes. POWEL & MATTHEUS (1979) observaram que a danificação do tegumento de sementes de ervilha, favoreceu o aumento da velocidade de embebição sem interferir na lixiviação de solutos medida em teste de condutividade elétrica. SOUZA et al. (1996) também faz menção a esta particularidade quando trabalharam com sementes de *Calopogonium mucunoides*.

De acordo com HEGARTY (1978), a hidratação ocorre em taxas diferentes para cada indivíduo de um lote de sementes, sendo que as sementes mortas podem se hidratar mais rapidamente do que as capazes de germinar. LEOPOLD (1980), similarmente, verificou que as sementes mortas além de embeberem mais rapidamente do que as vivas, apresentaram maior lixiviação de solutos; da mesma forma, MURPHY & NOLAND (1982), em sementes de beterraba mortas pelo calor, encontraram acentuado incremento na embebição e lixiviação de solutos, em relação ao verificado nas sementes vivas. Por outro lado, segundo McDONALD et al. (1988b), a hidratação de sementes de soja ocorreu de forma similar, em água líquida, independentemente do estágio de deterioração, assim como ROCHA et al. (1984) que concluíram não ser o teste de embebição em água e o índice de resistência ao enrugamento eficientes para separar genótipos de soja quanto à qualidade fisiológica de suas sementes.

## **2.11- Curva de embebição**

LULA et al. (2000) relatam que a curva de embebição de *Paspalum paniculatum* L. demonstrou que a entrada de água nas sementes foi muito lenta, indicando possivelmente uma impermeabilidade do tegumento. MAEDA & LAGO (1986), em experimento conduzido com mucuna-preta consideraram o estudo da curva de embebição da espécie como ferramenta técnica de grande suporte para inferências sobre o comportamento durante a embebição. Já GALINDO et al. (2002), trabalhando com mucuna-preta, observaram que sementes submetidas a tratamentos para superação da dormência tiveram a embebição de água favorecida pela maior velocidade de absorção. Por seu lado VIEIRA (1980) observou um aumento na absorção de água pela semente de soja com o retardamento da colheita, o que indica um aumento na permeabilidade das membranas ocasionado pelo processo de deterioração, como sugeriram ABDUL-BAKI & ANDERSON (1972).

### 3- MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no período compreendido entre janeiro/2005 e novembro/2005 em diferentes unidades, assim distribuído: a) experimentos relacionados à dormência foram realizados no Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária/Laboratório de Fisiologia Vegetal da UNESP/Jaboticabal, lotes de 1 a 5 em fevereiro de 2005 e lote 6 em agosto de 2005; B) os demais experimentos que requisitaram ambiente controlado e aparelhos de precisão, foram realizados no Departamento de Fitotecnia/Laboratório de Análises de Sementes da UNESP/Jaboticabal de agosto a outubro/2005; c) os experimentos conduzidos em substrato solo foram realizados nas dependências da COPPER – Cooperativa dos Produtores Agropecuaristas do Paraíso e Região novembro/2005 a janeiro/2006, localizada à rodovia BR-060, km 103 – Zona Rural do Município de Água Clara/MS.

**Tabela - 1** Características iniciais referentes aos seis lotes de sementes de mucuna-preta colhidas manualmente, sem classificação por tamanho e adquiridos junto ao comércio ou diretamente do produtor (lote 6) para desenvolvimento do presente trabalho.

Os lotes permaneceram armazenados em condições ambientais no laboratório de sementes da Universidade de Alfenas e da UNESP/Jaboticabal durante um determinado período compreendido entre a aquisição e o armazenamento em câmara fria, com a finalidade de estabelecer níveis diferenciados de deterioração. Todos os lotes foram retirados da câmara fria em agosto de 2005 e não mais retornaram.

Inicialmente foi efetuada homogeneização manual individual e retirada de amostras de cada lote ; destas amostras foram retiradas amostras de sementes puras representativas de cada lote conforme prescrições das Regras Para Análises de Sementes-RAS (Brasil, 1992), as quais foram utilizadas em todos os testes realizados.

### 3.1- Teor de água inicial dos lotes

LOTES Nº	SAFRA início/final	ORIGEM Revenda / Local	Aquisição Mês / ano	Câmara Fria (10° C/70%UR	ANÁLISE %G / %P
01	1998/1999	S. Piraí; Piracicaba/SP	Agosto; 1999	Fevereiro/2003	85,0 ; 99,2
02	2000/2001	S.Vale Verde; MG	Agosto; 2001	Fevereiro/2003	79,5 ; 99,1
03	2001/2002	S. Naterra; Rib. Preto/SP	Agosto; 2002	Agosto/2003	86,0 ; 99,0
04	2002/2003	S .Naterra; Rib. Preto/SP	Agosto; 2003	Agosto/2003	85,0 ; 99,0
05	2003/2004	S. Naterra; Rib. Preto/SP	Agosto; 2004	Janeiro/2004	84,0 ; 99,0
06	2004/2005	Prod.; Santópolis Aguapeí/SP	Julho; 2005	Julho/2005	56,0 ;

Na determinação do teor de água inicial de cada lote de sementes de mucuna-preta avaliado aplicou-se o método de estufa a 105° C , por 24 horas conforme orientação contida nas RAS (BRASIL, 1992), fazendo uso de 4 subamostras retiradas

da amostra média contendo cada subamostra 10 sementes. Foram considerados todos os resultados das 4 parcelas de cada lote, respeitando-se a diferença de valores absolutos entre as parcelas pertencentes ao mesmo lote em até 0,5% e aplicado delineamento estatístico inteiramente casualizado (DIC). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, segundo recomendações de Gomes (1987).

### **3.2- Peso de 100 sementes**

Da amostra semente pura representativa de cada lote foram retiradas aleatoriamente quatro repetições de 100 sementes cada, as quais foram pesadas em balança de precisão. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) e o delineamento foi inteiramente casualizado (DIC).

### **3.3- Teste de germinação (%G), índice de velocidade germinação (IVG) e tratamentos para superação da dormência**

Os seguintes tratamentos para superação da dormência foram aplicados às sementes de mucuna-preta - antes de serem submetidas aos testes de

laboratório %G e IVG: tratamento 1– controle (testemunha); tratamento 2- escarificação ácida com ácido sulfúrico concentrado (98%) por 3 minutos, depois lavagem em água corrente por 10 minutos; tratamento 3- escarificação ácida com ácido sulfúrico concentrado por 5 minutos, depois lavagem em água corrente por 10 minutos; tratamento 4- escarificação ácida com ácido sulfúrico concentrado por 7 minutos, depois lavagem em água corrente por 10 minutos; tratamento 5- escarificação mecânica com lixa granulometria 100 lado oposto ao hilo; tratamento 6- desponte parte distal (RAS); tratamento 7- punção do tegumento (RAS); tratamento 8- calor seco 45° C por 6 horas, depois lavagem em água corrente por 10 minutos; tratamento 9- calor seco 45° C por 12 horas, depois lavagem em água corrente por 10 minutos; tratamento 10- calor úmido 38° C por 1 hora; tratamento 11- calor úmido 38° C por 3 horas; tratamento 12- imersão em água preparada com 70% de água fervente e 30% de água a temperatura ambiente por 3 minutos, depois imersão em água à temperatura ambiente por mais 1 minuto e depois secagem à sombra.

Para os tratamentos 8 e 9 foi utilizada estufa sem circulação de ar e para os tratamentos 10 e 11 foi utilizada estufa com circulação de ar, recipientes plásticos com água correspondente a 2,5 vezes o peso da amostra e monitoramento da temperatura por imersão do bulbo do termômetro na água contida nos recipientes plásticos.

Os testes de %G e IVG dos seis lotes foram efetuados conjuntamente com os testes de dormência, utilizando os tratamentos 1- “controle” de cada lote, seguindo recomendações das RAS e aproveitando-se de adaptações, as quais foram: utilização de recipientes caixas plásticas transparente com tampa, tipo Gerbox e duas folhas substrato modalidade sobre papel(SP) umedecido na proporção de 2,5 vezes o seu peso seco. Todos estes testes foram conduzidos em câmaras de germinação a 30° C no escuro, sendo que para o teste de germinação (%G) efetuou-se a primeira contagem decorridos 3 dias após a semeadura (DAS) e a última após 14 dias. Foram consideradas germinadas as sementes que apresentavam raiz primária igual ou maior que 1,5 cm. Para o teste de IVG, contagens diárias a partir do primeiro dia até o

décimo dia decorrido da montagem do teste e para cálculo do índice de cada tratamento recorreram-se à fórmula  $IVG = G1/n1 + G2/n2 + \dots + Gn/n$ , onde “G” é o número de sementes germinadas no dia e “n” o número de dias após a sementeira, prescrita em FRANÇA NETO et al. (1988). Os testes foram conduzidos com quatro repetições de 25 sementes cada (parcelas) e para análise estatística foi considerado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) nos testes de %G e IVG dos lotes em separado e delineamento em blocos casualizados (DBC) para o teste de dormência com esquema fatorial 6 lotes x 12 tratamentos. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ). No intuito de se evitar contaminação por patógenos tomou-se os seguintes cuidados: os substratos de papel foram umedecidos inicial e continuamente, quando necessário, com solução de nistatina a 0,2%; todos os recipientes utilizados foram submetidos à higienização usando hipoclorito de sódio solução comercial; o substrato de papel e a água utilizada foram autoclavados a 120° C por 20 minutos em autoclave de e as avaliações diárias foram efetuadas em câmara de fluxo laminar vertical, modelo PA-117, constando na mesma as instruções para correta utilização. As sementes usadas nestes testes foram retiradas das amostras de tamanho intermediário (médio) obtidas de cada lote após a classificação por tamanho, esta decisão foi tomada com o objetivo de evitar o efeito do tamanho das sementes sobre os testes.

### **3.4- Classificação dos lotes de sementes em diferentes tamanhos e cálculo da proporção de cada tamanho na composição do respectivo lote**

Com auxílio de quarteador de cereais com 22 bicas, separou-se aleatoriamente quatro frações de 1000 g cada de semente pura, representativas de cada lote; cada porção semente pura de 1000 g selecionada foi submetida a um jogo de peneiras manuais, sendo a primeira (Peneira 1) de crivos oblongos com dimensões de 15,0 mm de comprimento por 8,0 mm de largura, a segunda (Peneira 2) de crivos redondos com 8,5 mm de diâmetro e a terceira fundo fechado (Peneira 3). As sementes retidas na peneira P-1 foram designadas como grandes, na P-2 como médias e P-3 como pequenas. A fração retida em cada peneira foi pesada e os valores de pesagens transformados em porcentagens para cálculo da contribuição de cada tamanho na composição do seu respectivo lote. Os valores das médias aritméticas obtidas foram usados, para fins de comparação.

### **3.5- Teor inicial de água das sementes de diferentes tamanhos**

Cada combinação resultante do esquema fatorial 6 lotes x 3 tamanhos foi considerado como um tratamento para efeito de comparação. Todas as parcelas tiveram seus teores de água iniciais determinados pelo método da estufa a  $105 \pm 3^\circ \text{C}$  conforme orientações das RAS (BRASIL, 1992). Foram usadas 4 repetições, delineamento blocos casualizado (DBC), sendo que sobre o fator teor inicial de água foram testados 3 tamanhos diferentes de sementes; comparações das médias foram feitas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

### **3.6- Curvas de embebição**

Curvas de embebição foram construídas com os valores da razão peso final(PF)/peso inicial(PI) com amostras de sementes puras referentes aos três tamanhos para cada lote, individualmente. Utilizaram-se 10 sementes puras e visivelmente intactas em todas as parcelas; quatro repetições; cinco pesagens com intervalos regulares de 1 hora totalizando 5 horas de imersão, cinco pesagens com intervalos regulares de 1,5 horas totalizando mais 7,5 horas de imersão, mais uma pesagem com intervalo de 2,5 horas, mais uma com intervalo de 6,5 horas e finalmente mais uma com 6 horas de intervalo, totalizando 27,5 horas de imersão em água destilada e desionizada; uso de balança digital de precisão; disponibilidade de água 2,5 vezes o valor da massa de sementes para cada parcela individualmente e quando necessário para uma parcela, foram disponibilizados igualmente para todas a quantidade de água referente a 50% da quantidade inicial exigida para cada parcela; uso de câmara de germinação BOD, a 30<sup>o</sup> C no escuro. As curvas foram graficamente representadas por dispersão de seus valores e com equação polinomial elevada ao grau que melhor se adequou ao modelo de padrão trifásico proposto por BEWLEY & BLACK (1994) para o processo de absorção de água por sementes..

### **3.7- Teste de condutividade elétrica (CE)**

Para complementar os resultados obtidos nos demais testes de vigor aqui empregados e por se tratar de avaliações com base no comportamento dos tegumentos das sementes, foi empregado também o teste de condutividade elétrica (CE) conforme descrito por VIEIRA (1994.) Este teste baseia-se no fato de que o vigor

está relacionado à integridade do sistema de membranas celulares. Desta maneira, durante o processo de embebição, há liberação de solutos citoplasmáticos em intensidade proporcional ao estado de desorganização das membranas. Assim as sementes mais deterioradas ou danificadas liberam maiores quantidades de exsudatos (VIEIRA, 1994) , motivo pelo qual as parcelas de sementes devem ser criteriosamente escolhidas quanto à ausência de danos mecânicos visíveis no intuito de se evitar influências nos resultados das leituras. Foi utilizado condutivímetro, com leituras de 20 a 200 micro MHO e de 20 a 200 mili MHO. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e empregado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial de 6 lotes x 3 tamanhos, onde cada combinação resultante deste foi considerada como um tratamento. O lote 1 foi desconsiderado neste teste.

### **3.8- Teste de emergência (%E) e índice de velocidade de emergência (IVE)**

Realizado em ambiente protegido, foi conduzido em vasos com dimensões de 18x30x9cm e semeadura de 25 sementes/repetição em mistura umedecida (70% da capacidade de campo) de terra e areia na proporção 1:3. No teste de emergência a contagem das plantas emergidas foi efetuada aos 16 dias após a instalação e para o índice de velocidade de emergência foram considerados os 10 dias decorridos após a instalação para contagens diárias. Para cálculo de IVE utilizou-se a fórmula  $IVE = E1/n1 + E2/n2 + \dots + En/n$  onde “E” é o número de sementes emergidas no dia e “n” o número de dias após a semeadura. As determinações foram conduzidas em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial de 6 lotes x 3 tamanhos, os dados obtidos foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias. A água foi suprida periodicamente de

dois em dois dias, usando-se critérios pré-estabelecidos, com 150 mL por recipiente. Os lotes 1 e 2 foram desconsiderados neste experimento

### **3.9- Massa fresca das plantas**

Para a instalação deste experimento foram utilizadas as plantas emergidas, por parcela, do teste de % emergência. Todas as plantas representativas de cada parcela foram cuidadosamente colhidas em sua total integridade. O substrato aderido à região radicular foi retirado em água corrente e, após este procedimento, a água superficial que ficava nas raízes era absorvida com uso de papel toalha macio. Cada combinação resultante do esquema fatorial 6 lotes x 3 tamanhos foi considerado um tratamento para efeito de comparação e sobre os três fatores: massa fresca, número de folhas e comprimentos da raiz e caule foram testados três tamanhos.. O delineamento foi inteiramente casualizado e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ). As pesagens foram feitas imediatamente à colheita das plantas com uso de balança digital. Os lotes 1 e 2 foram desconsiderados nestes ensaios. Foram aplicados três tratamentos para quebra de dormência em sementes do lote 6, sendo eles: escarificação com ácido sulfúrico concentrado por três, cinco e sete minutos os quais tiveram seus resultados avaliados também individualmente entre eles. Para avaliarmos as sementes do lote 6 após terem sido submetidas à escarificação ácida adotamos esquema fatorial de 3 tamanhos x 3 tempos de escarificação ácida, em delineamento inteiramente casualizado (DIC).

## **4- RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1- Porcentagem de germinação (%G), IVG e teor de água inicial dos lotes (TA)**

Na Figura 1 observa-se que os lotes de sementes de mucuna preta com teores mais altos de água foram os que obtiveram os menores valores para o teste de germinação e de IVG. Este fato já havia sido observado também por VIEIRA (1980) e ROCHA et al. (1984) trabalhando com lotes de sementes de soja, quando relataram uma forte tendência entre lotes de maior qualidade fisiológica a ocorrência dos menores teores de água iniciais. Deve-se ressaltar a particularidade das

sementes de mucuna preta do lote 6 (recém-colhidas) com 15,95% de teor de água inicial. Este lote apresentou baixos valores de germinação e de IVG e este fato muito provavelmente seja devido à dormência imposta pelo tegumento, característica comum entre as plantas da família Fabaceae. Resultados semelhantes foram relatados por BORGES et al.(1980) quando trabalharam com sementes de *Enterobium contortisilequerm* com grau de umidade próximo dos 19% e observaram sensível decréscimo na porcentagem de germinação e o aparecimento de dormência tegumentar em contraste com sementes que estavam com o grau de umidade inferior a este valor.

ROSSETO et al. (1995), concluíram que existe relação entre o teor de água inicial das sementes de soja e qualidade fisiológica na emissão da raiz primária e na germinação e que sementes com teores de água de 90 a 110g/kg de sementes não apresentaram diferenças de velocidade de emergência de plantas. Este fato foi observado neste trabalho, pois os dados demonstram que os lotes 3, 4 e 5 com teor de água inicial entre 9,67% e 10,26 % obtiveram os maiores valores de germinação e não diferiram estatisticamente nos valores de IVG.

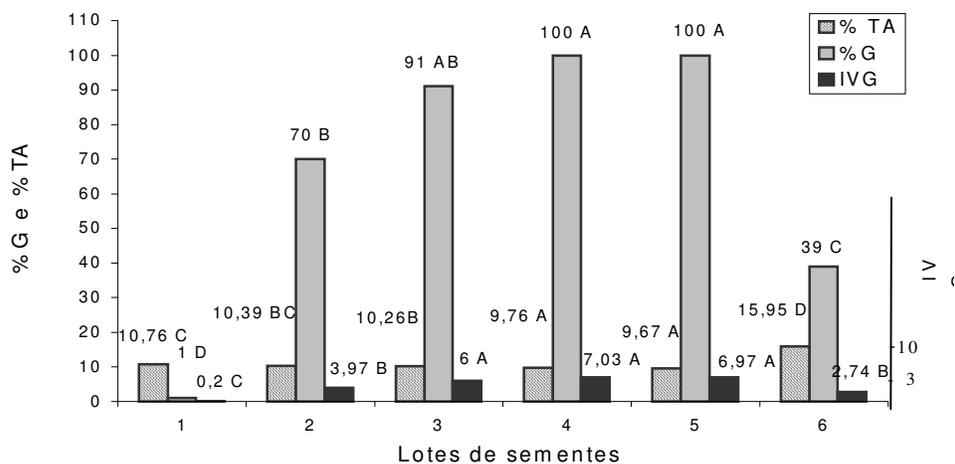


Figura 1—Teores iniciais de água (%TA), % de germinação (%G) e índice de velocidade de germinação (IVG) dos seis lotes de sementes de mucuna preta. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

É importante discutir esta hipótese descrita anteriormente. MARCOS FILHO (2005) afirma que sementes mais secas, com teores de água inferiores a 11%, são mais sensíveis a injúrias causadas pelas diferenças muito acentuadas entre os potenciais hídricos das sementes e do substrato. Afirma ainda que podem ocorrer problemas sérios devido à entrada muito rápida de água nas sementes, especialmente nas menos vigorosas, ocasionando os danos por embebição, ou seja, a liberação de grandes quantidades de exsudatos e ruptura da estrutura celular. Diante dos resultados obtidos neste trabalho quanto aos teores de água iniciais das sementes fica levantada controvérsia com o relatado por MARCOS FILHO (2005). É necessário um maior conhecimento da tolerância à dessecação e do teor de água ideal para a espécie que se pretende estudar, assim como conhecer as limitações e os princípios que regem a metodologia empregada. Apesar da controvérsia levantada, MARCOS FILHO (2005) disponibiliza relativa variante ao citar que: “sementes que passaram por período de desidratação gradual durante o período de maturação apresentam maior eficiência dos mecanismos de reparos e são menos sujeitas a danos por embebição rápida”. Sendo assim, as condições que a semente enfrenta durante o seu período de dessecação e o tempo gasto para que este processo se realize são fatores determinantes na formação do vigor das sementes.

#### **4.2- Tratamentos para superação de dormência**

Em plantas da família Fabaceae , a resistência principal à entrada de água é conferida pela testa, que apresenta uma camada de células paliçádicas com paredes secundárias grossas e lignificadas (esclereídeos) impregnadas com substâncias de natureza hidrofóbica, tais como lipídeos, suberina, cutina, substâncias pecticas e lignina (FERREIRA & BORGHETTI, 2004).

As sementes com tegumento impermeável à água são conhecidas por “sementes duras”; dentre as mais conhecidas destacam-se quiabo, mucuna preta, soja

perene, alfafa, trevos, centrosema, calopogônio, leucena, flamboyant, cuscuta, corda de viola (MARCOS FILHO, 2005)

Essa causa de dormência é considerada prejudicial à agricultura porque contribui para a persistência de bancos de sementes de plantas invasoras e também é indesejável porque provoca a germinação irregular, comprometendo o estabelecimento do estande, gerando desenvolvimento e maturação desuniforme das plantas, além de reduzir o potencial de competição das plantas cultivadas com as invasoras (MARCOS FILHO, 2005).

Os tratamentos para superar a dormência geralmente são baseados no desempenho das sementes em testes de germinação conduzidos em laboratório. O principal objetivo do tratamento é determinar a combinação mais adequada entre o agente e o período da ação, procurando obter a germinação da maioria das sementes da amostra (COHN, 1996). O procedimento não deve provocar prejuízo ao desempenho das sementes e desenvolvimento das plântulas.

Ao analisar-se a Tabela 2 e a Tabela 3 pode-se observar diferentes interações entre os lotes de sementes de mucuna preta e os tratamentos utilizados para quebra de dormência. Observa-se que o lote 6 é o único que ainda possui dormência, isto se deve ao fato de tratar-se de um lote de sementes recém colhidas. O lote 1 desmerece maiores comentários por ser evidente o seu alto grau de deterioração. Mesmo assim os tratamentos de escarificação ácida por cinco e sete minutos conseguiram elevar os seus valores de germinação e de IVG. Porém, durante o desenvolvimento do teste suas sementes apresentaram alto índice de infestação por fungos e as plântulas que se originaram das sementes que conseguiram germinar apresentaram anormalidades em suas estruturas essenciais.

As interações dos tratamentos para superação de dormência utilizados neste trabalho com o lote 2 que apresentou qualidade fisiológica intermediária, conforme comprovado pelos resultados de %G e IVG do tratamento 1 (controle), foram variadas. O tratamento 5-escarificação com lixa granulometria 100 no lado

oposto ao hilo, tratamento 6-desponte parte distal e tratamento 7-punção do tegumento, apresentaram valores inferiores aos obtidos pelo tratamento 1, nos itens avaliados. Provavelmente os tratamentos 5, 6 e 7 devem ter proporcionado uma entrada muito rápida de água nas sementes e estas por serem menos vigorosas que as dos demais lotes testados, a exceção do lote 1, sofreram danos por embebição conforme preconizado por MARCOS FILHO (2005). Para os demais tratamentos os resultados excederam aos do tratamento 1 (controle), tanto para %G quanto para o IVG. Importante salientar também que as sementes do lote 2 submetidas aos tratamentos de escarificação ácida para superação de dormência apresentaram escurecimento tipo “queimadura “ em suas raízes primárias.

Os lotes 3, 4 e 5 não diferiram estatisticamente entre si para todos os tratamentos nos resultados do teste de %G, o mesmo não ocorrendo com o teste de IVG. Nestes, comportamentos entre os lotes, não evidenciados no teste de germinação, ficaram mais perceptíveis no teste de IVG, tanto para as respostas de cada lote dentro dos tratamentos quanto de cada tratamentos dentro dos lotes. Dependendo do vigor inicial do lotes de sementes, este pode apresentar uma resposta positiva ou negativa às metodologias utilizadas para superação da dormência. O lote 2, por exemplo: dos lotes viáveis usados, este é o mais antigo; supostamente sua dormência já deve ter sido superada pelo tempo de armazenamento, apesar do ambiente de câmara fria. Quando o comparamos com os lotes mais novos fica-se na dúvida se o que está agindo sobre ele é uma dormência mais profunda que nos demais ou se o seu vigor está em nível mais baixo. À exceção dos tratamentos 5, 6 e 7 com origem na escarificação do tipo mecânica, todos os outros tratamentos favoreceram o desempenho deste lote, tanto para os resultados de germinação quanto para os de vigor. Porém, quando comparamos seus resultados de IVG com os demais lotes, observa-se que seus valores foram mais baixos para a grande maioria dos tratamentos utilizados, com exceção dos tratamentos 10 e 11 com princípio de ação no calor úmido, no que eles superaram os valores obtidos pelo lote 5.

Situação deste tipo foi relatada por BERTALOT & NAKAGAWA (1998), quando observaram diferenças e semelhanças nas respostas das sementes de *Leucaena diversifolia* para diferentes métodos de superação da dormência em relação à idade das sementes, quando estudaram sementes armazenadas por três anos e sementes recém colhidas. Neste estudo os melhores resultados para ambos os lotes foram escarificação mecânica manual com lixa d'água e imersão em ácido sulfúrico concentrado por dez minutos.

Respostas também diferenciadas foram encontradas na interação tempo de armazenamento e tratamentos para superar a dormência em estudo realizado por Santarém & ÁQUILA (1995) com sementes de *Senna macranthera* (leguminosa). Neste trabalho os autores utilizaram sementes recém-coletadas e armazenadas por um e dois anos. O tratamento de escarificação mecânica por incisão no tegumento do lado oposto ao eixo embrionário e imersão em ácido sulfúrico por 15 minutos foram os melhores resultados obtidos para as sementes em todos os tempos de armazenamento, promovendo quase 100% de germinação. Para os demais tratamentos, quais sejam, escarificação ácida com ácido sulfúrico por 5 e 10 minutos, água quente (90° C permanente) por 5, 10 e 15 minutos e controle apresentaram interação positiva com tempo de armazenamento, onde após dois anos de armazenamento ocorreu sempre as melhores porcentagens de germinação. Este fato já fora evidenciado por Whiteman (1980) quando afirmou que a dureza em espécies forrageiras é mais marcante em sementes recém-colhidas, diminuindo com o tempo de armazenamento. Neste caso é preciso esclarecer por qual período uma semente pode ser considerada recém-colhida, pois no caso do lote 6 adquirido diretamente do campo de produção em Santana do Aguapeí/SP estas apresentaram germinação de (56%) sendo semeadas quase que imediatamente à colheita, de 8 horas após, valor maior do que o obtido cerca de 30 dias após a colheita. Inclusive deve-se registrar o relato, com base na vivência, feito pelo proprietário dos campos de produção de sementes de mucuna

preta há vários anos: “a mucuna não apresenta grandes problemas de germinação ser semeada quase que imediatamente após a colheita”.

Neste trabalho o lote 6 dormente, após algum tempo de armazenamento, apresentou interação positiva com todos os tratamentos utilizados para superação da dormência em comparação com o controle. Observou-se também que as diferenças de qualidade fisiológica dos lotes e os tratamentos utilizados para superar a dormência também apresentaram interações positivas, isto é pertinente nestas situações pois se uma mesma população de sementes pode compreender desde indivíduos profundamente dormentes até não-viáveis, com a devida gradação entre esses extremos imagine entre indivíduos de populações diferentes

Todos as metodologias para quebra de dormência usadas neste trabalho agem sobre a impermeabilidade dos tegumentos das sementes à água. Dependendo da integridade destes tegumentos e da sua capacidade de regular a entrada de água na semente, as interações com os tratamentos podem ser as mais variadas. As condições e o tempo de armazenamento serão decisivo para a maior ou menor manutenção da impermeabilidade dos tegumentos adquirida pela ocasião da colheita. Os tratamentos com origem na escarificação ácida com ácido sulfúrico concentrado nos tempos utilizados neste trabalho apresentaram interações positivas para todos os lotes em relação aos resultados de germinação e sem prejuízo ao vigor destes lotes. Infelizmente o uso de tal agente escarificador é de alto risco à integridade humana, requer mão-de-obra treinada e são de aquisição criteriosa, apesar de poderem ser usados em grande escala. Geralmente todos os tratamentos demonstraram ser eficazes em lotes de sementes dormentes; os lotes não dormentes e de viabilidade e vigor mais elevados, não precisam ser escarificados.

Tabela 2 - % Germinação (%G) de seis lotes de mucuna preta submetidos a diferentes tratamentos para superação de dormência

LOTES  
% GERMINAÇÃO

TRATAMENTOS

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
Média	
Lotes	
1	
1 Ad	
4 Ac	
10 Ab	
10 Ab	
1 Ad	
2 Ad	
1 Ac	
4 Ad	
1 Ac	
3 Ac	
2 Ab	
7 Ac	

3,83

2

70 CDb  
83ABCb

93 Aa  
89 ABa  
41 Ec  
23 Fc  
61 Db  
83ABCbc  
76 BCDb  
84 ABCb  
91 ABa  
78 ABCb  
72,66

3

91 Aa  
84 Ab

94 Aa  
89 Aa  
80 Ab  
85 Ab  
95 Aa  
81 Ac  
92 Aa  
91 Aab  
90 Aa  
86 Aab  
88,16

4

100 Aa  
99 Aa

100 Aa

100 Aa  
99 Aa  
99 Aa  
90 Aa  
100 Aa  
99 Aa  
97 Aab  
97 Aa  
98 Aa  
98,16

5

100 Aa  
99 Aa

99 Aa  
100 Aa  
98 Aa  
100 Aa  
99 Aa  
98 Aa  
97 Aa  
98 Aa  
100 Aa  
97 Aa  
98,75

6

39 Bc  
92 Aab

96 Aa  
100 Aa  
91 Aab  
88 Aab  
90 Aa  
96 Aab  
94 Aa  
88 Aab  
88 Aa  
92 Aa  
87,85

Média trata/τος  
66,87  
76,83

82  
81,33  
68,33  
66,16  
72,66  
77  
76,5  
76,83  
78  
76,33

\*Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ )

\*\*CV = 9,1634 ; DMS lotes = 4,0317 ; DMS tratamentos = 6,5441

Tabela 3 - Índice de velocidade de germinação (IVG) de seis lotes de sementes de mucuna-preta submetidos a diferentes tratamentos para superação de dormência

LOTES	ÍNDICE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO												Média Lotes	
	TRATAMENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
1	0,2 Bc	0,41 Bc	2,35 Ad	2,34 Ad	0,33 Bd	0,5 Bc	0,25 Bc	0,25 Bc	0,65 Bd	0,25 Bd	0,78 Bd	0,45 Bd	1,40 ABd	0,81
2	3,97 BCb	5,91 Ab	6,03 Ac	6,06 Ac	2,67 CDc	1,64 Dc	4,76 ABb	5,45 ABc	4,80ABc	4,80ABc	5,08ABc	5,96 Abc	4,88ABc	4,77
3	6,0 Aa	5,89 Ab	6,66 Abc	6,35 Ac	5,76 Ab	6,58 Ab	7,18 Aa	5,58 Abc	6,07 Abc	6,15 Abc	6,07 Abc	6,07 Abc	5,68 Abc	6,16
4	7,03 Aa	7,38 Aa	7,58 Aab	7,87 Aab	7,29 Aa	7,34 Aab	6,97 Aa	6,97 Aa	6,82 Aab	6,82 Aab	6,88 Aab	7,26 Aab	7,01 Aab	7,20
5	6,97ABCa	7,42 Aa	7,19ABabc	7,39 Abc	7,17ABba	7,49 Aab	7,89 Aa	6,3ABCDBc	5,49CDbc	5,7 BCDbc	4,80 Dc	4,80 Dc	5,59BCDc	6,62
6	2,74 Bb	8,26 Aa	8,48 Aa	8,81 Aa	8,16 Aa	8,22 Aa	7,81 Aa	7,80 Aa	7,64 Aa	7,71 Aa	7,71 Aa	8,13 Aa	7,85 Aa	7,63
Média trata./tos	4,48	5,88	6,38	6,47	5,23	5,29	5,81	5,47	5,18	5,37	5,44	5,40		

\*Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (p<0,05)

\*\* CV= 12,2321 , DMS lotes= 0,4043 e DMS tratamentos= 0,6563

### 4.3- Peso de 100 sementes, classificação dos lotes em três diferentes tamanhos e teor de água inicial dos lotes num todo e em seus diferentes tamanhos

Os resultados obtidos nestes experimentos apresentaram variações significativas. Os lotes que apresentaram maiores valores para o peso de 100 sementes (Figura 2) foram, de um modo geral, os que continham maior número de sementes grandes na sua composição (Figura 3). A Figura 4 representa os teores de água médios iniciais dos lotes após a classificação por tamanho. As diferenças de teores iniciais médios de água entre os lotes foram significativas, mas para tamanhos de sementes as diferenças só foram significativas dentro do lote, conforme demonstra a Figura 5.

As informações colhidas pela caracterização dos lotes quanto ao peso de 100 sementes, proporção dos diferentes tamanhos na composição de cada lote, teor de água inicial dos lotes e dos diferentes tamanhos de sementes são importantes

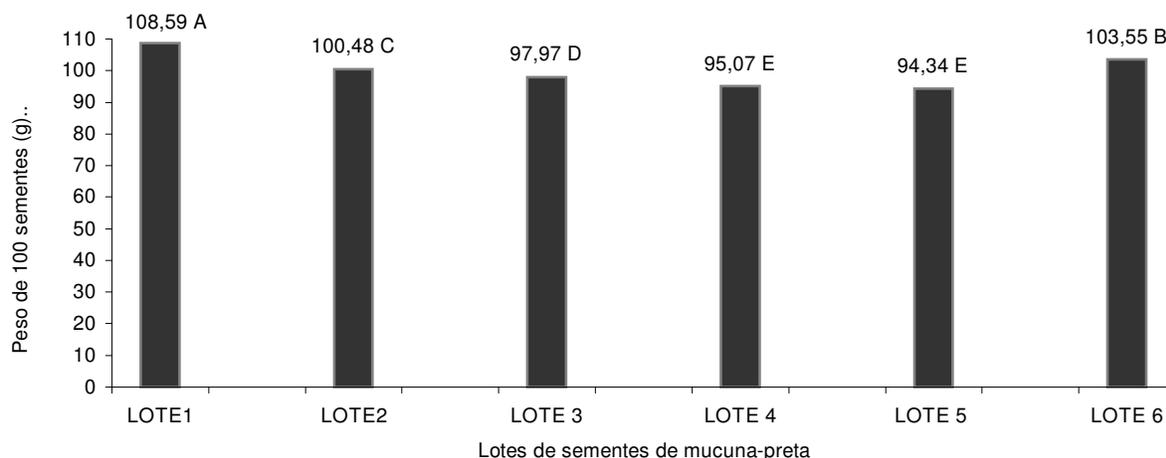
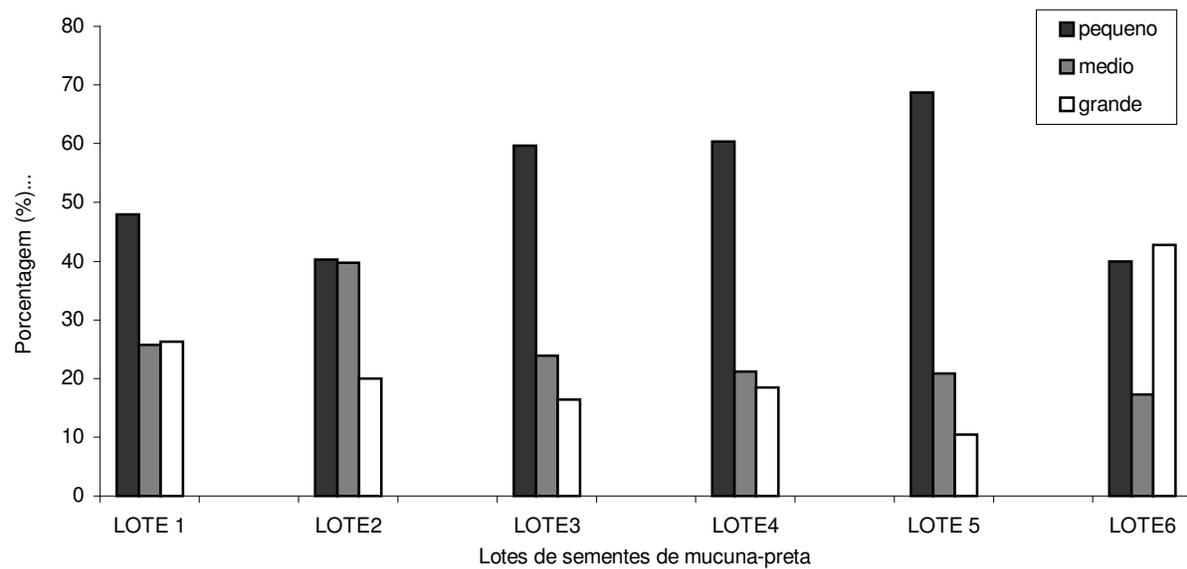


Figura 2 – Peso de 100 sementes dos seis lotes de sementes de mucuna preta

diretrizes para tomadas de decisões em relação aos procedimentos de classificação, beneficiamento, armazenamento e fins de semeadura. Estas informações serão importantes para discussão dos tópicos



seguintes.

Figura 3- Porcentagens dos tamanhos pequenos, médios e grandes de sementes na composição de seis lotes de mucuna preta após classificação.

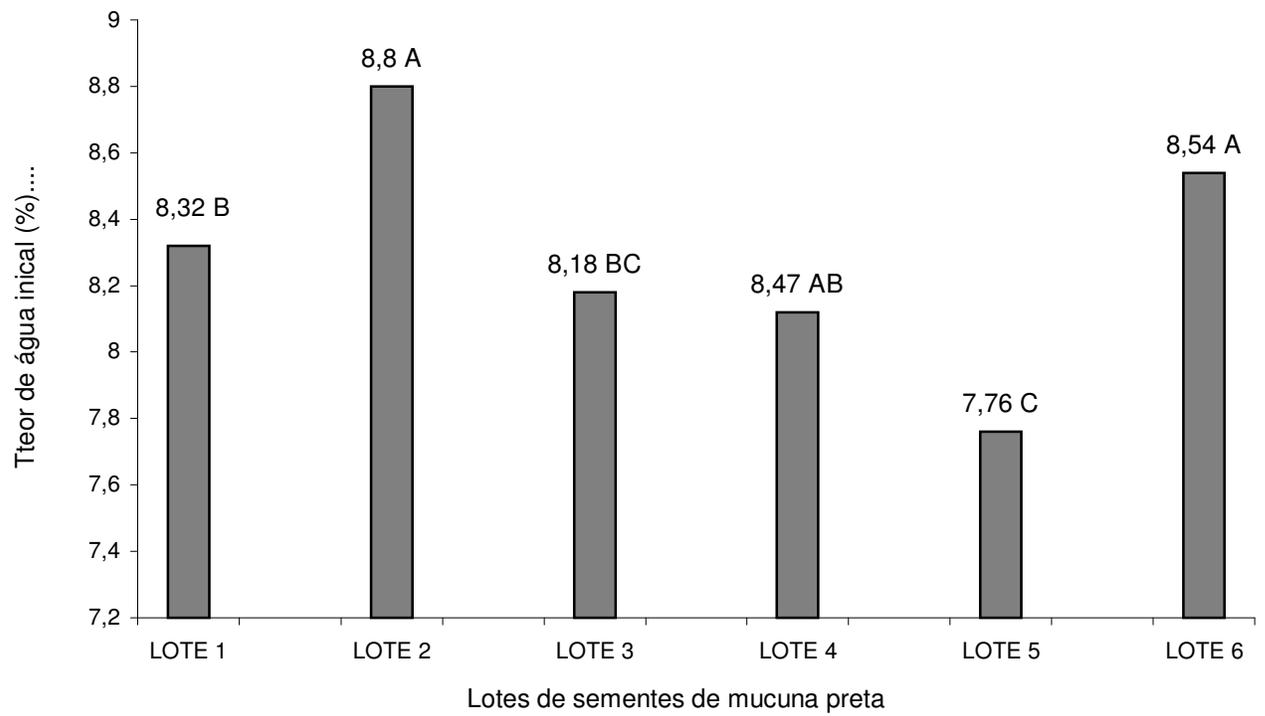


Figura 4 – Teor de água inicial dos seis lotes de sementes de mucuna preta.

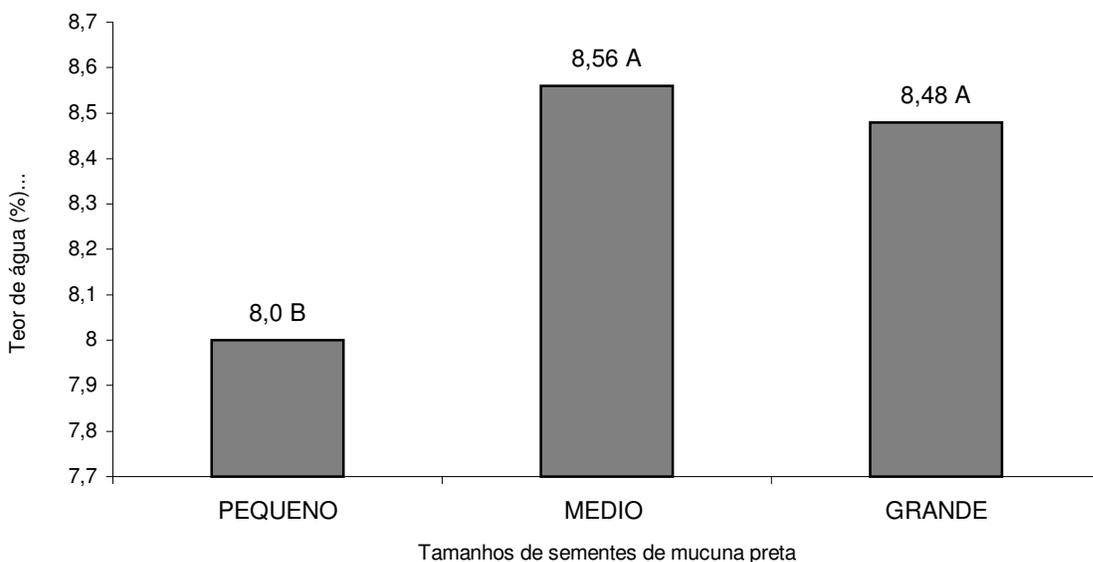


Figura 5 – Teor de água para os três tamanhos de sementes de mucuna preta após classificação

#### **4.4- Testes de condutividade elétrica (CE), % de emergência (%E), índice de velocidade de emergência (IVE) e determinação da massa fresca (MF)**

No teste de condutividade elétrica (CE), Tabela 4, houve diferença significativa entre lotes para todos os tamanhos. Todavia em relação ao tamanho não houve diferença significativa estatisticamente dentro de cada lote, apenas para os lotes 4 e 5. De acordo com o teste de CE o lote 3 é o de menor qualidade fisiológica (vigor) e o lote 6 o de maior.

Tendo os resultados de teste de CE como parâmetros, os lotes 4 e 5 podem ser referenciados como os intermediários, ou seja, estariam entre os extremos de menor e maior vigor. E importante lembrar o estado de dormência do lote 6.

Para o teste de %E (Tabela 4) não temos diferenças significativas entre os lotes 4 e 5, nem entre os lotes 3 e 6, mas os primeiros diferem destes últimos nos três tamanhos. Dentro de cada lote os tamanhos não tiveram diferenças estatísticas significativas.

Considerando as sementes do lote 6 após terem sido submetidas aos tratamentos para quebra de dormência utilizando métodos de escarificação com ácido sulfúrico concentrado por três, cinco e sete minutos, a situação ficou a seguinte: o lote 6, escarificado quimicamente com ácido sulfúrico por sete minutos superou todos os outros lotes e em todos os tamanhos, apenas o tamanho pequeno teria o resultado de %E equivalente ao do lote 4.

Pelo teste de IVE (Tabela 4), as diferenças foram significativas para tamanhos dentro dos lotes e entre lotes. Seus resultados acompanharam proporcionalmente os respectivos resultados de %E.

Estatisticamente os resultados do teste de MF não tiveram diferenças significativas para tamanhos (Tabela 4) dentro dos lotes, mas ocorreram diferenças significativas para tamanhos entre lotes. Sementes grandes produziram maior fitomassa em todos os lotes. O lote 5 no geral foi o que teve melhor desempenho para os testes de %E, IVE e MF, quando não consideramos o lote 6 após ser submetidos a métodos de escarificação ácida. Efeitos positivos para tamanho de grãos têm sido encontrados entre grãos de maior tamanho em relação aos de menor desenvolvimento, para incremento no rendimento de grãos (DERERA & BHATT, 1972; NASS, 1973; MINELLA 1979).

As relações da característica tamanho com desempenho de sementes ou mesmo de culturas delas resultantes são de grande interesse prático uma vez que, dos muitos fatores capazes de interferir nestes desempenhos, o tamanho das sementes é um fator sobre o qual o produtor pode ter certo grau de controle (BLACK, 1959), quer seja via beneficiamento das sementes ou via interferência sobre o ambiente sob o qual as sementes se desenvolvem (SOUZA e t al, 1996). A separação das sementes em classes de tamanho para determinação dos fatores de qualidade fisiológica e germinação tem sido bastante empregada tanto com vista a encontrar a classe ideal para multiplicação das diferentes espécies vegetais como para produção da parte objetivada, Entretanto os resultados têm sido bastante divergentes, mesmo em se tratando de sementes da mesma espécie (FRAZÃO et al., 1983).

Os resultados de todos os testes de vigor aqui empregados no sentido do menor para o maior, seguiram a ordem cronológica do tempo de armazenamento, ou seja, lotes mais novos foram os mais vigorosos, à exceção do lote 4 no teste de %E. Levando-se em consideração as sementes do lote 6 após os tratamentos com ácido sulfúrico concentrado.

Tabela 4 – Testes de condutividade elétrica (CE), % de emergência (%E), índice de velocidade de emergência (IVE) e massa fresca (MF) realizados em lotes de sementes de mucuna preta classificados em três tamanhos: sementes pequenas, médias e grandes.

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si para o teste de Tukey a 5% de probabilidade

	Tamanho	Lotes			
		3	4	5	6
Condutividade elétrica	P	127 Ad	112 Abc	92 Bb	18 Aa
	M	138 Ad	88 Bbc	99 Bc	17 Aa
	G	121 Ad	76 Bc	118 Ac	19 Aa
	P	29 Ab	72 Aa	71 Aa	26 Ab
Emergência aos 16 DAS (%)	M	17 Ab	64 Aba	75 Aa	24 Ab
	G	20 Ab	54 Aa	79 Aa	24 Ab
	P	3,96 Ac	12,36 Aa	12,14 Ab	2,51 Acd
IVE	M	2,47 Abc	10,13 ABb	13,03 Aa	1,72 Acd
Período dias	10 G	2,54 Bc	7,44 Bb	12,91 Aa	1,22 Acd
	P	1,95 Ab	2,61 Aa	2,61 Aa	2,35 Aab
Massa Fresca (g)	M	2,15 Abc	2,93 Aa	3,31 Aa	2,40 Ab
	G	2,56 Ab	3,34 Aa	3,77 Aa	3,15 Aab

Outra observação a ser relatada é que o teste de CE não teve relação positiva com os outros testes que não se basearam na integridade das membranas. Esta relação só foi positiva para tamanhos dentro do lote 3, menos vigoroso.

O teste de CE baseia-se na avaliação indireta da qualidade fisiológica através da determinação da qualidade de lixiviados na solução de embebição das sementes. Os menores valores correspondentes à menor liberação de exsudatos, indicam alto potencial fisiológico (maior vigor) revelando menor intensidade de desorganização dos sistema de membranas das células (VIEIRA et al., 2002).

O teor de água das sementes por ocasião da realização da condutividade elétrica é de extrema importância na padronização do método do teste. Em geral têm-se verificado que teores de água muito baixos (•10%) ou muito altos (•17%), apresentam influência significativa nos resultados. Efeito maior tem sido observado quando o teor de água das sementes é muito baixo (•10%), causando aumento significativo nos resultados do teste para várias espécies (VIEIRA et al., 2002), esta era a situação dos lotes quanto ao teor de água (Figuras 4 e 5 ). Apesar de ter sido empregado recomendação de uniformizar os teores de água dos lotes para uma faixa ente 10% e 17% (AOSA, 1983; VIEIRA et al., 1999), os resultados do teste de CE não foram condizentes com os resultados do restante dos testes usados neste presente trabalho.

O lote 6 respondeu positivamente aos tratamentos para superação de dormência (Tabela 4) pelo método de escarificação ácida com ácido sulfúrico concentrado por três, cinco e sete minutos. Cuidados precisam ser tomados na escolha do tempo de escarificação em ácido mais indicado para cada lote em especial, visto que ocorreram diferenças significativas entre os tamanhos e os tempos de escarificação ácida utilizados nos resultados do teste de %E. O aumento no tempo de escarificação ácida obteve resposta inversa para sementes da classe pequena no teste de %E, razão pela qual de posse da proporção de cada tamanho na composição do lote (Figura 3), deve-se estudar a melhor opção para determinado lote. O aumento no tempo de escarificação ácida não prejudicou a produção de fitomassa em nenhum dos tamanhos e estes mantiveram o crescimento dos valores de massa fresca no sentido do menor para o maior tamanho. GALINDO et al. (2002) relatou que plantas emergidas de sementes de mucuna preta escarificadas com ácido sulfúrico por cinco, dez e quinze

minutos tiveram sua produção de fitomassa prejudicada. Resultados como esses podem ocorrer devido a interação do binômio tempo de escarificação e qualidade fisiológica do lote ou lotes. Neste trabalho, relatamos no item 4.2- “Tratamentos para superação de dormência” que plantas originadas de sementes do lote 2 submetidas à escarificação ácida, apresentaram escurecimento de suas raízes primárias, lembrando efeito de “queimaduras”.

Tabela 5 – Resultados dos testes de % de emergência (%E), índice de velocidade de emergência (IVE) e massa fresca (MF) das sementes de mucuna preta do lote 6 nas classes pequena, média e grande submetidas à escarificação ácida com ácido sulfúrico por três diferentes tempos.

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

TESTES	Escarificação	TAMANHOS		
		PEQUENO	MÉDIO	GRANDE
%E	3'	82 Aa	67 Aab	79 Aa
	5'	79 Aa	56 Bb	95 Aa
	7'	72 Ba	78 ABa	91 Aa
IVE	3'	8,64 Aa	8,85 Ba	8,80 Aa
	5'	6,21 Bb	5,92 Cb	9,02 Aa
	7'	8,56 Ab	10,75 Aa	10,58 Aa
MF (G)	3'	3,06 Ac	3,8 Ac	4,31 Ac
	5'	3,14 Ab	3,96 Ab	4,01 Ab
	7'	3,18Aa	3,89Aa	4,26Aa

#### 4.5- Curvas de embebição

As curvas de embebição das sementes para os lotes 1 e 2 (não viáveis), conforme Figura 6 e 7, apresentam desde as primeiras horas de embebição (2-5 horas) forte tendência em expressar o resultado final de quantidade de água absorvida. Para os dois lotes a ordem de valores de embebição final no sentido do maior para o menor valor, exibe a seguinte seqüência: sementes classe pequena, sementes classe grande e sementes classe média. Os valores finais de absorção de água destes lotes são

maiores que os dos restantes dos lotes testados. Tal comportamento deve ser causado pelo estado avançado de deterioração das sementes dos lotes 1 e 2, sendo o fenômeno da difusão a força que mais age a favor da absorção de água. A entrada e distribuição de água nas sementes, reguladas pelo potencial de água celular, ocorrem tanto por capilaridade como por difusão, no sentido de maior para o menor potencial hídrico. Desta forma a embebição tem sido entendida como um processo físico relacionado, principalmente, com as características de permeabilidade do envoltório e com as propriedades dos colóides constituintes das sementes (WOODSTOCK, 1988; BEWLEY & BLACK, 1994; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Para os lotes 3, 4 e 5 (Figuras 8, 9 e 10) os valores de absorção final de água pelas sementes no sentido do maior para o menor valor têm a seguinte seqüência: sementes classe pequena, sementes classe média e sementes classe grande. Até o tempo de onze horas de embebição as taxas de absorção não apresentam diferenças significativas para a variável tamanho. Para estes lotes o tempo de onze horas de embebição representa um marco divisor a partir do qual os tamanhos das sementes passam a exibir taxas de absorção de água que definirão os valores finais de absorção atingido por cada um deles. A partir do tempo de quinze horas de embebição este comportamento fica ainda mais nítido.

Não houve uma relação direta e positiva para os valores de embebição final com os resultados dos teste de %E para os lotes e seus respectivos tamanhos. O que se observou foi uma diminuição dos valores finais de absorção para as três classes de tamanhos, entre os lotes 3 e 4 e aumento no lote 5 em relação a estes.

As sementes pequenas e médias, quando a dormência ainda não foi superada naturalmente (armazenamento), são menos permeáveis que as sementes grandes, conforme demonstra a Figura 11 para o caso do lote 6 (dormente).

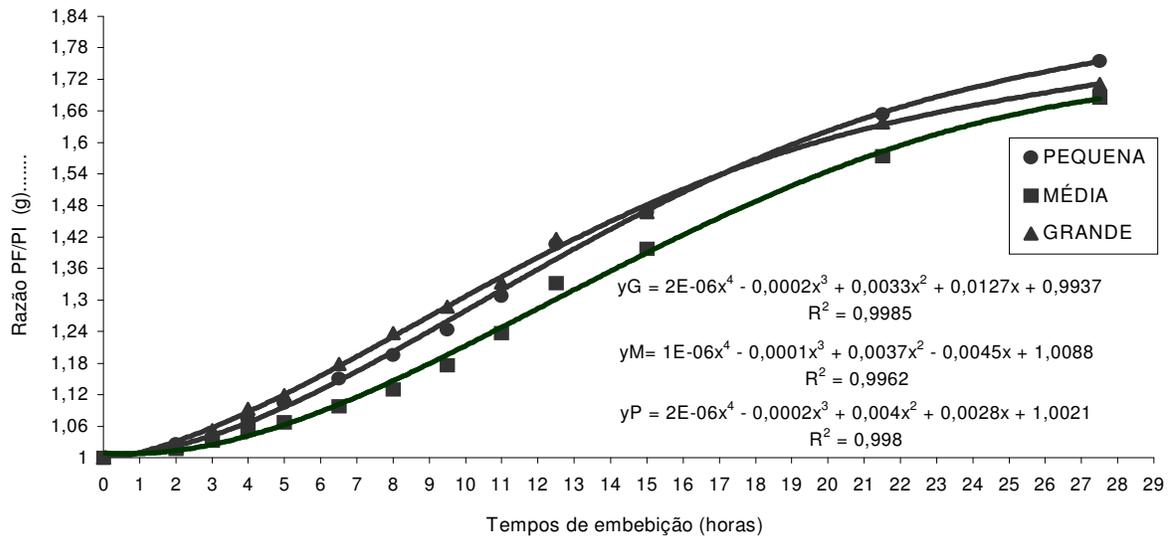


Figura 6 – Curvas de embebição de sementes de mucuna preta das classes pequenas, médias e grandes pertencentes ao lote 1

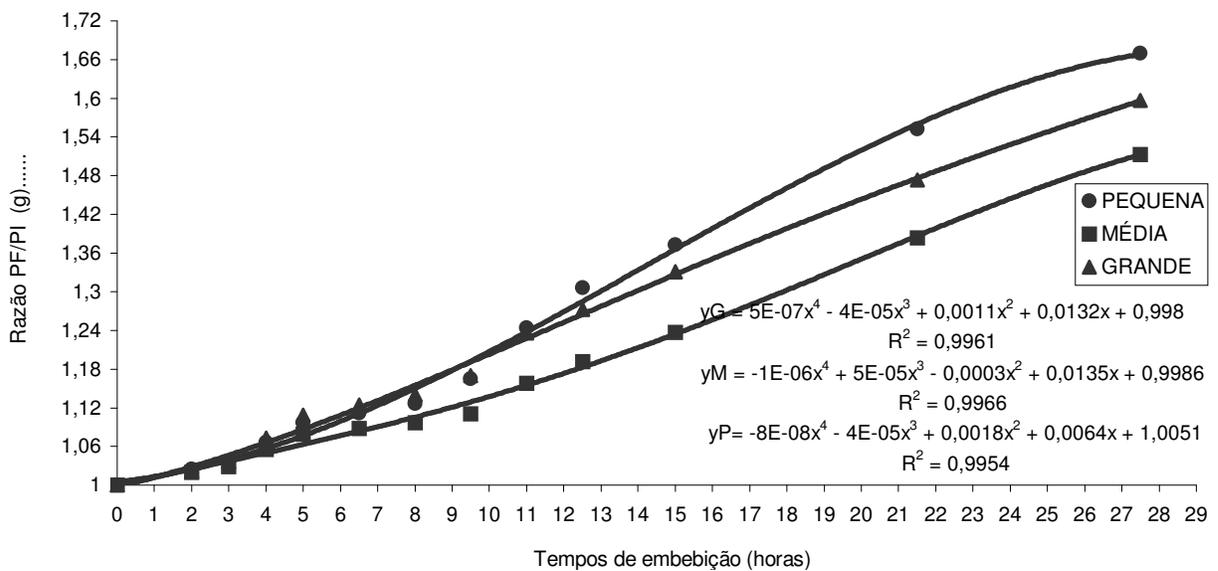


Figura 7 – Curvas de embebição de sementes de mucuna preta das classes pequenas, médias e grandes pertencentes ao lote 2

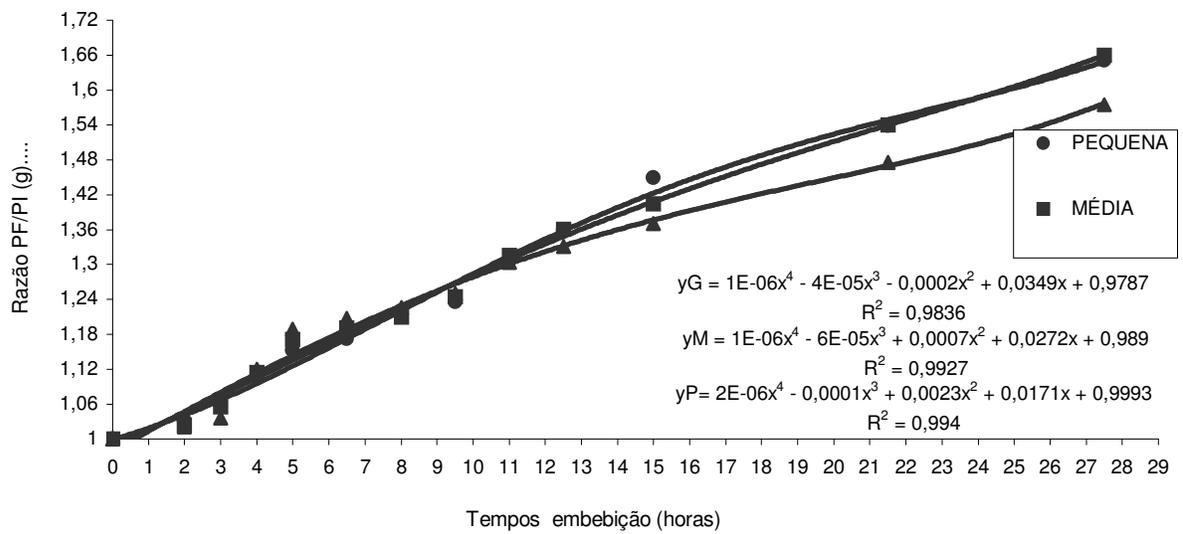


Figura 8 – Curvas de embebição de sementes de mucuna preta das classes pequenas, médias e grandes pertencentes ao lote 3

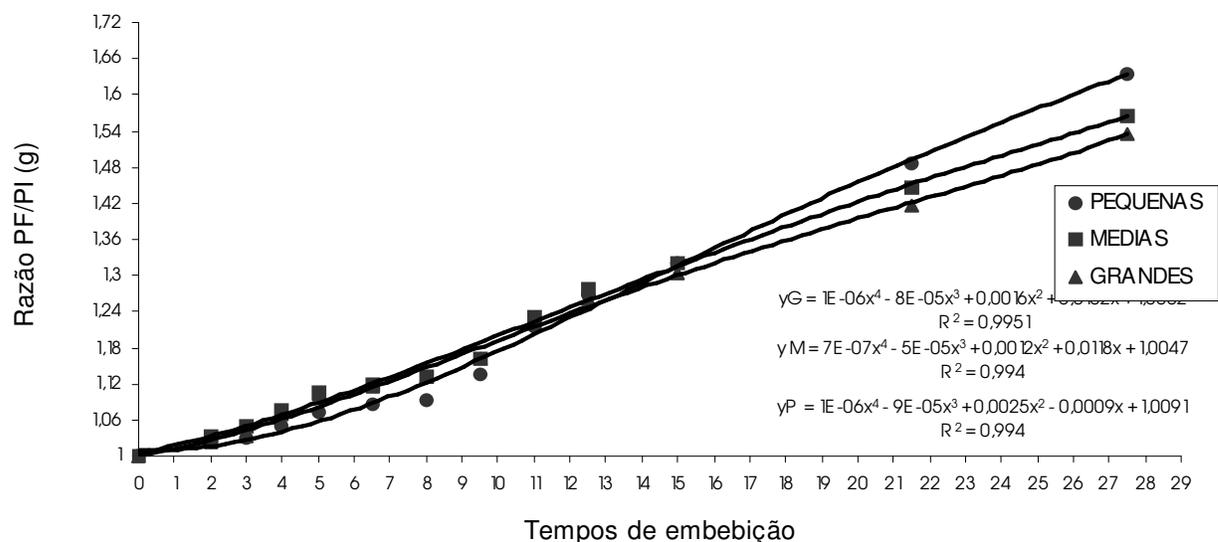


Figura 9 – Curvas de embebição de sementes de mucuna preta das classes pequenas, medias e grandes pertencentes ao lote 4

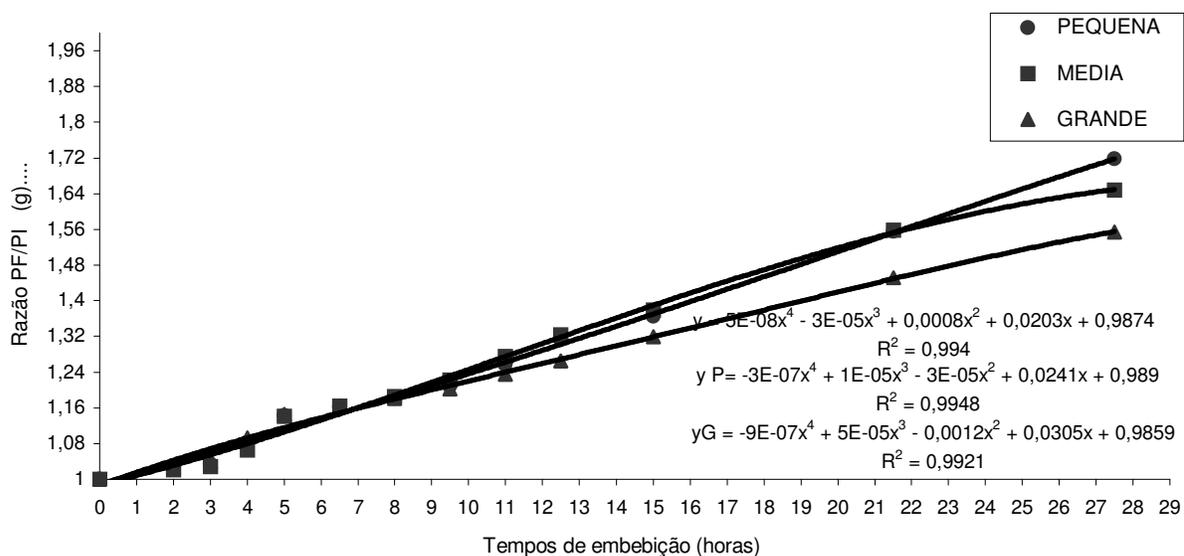


Figura 10 – Curvas de embebição de sementes de mucuna preta das classes pequenas médias e grandes pertencentes ao lote 5

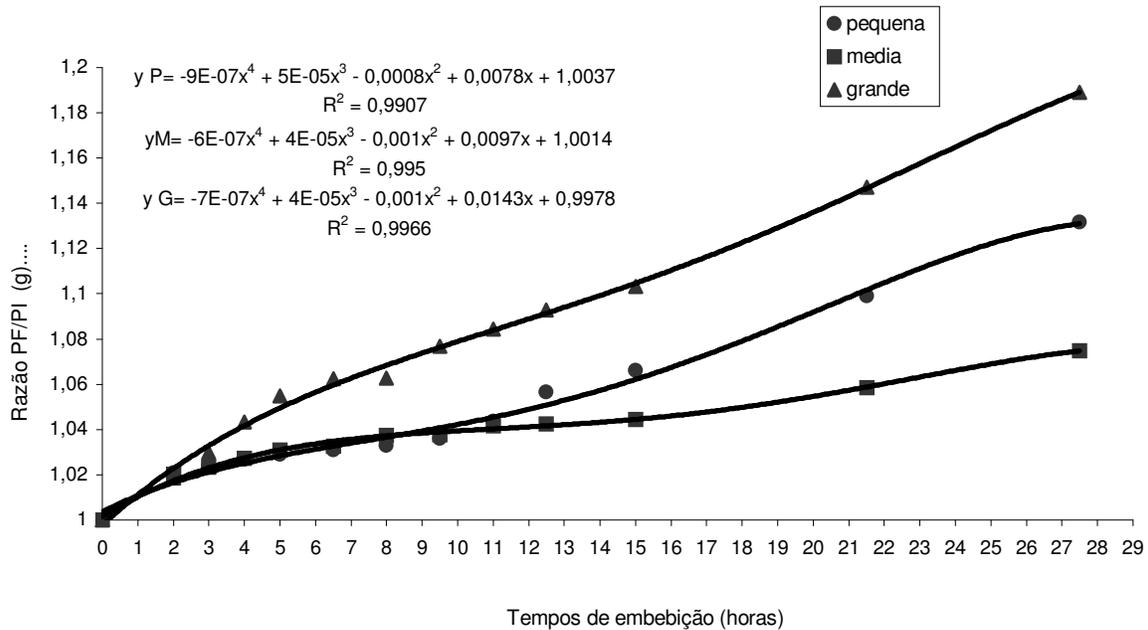


Figura 11 – Curvas de embebição de sementes de mucuna preta das classes pequenas, médias grandes pertencentes ao lote 6

Comparou-se também os resultados gerais das curvas de embebição (Figuras 12, 13 e 14) para os lotes utilizados, com exceção do lote 2 aqui retirado por melhor efeito didático, quais sejam: lote 1, 3, 4, 5 e 6, e suas respectivas classes de tamanho, observa-se relação positiva entre absorção de água e o teste de CE para os lotes 3 e 4, pois os tamanhos que mais lixiviaram solutos foram os que mais absorveram água. O contrário ocorreu com o lote 5. Estes dois métodos de estudo da qualidade fisiológica dos lotes de sementes baseiam-se na integridade das membranas celulares.

Na verdade o que se pode mencionar com base em revisões de literatura e nos experimentos conduzidos neste trabalho é que a questão de absorção de água por sementes de leguminosas forrageiras, aqui especificamente a mucuna preta, torna-se mais complexa do que podemos imaginar. Outros pesquisadores relatam que a absorção inicial (embebição) sofre interferências da composição química das sementes, da permeabilidade do tegumento, da disponibilidade de água

nos estados líquido ou gasoso (CHING, 1972; MAYER & MAYBER, 1978; VERTUCCI, 1989; McCORMAC & KEEFE, 1995; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000) temperatura, da área de contato entre a semente e o substrato e do teor inicial de água das sementes. Diante de tantas variáveis interferindo na absorção de água pelas semente fica difícil determinar com exatidão qual deles pode estar interferindo neste processo em dado momento. Pode ocorrer de um lote de sementes durante o seu desenvolvimento e período de dessecação ter conseguido acumular mais substâncias cerosas, principalmente lignina, do que o normal, talvez até por algum sinal do meio onde se encontra a planta mãe. Neste caso, podemos supor que um lote que venha a estar com seu sistema de membranas já comprometido ainda possa ter, atuando fisicamente e não fisiologicamente, camada considerável de compostos que conferem impermeabilidade sobre o seu tegumento. Desta forma, uma barreira física estaria atuando na impermeabilidade destas sementes à água e não alguma razão fisiológica. Ou mesmo o contrário, lotes que não tiveram expressiva deposição de substâncias que conferem impermeabilidade ao tegumento apresentarem uma absorção inicial mais rápida e ainda não estarem em estado tão avançado de deterioração como se poderia imaginar.

Algumas considerações devem ser feitas às características das sementes de mucuna preta estudadas no presente trabalho. Conhecendo-se o comportamento da referida espécie em relação ao tamanho de suas sementes, à impermeabilidade de seus tegumentos, ao seu teor de água inicial e às respostas aos tratamentos para superação de dormência, bem como os resultados advindos das interações destas características, pode-se direcionar com maior segurança muitas decisões de caráter prático na produção de sementes. Exemplificando: sabendo a resposta dos diferentes tamanhos de sementes e as proporções destas na composição de um determinado lote, teremos subsídios palpáveis para escolhermos com segurança o método de superação de dormência a ser empregado; sabermos qual tamanho permanece dormente por mais tempo e direcionarmos ações no sentido de opção por armazenamento e da semeadura imediata; como também da produção

da parte objetivada, da produtividade, do aspecto visual de uniformidade de um lote de sementes quanto ao tamanho e da questão técnica para semeaduras mecanizadas e tantos outros. Ficou evidente neste trabalho que as diferenças entre vigor das sementes de mucuna preta foram mais dependentes do tempo de armazenamento dos lotes do que no tamanho de suas sementes. Evidências para tamanhos de sementes dentro do seu lote de origem foi só relacionada à produção de fitomassa, o que também não deixa de ser um importante parâmetro para prioridades em termos de fins de semeadura.

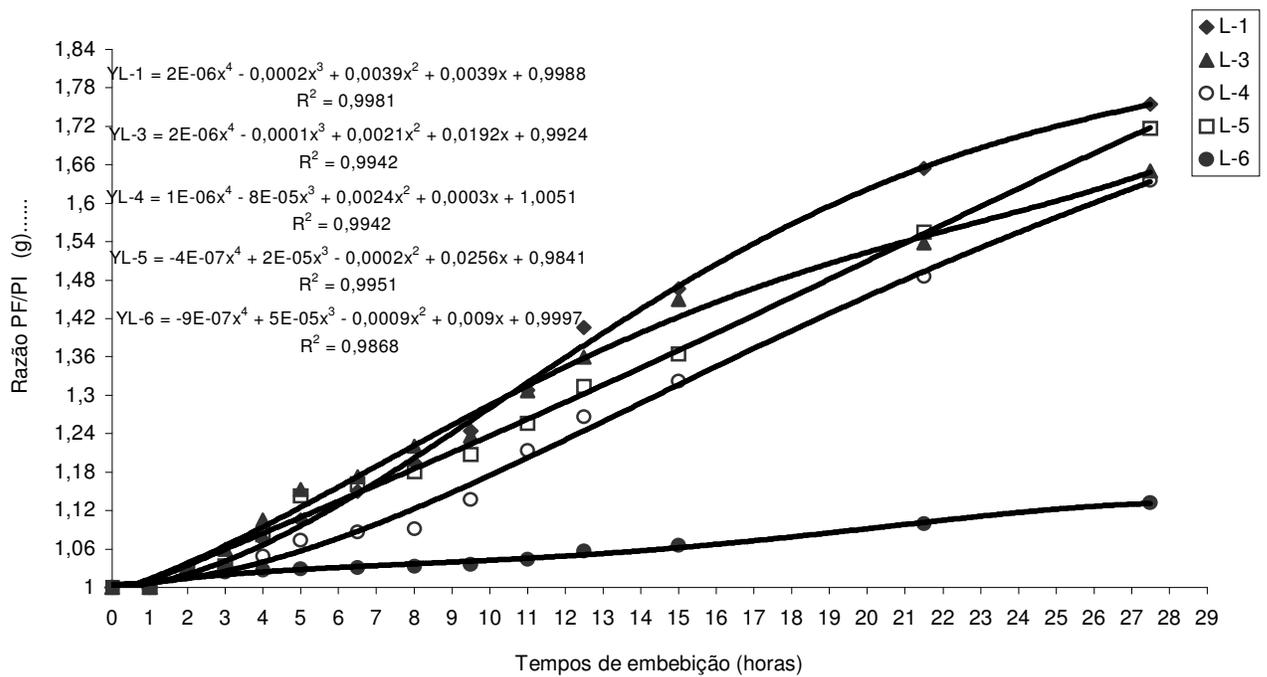


Figura 12- Curvas de embebição de cinco lotes de mucuna preta na classe sementes pequenas

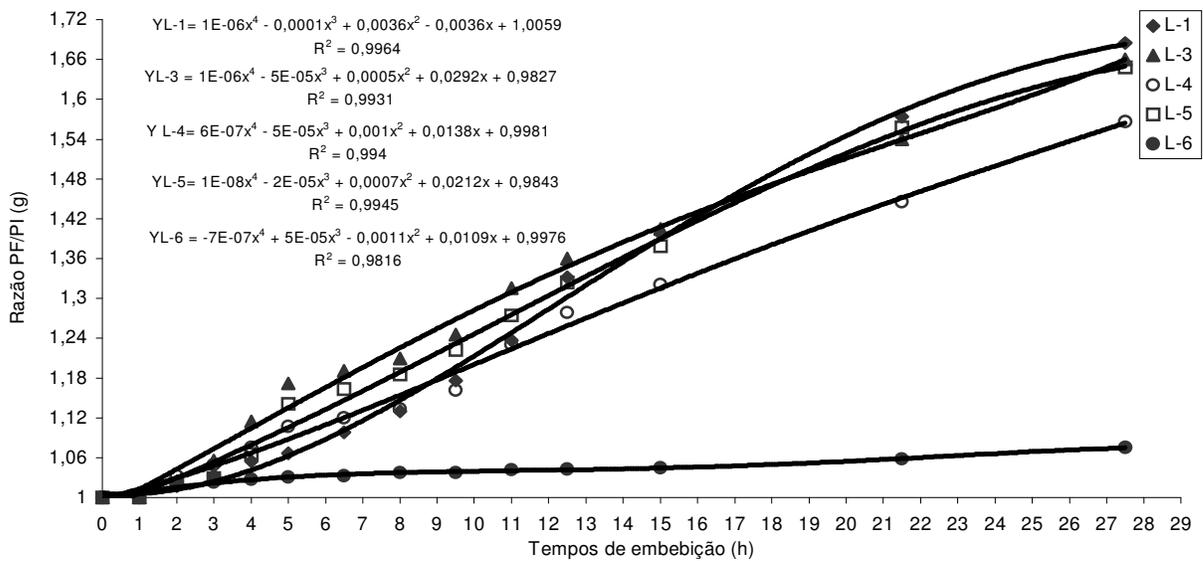


Figura 13– Curvas de embebição de cinco lotes de mucuna preta na classe sementes médias

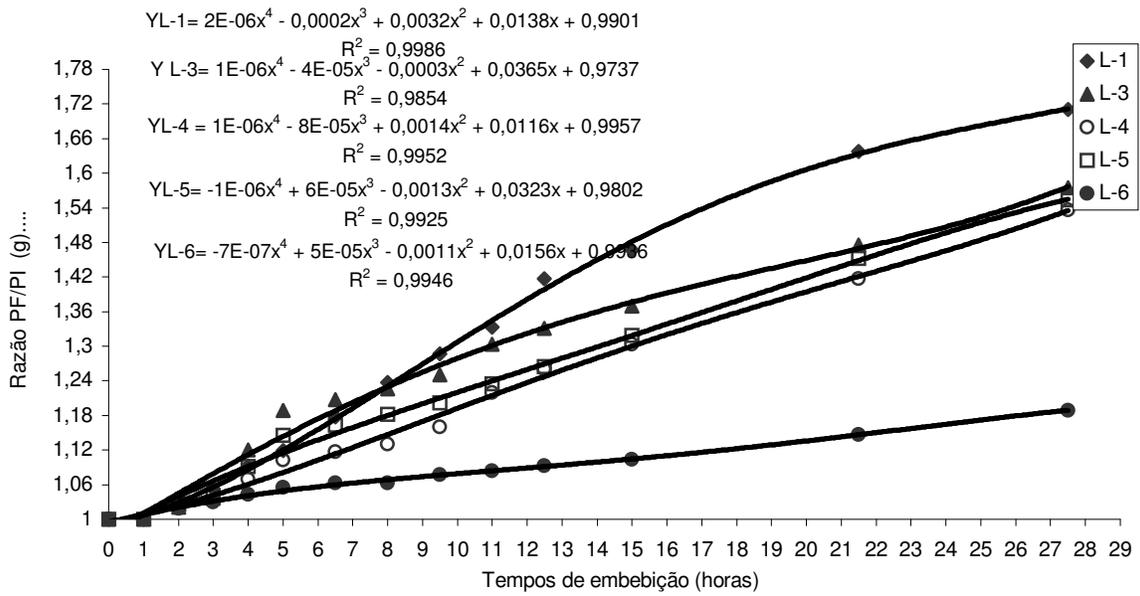


Figura 14 – Curvas de embebição de cinco lotes de mucuna preta da classe sementes grandes

## 5-CONCLUSÕES

Nas condições em que este trabalho foi conduzido, pode-se concluir que:

- entre os lotes de sementes mucuna preta com germinações semelhantes o de teor de água menor foi o mais vigoroso;
- o tratamento mais eficiente para superação de dormência em lotes de sementes mucuna preta foi escarificação ácida com ácido sulfúrico concentrado por sete minutos;
- sementes de mucuna preta da classe de tamanho “grande” produziram plântulas com mais fitomassa;
- em lotes de sementes de mucuna preta não dormentes as sementes pequenas foram as mais permeáveis.

## 6-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDUL-BAKI, A.A. & ANDERSON, J.D. Physiological and biochemical deterioration of seeds. In: KOZLOWISKI, T.T. ed. **Seed Biology**. New York, Academic Press, v.2. 283-315p., 1972.

ALCÂNTARA, P.B.; BUFARAH, G. **Plantas Forrageiras**: gramíneas e leguminosas. São Paulo: Prol Editora Gráfica Ltda., 1992. ed.4., 162p.

ALVES, M.C.S.; MEDEIROS-FILHO, S.; ANDRADE-NETO, M. & TEÓFILO, E.M. Superação da dormência em sementes de *Bauhinia monandra* Britt. e *Bauhinia unguolata* L.-Caesalpinoideae. **Revista Brasileira de sementes**. Brasília: ABRATES, v.22., n.2., 2000, p.139-1444.

ALVIM, A.L. **Relation of seed size on specific gravity germination and emergence in sorghum ( *Sorghum bicolor* L. Moench.)** S.1. Mississippi State University, 1975, 51p. Tese Mestrado.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **The seed vigor test committee**. Seed vigor testing handbook. Lincoln: AOSA, 1983. 88p. (contribution, 32)

ARAGÃO, C.A.; LIMA, M.W. de P.; MORAIS, O.M.; ONO, E.O.; BOARO, C.S.F.; RODRIGUES, J.D.; NAKAGAWA, L. & CAVARIANI, C. Fitorreguladores na germinação de sementes e no vigor de plântulas de milho super doce. **Revista Brasileira de sementes**. Brasília: ABRATES, v.23., n.1., 2001, p.62-67.

ARAÚJO, E.F.; ARAÚJO, C.F.; ARAÚJO, R.F.; GALVÃO, J.C. e SILVA, R.F. DA. Efeito da escarificação das sementes e dos frutos de *Stylosanthes guianensis*. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.18., n.1., 1996, p.73-76.

ARAÚJO, E.F.; ARAÚJO, R.F.; SILVA, R.F. da & GOMES, J.M. Avaliação de diferentes métodos de escarificação das sementes e dos frutos de *Stylosanthes viscosa* SW. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.22, n.1., 2000., p.18-22.

BERTALOT, M.J.A & NAKAGAWA, J. Superação da dormência em sementes de *Leucaena diversifolia* (Schlecht.) Benth. k-156. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.20., n.1., 1998, p.39-42.

BEWLEY, J.D. Membrane changes in seeds as related to germination and the perturbations resulting from deterioration in storage. In: McDONALD JR., M.B.; NELSON, C.J. (Ed.). **Physiology of seed deterioration**. Madison: Crop Science Society American, 1986. p.1-25.

BEWLEY, J.D.; BLACK, J.M. **Seeds: Physiology of Development and Germination**. 2.ed. New York: Plenum Press. 1994. 445p.

BIANCHETTI, A.; TEIXEIRA, C.A D. & MARTINS, E.P. Escarificação ácida para superar a dormência de sementes de pinho-cuiabano (*Parkia multijuga* Benth.). **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.20., n.1., 1998, p.215-218.

BLACK, J.N. Seed size in herbage legumes. **Herbage Abstracts**. Farnhm Royal, v.29, n.4., p.235-241. 1959.

BORGES, E.E.L., BORGES, R.C.G. & TELES, F.F.F. Avaliação da maturação e dormência de sementes de orelha-de-negro. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.2., n.2., 1980, p.29-32.

BRADFORD, K.J. Water relations in seed germination. In: KIGEL, Y.; GALILI, G. (Ed.) **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. cap.3, p.351-356.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365p.

BRYANT, J.A. **Fisiologia das Sementes**. São Paulo, E.P.U., 1989., 86p.

BRUNO, R.L.A.; ALVES, E.U.; OLIVEIRA, A.P. & PAULA, R.C. Tratamentos pré-germinativos para superar a dormência de sementes de *Mimosa caesalpinioefolia* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.23., n.2., 2001., p.136-143.

CALERO, E.; WEST, S.H.; HINSON, K. Water absorption of soybean seeds and associated causal factors. **Crop Science**, v.21, n.6, p.926-933, 1981.

CARMONA, R.; FERGUNSON, J.E. & MAIA, M.S. Germinação de sementes em *Stylosanthes macrocephala* M.B. Ferr et Souza Costa e *S.capitata* Vog. In Jannaea. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.8., n.3., 1986., p.19-27.

CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588P.

CASTRO, C.R.T. de, SILVA, R.F. & ALVARENGA, E.M. Interação entre idade, armazenamento e coloração com a dureza tegumentar de sementes de *Stylosanthes capitata* Vog. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.15., n.1., 1993, p.37-42.

CHING, T.M. Metabolism of germinating seeds. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed.) **Seed biology**. New York :Academic Press, 1972. cap.2, p.103-218

COHN, A. Operational and philosophical decisions in seed dormancy research. **Seed Science Research**, v.6, n.2, p.147-153, 1996.

COOLBEAR, P. Mechanisms of seed deterioration. In: Basra, A.S. **Seed quality: basis mechanisms and agricultural implications**. New York: Food Products Press, 1994., cap.8., p.223-277.

COPELAND, L.O; McDONALD, M.B. **Principles of seed science and technology**. 3. ed. New York: Chapman & Hall, 1995. 409p.

DANTAS, B.F.; ALVES, E., ARAGÃO, C.A.; TOFANELLI, M.B.D.; CORRÊA, M.R.; ESCHIAPATTI-FERREIRA, M.S. & PEREZ, S.C.J.G.A. Tratamentos para superar a dormência de sementes de *Senna macranthera* (collad.) Irwin et Barn.(FABACEAECAESALPINOIDEAE). **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.19., n.2., 1977., p.231-237.

DERURA, N.F. & BHATT, G.M. **Effective of mechanical mass selection in wheat**. Australian Journal of Agricultural Research ., v.23, 761-768p., 1972.

EIRA, M.T.S.; FREITAS, R.W.A. & MELLO, M.C. Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortosiliquum* (Vell.) Morong-Legumisae. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.15., n.2., 1993., p.177-181.

ESCHIAPATTI-FERREIRA, M.S. & PEREZ, S.C.J.G.A. Tratamentos para superar a dormência de sementes de *Senna macranthera* (collad.) Irwin et Barn. (FABACEAE-CAESALPINOIDEAE). **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.19., n.2., 1977., p.231-237.

EVANGELISTA, A.R.; ROCHA, G.P. **Forragicultura**. Lavras: UFLA, 246p.1998.

FAÇANHA, J.G.V. & VARELA, V.P. Influência do tamanho da semente e tipo de sombreamento na produção de mudas de Muirapiranga . **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, EMBRAPA, Brasília. V.22, n.11/12, 1185-1188p., 1987.

FELDMANN, R.O. **Influência do peso e do tamanho da semente sobre a germinação, o vigor e a produção de soja (*Glycine max* (L.) Merrill.)** Piracicaba ESALQ, 66P. 1976

FERREIRA, A.G. & BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado, Porto Alegre: Artmed, ed.1, 323p., 2004.

FRANÇA NETO, J.B.,; KRZYZANOWSKI, F.C.;COSTA, N.P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 1998, 72p. (EMBRAPA, CNPSo,Documentos, 116).

FRANKE, L.B. & BASEGGIO, J. Superação da dormência de sementes de *Desmodium incanum* DC. e *Lathyrus nervosus* Lam. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.20., n.2., 1998, p.420-424.

FRAZÃO, D.A.C.; FIGUEREDO, T.J.C.; CORRÊA, M.P.F.; OLIVEIRA, R.P. de & POPINIGIS, F. Tamanho da semente de guaraná e sua influência na emergência e no vigor. **Revista Brasileira de Sementes**, ABRATES, Brasília., v.5, n.1., 81-91p., 1983.

GALINDO, C.A.M. & LANDGRAF, P.R.C. Estudo da embebição de sementes de mucuna preta (*Stizolobium aterrimum*). V encontro de Iniciação Científica da UNITAU. **RESUMOS**. Taubaté, São Paulo. 232p. 2000.

GALINDO, C.A.M.; LANDGRAF, P.R.C. & PÓLO, M. Avaliação da eficiência de tratamentos para superação de dormência sobre a velocidade de absorção de água e seus efeitos na germinação de sementes de mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*). In: XI Reunião Latinoamericana de Fisiologia Vegetal/XXIV Reunião Argentina de Fisiologia Vegetal/ I Congresso Uruguaio de Fisiologia Vegetal. **ACTAS**. Punta del Lesta, Uruguay. 262p. 2002.

GARCIA, F.C.P.; MONTEIRO, R. Leguminosae-Papilionidae de uma floresta pluvial de planície costeira **NATURALIA**. São Paulo: em Picinguaba município de Ubatuba, SP, Brasil. UNESP, v.22., 1997. p.17-60.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: ESALQ, 1987. 467p.

GRUS, V.M.; DEMATHÊ, M.E.S.P.; GRAZIANO, T.T. Germinação de sementes de pau-ferro e cássia-javanesa submetidas a tratamentos para quebra de dormência. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.6, n.2, 1984. p.29-35.

HEGARTY, T. W. The physiology of seed hydration and dehydration, and the relation between water stress and the control of germination: a review. **Plant, Cell and Environment**, v.1,n.1, p.101-119, 1978

HYDE, E.D.C. The function of the some Leguminoseae, in relation to ripenings of the seed and the permeability of the test. **Annals of Botany**. London, v.18, n70,1954, p.241-250.

HOBBS,P.R.; OBENDORF, R.L. Iteration of initial seed moisture and imbibition temperature on germination and produtictivity of soybean, **Crop Science**, v.13, n.5, p.664-667, 1972

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION-ISTA. **Handbook of Vigour Test Methods**. Zurich, Switzerlan, ISTA, 1981. 72p.

KALINGARAYER, A.S. & DHARMALIN, C. **Influence of seede size on quality of sorghum.**\_ Madras Agrícola Journal. V.67, n.7, 453-461p., 1980.

LABOURIAU, L.G. **A Fisiologia de sementes:** germinação das sementes. Washington, DC. OEA-Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1983, 174p.

LARSON, L.A. The effect soaking pea seeds with or without seedcoats has on seedling growth. **Plant Physiology**. V.43, n.1, 255-259p., 1968.

LeDEUNF, Y., Hydration des semences de pois (Pisum sativum L.). **Seed Science and Technology**, v.17, n.3, p.471-483, 1989.

LEOPOLD, A.C. Temperature effects on soybean imbibition and leakage. **Plant Physiology**, v.65., p.1096-1098., 1980.

LEOPOLD, A.C. & KRIEDEMANN, P.E. **Plant growth and development**,. 2.ed., New York, McGraw-Hill Book, 1975.,545p.

LOPES, J.C.; CAPUCHO, M.T.; KROHLING, B. & ZANOTTI, P. Germinação de *Paspalum paniculatum* L. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras: v.24., n.2., p.358-366, abr./jun., 2000.sementes de especies florestais de *Caesalpinea ferrea* Mart. Ex. Tul. Var. *leiostachya* Benth., *Cassia grandis* L. e *Samanea saman* Merrill, após tratamentos para superar a dormência. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.20., n.1., 1998., p.80-86.

LULA, A. DE A.; ALVARENGA, A.A.. DE; ALMEIDA, L.P. DE; ALVES, J.D.; MAGALHÃES, M.M. Estudos de agentes químicos na quebra da dormência de sementes de

MAEDA, J.A.; LAGO, A.A. do. Germinação de sementes de mucuna-preta após tratamentos para superação de impermeabilidade do tegumento. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, n.1., ano.8. , 1986.

MARANVILLE, J.W.; GLEGG, M.D. Influence of seed size and density on germination, seedling emergence, and yield of grain sorghum. **Agronomic Journal**, 69 (2): 329-30, 1970.

MARCOS FILHO, J. Germinação de sementes. In: CÍCERO, S.M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R. (Org.) **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.11-39

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**, FEALQ, Piracicaba, ed.1., 495p., 2005.

MARTINS, C.C.; MENDONÇA, C.G.; MARTINS, D. & VELINI, E.D. Superação de dormência de sementes de carrapicho-beiço-de-boi. **Planta Daninha**. Brasília, v.15., n.22., 1997, p.104-113.

MAYER, A.M. & POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4 ed., New York, Pergamon Press. 1989. 270p.

**McCORMAC, A.C.; KEEFE, P.D.** The germination of seeds. **2. ed. Oxford: Pergamon Press, 1978. 192p.**

**McDONALD, M.B.; VERTUCCI, C.W.; ROOS, E.E.** Soybean seed imbibition: water absorption by seed parts. *Crop Science*. **V.28., p.993-997., 1988.**

MEDEIROS, R.B. DE & NABINGER, C. Superação de dormência em sementes de leguminosas forrageiras. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.18., n.2., 1996., p.193-199.

MINELLA, E. **Evaluation of ten generation of mechanical mass selection for seeds size in wheat composite cross I**. Davis, University of Califórnia, 1979. 53p. Tese de Mestrado.

MOHAMED-YASSEEN, Y.; BARRINGER, S.A.; SPLITTSTOESSER, W.E. & CONSTANZA, S. The role of seeds coat in seeds viability. **The Botanical Review**, Illinois, v.60., n.4., 1994., p.426-439.

MOTT, J.J. & McKEON, G.M. Effect of heat treatments in breaking hardseedness in four species of *Stylosanthes*. **Seed Science em Technology**, Zurich, v.7., n.1., p.15-25, 1979.

MOTTA, C.A.P.; SILVA, W.R. Efeitos de hidratação e desidratação no desempenho fisiológico de sementes de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.4, p.379-390, 1997.

MUNDIM, R.C. & SALOMÃO, A.N. Tratamentos pré-germinativos para superação da dormência de sementes de escova-de-macaco (*Apeiba tibourbau* Aubl.-*Tiliaceae*). In: Congresso Brasileiro de Sementes, 11, Foz do Iguaçu, 1999. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.9., n.1/2., p.81., 1999.

MURPHY, J.B.; NOLAND, T.L. Temperature effects on seeds imbibition and leakage mediated by viscosity and membranes. **Plant Physiology**, v.69, n.1/3, p.428-431, 1982.

MUSIL, A.F. **Identificação de Plantas Cultivadas e Silvestres**. Brasília: Ministério da Agricultura, 1997. p.299.

NAN, Z.B.; HANSON, J. & YESKI, W.M. Effects of sulfuric acid and hot water treatments and soilborne fungi on germination of *Stylosanthes hamata*, *S. guianensis* and *S. scabra*. **Seed Science and Technology**, Zurique, v.26., n.1., 1998., p.33-43.

NASS, H.G. Determination of caracteres for yield selection in spring wheat. Canadá **Journal Plant Science**, v.53, 755-762p., 1973.

NASSIF, S.M.L. & PEREZ, S.C.J. de A. Germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul.): influência dos tratamentos para superar a dormência e profundidade de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, V.19., N.2., 1977., P.172-179.

NIMER, R.; CARVALHO, N.M.; LOUREIRO, N. & PERECINI, D. Influência de alguns fatores da planta sobre o grau de dormência em sementes de mucuna-preta. **Revista Brasileira de Sementes**, ABRATES, Brasília, v.5,n.2, 111-119p., 1983.

OBROUCHEVA, N.V.; ANTIPOVA, O.V.; IVANOVA, I.M. Preparation and initiation of growth in axial organs in germinating quiescent seeds; 1. Accumulation of osmotically active in axial organs of broad bean seeds. **Russian Journal of Plant Physiology**, v.40, n.50, p.742-748, 1993.

POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília, AGIPLAN, 1977. 289p.

POPINIGIS, F. Tamanho da semente de guaraná e sua influência na emergência e no vigor. **Revista Brasileira de Sementes**, ABRATES, Brasília., v.5, n.1., 81-91p., 1983.

**POWEL, A A. & MATTHEUS, S. The influence of testa condition on the imbibition na vigor of peã seeds.** Journal Esperimental Botany, **v.30. , n.114, 193-197p., 1979.**

POWELL, A.A. & MATTHEUS, S. The significance of seedcoat damage in the production of high quality seeds. **Acta Horticulture**, v.111, 227-231p., 1981.

PREVIERO, C.A.; MARTINS, L.; FONSECA, R.H.A. & GROTH, D. Efeitos dos tratamentos para superação da dormência em sementes de capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.18., n.1., 1996, p.143-148.

PUPO, N.I.H. DE **Manual de Pastagens e Forrageiras**. Campinas: IAC, 1979. p.167-168.

QUEIROZ, T.F.N.; FREITAS, R.A.; DIAS, D.C.F.S. E ALVARENGA, E.M. Superação da dormência em sementes de pimenta-malagueta (*Capsicum frutescens* L.). **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.23., n.2., p.309-312., 2001.

RAGUS, I.N. Role of water absorbing capacity in soybean germination and seedling vigour. **Seed Science and Technology**. v.15., p.285-296., 1987.

REIS, R.B. & SALOMÃO, A.N. tratamentos para superar a dormência de sementes de saca-rolha (*Helicteres cf. sacarolha* St.Hill-*sterculiaceae*). In: Congresso Brasileiro de Sementes, 11, Foz do Iguaçu, 1999. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.9., n.1/2., p.71., 1999. (Resumos).

ROBINSON, R.R. Germination of hard seeds of ladino clover. **Agronomy Journal**. Madison, v.52., 1969, p.212-214.

ROCHA, V.S.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F. da; SEDIYAMA, C.S. & THIÉBAUT, J.T.L. **Embebição de água e qualidade fisiológica de sementes de soja**. Revista Brasileira de Sementes, ABRATES, Brasília, v.6, n.2, 51-66p., 1984.

RODRIGUES, F.C.M.P. **Manual de Análise de Sementes Florestais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 100p.

RODRÍGUEZ, E.H.A.; AGUIAR, J.B. & SADER, R. Quebra de dormência de sementes de três espécies do gênero *Cassia*. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.12., n.1/2., 1990, p.17-25.

ROLSTON, M.P. Water impermeable seed dormancy. **The Botanical Review**, New York, v.44., n.3., p.365-396, 1978.

ROSSETO, C.A.V.; FERNANDEZ, E.M. & MARCOS FILHO, J. Metodologia de ajuste do grau de umidade e comportamento das sementes de soja no teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, ABRATES, Brasília, v.17, n.2, 171-178p., 1995.

ROSSETO,C.A.V.; FERNANDEZ E.M.; MARCOS FILHO, J. Metodologia de ajuste do grau de umidade e comportamentos das sementes de soja no teste de germinação **Scientia Agrícola**, v.54, n.1/2, p.106-115, 1997

SAIO, J. Soybeans resistant to water absorption. **Creal Food World**. v.21., 1976.p.168-173.

SAMPAIO, L.S. de V.; PEIXOTO, C.P.; PEIXOTO, M. de F. da S.; COSTA, J.A.; GARRIDO, M. da S. & MENDES,L.N. Ácido sulfúrico na superação da dormência de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* H.B.K.-FABACEA). **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES. V.23, n.1, 2001., p.184-190.

SANTARÉM, E.R. & AQUILA, M.E. Influência de métodos de superação de dormência e do armazenamento na germinação de sementes de *Senna macranthera* (Collodon) Irwin & Barneby (Leguminosae). **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.17. n.2., 1995, p.205-209.

SHIEH, W.J.; McDONALD, M.D. The influence of seed size, shape and treatment on inbred corn quality. **Seed Science and Technology**, v.10, n.2, p.307, 1982

SOUZA, F.H.D. de **Características físicas e fisiológicas associadas a absorção de água por sementes de *Calopogonium mucunoides* Desv.** ESALQ/USP, Piracicaba, ESALQ/USP, 1992. 169p. (Tese Doutorado).

SOUZA, F.H.D. de; MARCOS FILHO, J. The seed coat as a modulator of seed-environment relationships in Fabaceae. **Revista Brasileira de Botânica**. V.24., n.4., p.365-375., 2001.

SOUZA, F.H. D.de; MARCOS FILHO, J. & NOGUEIRA, M.C.S. Características físicas das sementes de *Calopogonium mucunoides* Desv. associadas à qualidade fisiológica e ao padrão de absorção de água e tamanho. **Revista Brasileira de Sementes**. ABRATES, Brasília, v.18, n.1, p.33-40., 1996.

TOLEDO, F.F.; MARCOS FILHO, J. **Manual de sementes: Tecnologia e Produção**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1997. p.224.

VENDUSCOLO, M.C.; SCHEFFER-BASSOS, S. & CARNEIRO, C.M. Efeitos de diferentes métodos de escarificação sobre a germinação de sementes de *Desmodium incanum* Dc. In: Congresso Nacional de Botânica, 47, Rio de Janeiro, 1996. **Resumos**. Nova Friburgo: Sociedade de Botânica do Brasil, 1996. p.456.

VERTUCCI, C.W. The effects of low water contents on physiological activities of seeds. **Physiologia Plantarum**. V.77., p.172-176., 1989.

VERTUCCI, C.W.; LEOPOLD, C.A Dynamics of imbibition by soybean embryos. **Plant Physiology**, v.72, n.1, p.190-193, 1983.

VIEIRA, R.D. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de quatorze cultivares de soja\_ ( *Glycine Max* (L.) Merrill)**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1980. 76p. (Tese Mestrado).

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. DE **Testes de vigor em sementes.** Jaboticabal:FUNEP, 1994. 164p.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In:KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA,R.D.; FRANÇA NETO,J.B. (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: ABRATES, 1999. cap.4., p.1-26.

VIEIRA, R.D.; PENARIOL,A.L.; PERECIN,D.; PANOBIANCO,M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília, v.37.,n.9., p.1333-1338., 2002.

VILLIERS, T.A. **Dormancy and survival of plants.** Londres, Edward Arnold, 1972, 65p.

WAGGONER, R.E.; PARLANGE, J.Y. Water uptake and water diffusivity of seeds. **Plant Physiology**, v.57, n.1/3, p.153-156, 1976

WERKER, E.; MARBACH, I. & MAYER, A. M. Relation between the anatomy of the test, water permeability and the presence of phenolics in the genus *Pisum*. **Annals of Botany.** London, v.23., 1979., p.765-771.

WHITEMAN, P.C. **Tropical pasture science.** New York, Oxford University, 392.,1980.

WOOD,D.W.; LONDGEN, P.C. & SCOTT, R.K. Seed size variation its extent, source and significance in field crops. **Seed Science and Technology**, Zurich., v.5., n.2., p.337-352. 1977.

WOODSTOCK, L.W. Seed imbibition: a critical period for succesful germination. **Journal of seed Technology**, v.12.,n.1, 1988.

YAKLICH, R.W.; VIGIL, E.L.; WERGIN, W. Pore development and seed coat permeability in soybean. **Crop Science**. v.26., p.616-624., 1986.