

ANA LUCY CAPRONI

EFEITOS DE TAMANHO, POTENCIAIS HIDRICOS E SUBSTRATOS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E PRODUÇÃO DE MUDAS DE **Eucalyptus grandis** Hill ex Maiden e **Eucalyptus citriodora** Hook


Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de "MESTRE".

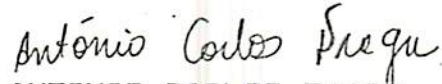
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS
1992

EFEITOS DE TAMANHO, POTENCIAIS HIDRICOS E SUBSTRATOS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus citriodora* Hook

APROVADA: 23/10/1992


Prof. ANTONIO CLAUDIO DAVIDE
Orientador


Prof. MOZART FERREIRA MARTINS


Prof. ANTONIO CARLOS FRAGA

AGRADECIMENTOS

A Deus, que se faz presença constante em tudo e em todos.

A Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida durante o Curso de Pós Graduação.

A CHAMFLORA AGRICOLA LTDA, pelo apoio oferecido em todo o período de desenvolvimento destes experimentos.

A CAF, pela doação das sementes de *E. citriodora*.

Ao Professor Dr. Antonio Claudio Davide, Professor do Departamento de Ciências Florestais da ESAL, pela orientação, e sugestões para elaboração deste trabalho.

Ao Professor Dr. Mozart Martins Ferreira, Professor do Departamento de Ciência do Solo da ESAL, pela atenção e colaboração no transcorrer deste trabalho, sem o qual não poderia ter desenvolvido melhor os experimentos de viveiro.

Ao Professor e amigo Dr. José da Cruz Machado, Professor do Departamento de Fitossanidade da Esal, pela valiosa contribuição no que envolveu sua experiência em Patologia de Sementes.

Aos professores Antonio Carlos Fraga e Maria das Graças Vieira, do Departamento de Agricultura, pelo apoio e incentivo no transcorrer do curso.

Ao Professor Dr. Luiz Henrique de Aquino, Professor do Departamento de Ciências Exatas, pela orientação nas análises estatísticas.

A Eloisa (Departamento de Fitossanidade), Rosângela, Fátima e Francisca (Departamento de Ciências Florestais), pela ajuda, amizade e dedicação.

Ao Professor Dr. Luiz Edson Mota, Professor do Departamento de Biologia da ESAL, pelo incentivo e motivação para os primeiros passos laboratoriais desta pesquisa.

Aos Professores, Nelson Venturini, Antonio Soares, Marcos Laureano Teixeira, Homero da Fonseca Filho, do Departamento de Ciências Florestais da ESAL, pelo convívio e amizade no transcorrer do curso. E, Sebastião Carlos da Silva Rosado pela orientação e apoio no início do curso.

Aos funcionários da Biblioteca e demais funcionários da ESAL, que se fizeram presença constante no dia-a-dia do curso de mestrado.

Ao Engenheiro Florestal, José Demetrius Vieira, CHAMFLORA AGRICOLA LTDA, pela disponibilidade e interesse demonstrado em todos os momentos, conquistando assim minha admiração e um espaço especial a partir da prática do projeto desta pesquisa.

Ao Engenheiro Florestal, Ricardo Cardoso, CHAMFLORA AGRICOLA LTDA, pelos acompanhamentos e atenção indispensáveis.

Ao pessoal do Laboratório e Técnicos do Viveiro, Flávio, Silene, Isabel, José Carlos, Lúcia, Antonia, Helena, Narcizio, Jaime, Nilson, Hildo, Dazio, Nilceia e Diva. Especialmente ao Biólogo Doracy Millani, que não mediu esforços para um bom desenvolvimento dos experimentos; e demais funcionários da CHAMFLORA AGRICOLA LTDA, que colaboraram direta ou indiretamente para a execução deste trabalho.

A minha família e às amigas: Ana Maria, Angelena, Yara, Roberta e Vânia, pelo companheirismo e ajuda nas horas difíceis.

E aos digitadores Audenia e Sidney.

SUMARIO

	Página
LISTA DE QUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS.	x
RESUMO.	
ABSTRACT.	xii
1. INTRODUÇÃO.	1
2. REVISAO DE LITERATURA.	4
2.1. Influência do tamanho da semente na germinação.	4
2.2. Germinação, absorção e disponibilidade de água.	6
2.3. Efeitos da salinidade na germinação de sementes e desenvolvimento inicial das plântulas.	17
2.4. Substratos utilizados na produção de mudas de eucalipto	20
2.5. Ocorrência de patógenos.	23
3. MATERIAIS E METODOS	27
3.1. Localização dos experimentos e espécies utili- zadas.	27
3.2. Determinações preliminares	28
3.2.1. Análise de pureza física	28
3.2.2. Análise de umidade.	28
3.2.3. Capacidade e velocidade de germinação.	29

3.2.4. Avaliação dos fungos nas sementes e substratos.	30
3.3. Caracterização dos experimentos:	31
3.3.1. Experimento 1 - Influência dos potenciais osmóticos na germinação das sementes.	31
3.3.2. Experimento 2 - Influência dos potenciais matriciais na emergência das plântulas.	33
3.3.2.1. Granulometria dos Substratos	34
3.3.2.2. Elaboração da curva característica de umidade.	35
3.3.2.3. Determinação da quantidade de água por caixa	35
3.3.2.4. Mistura da água com o substrato	37
3.3.2.5. Condução do experimento.	38
3.4. Experimento 3 - Influência dos substratos na emergência das plântulas nos tubetes.	39
4. RESULTADOS E DISCUSSAO.	42
4.1. Experimento 1 - Influência do tamanho e dos potenciais osmóticos sobre a germinação e vigor das sementes de <i>E. grandis</i> e <i>E. citriodora</i> aos 14 dias.	42
4.1.1. Efeitos dos tamanhos das sementes sobre a porcentagem germinação.	42
4.1.2. Efeitos dos tamanhos das sementes sobre o vigor em diferentes potenciais osmóticos.	44
4.1.2.1. Índice de velocidade de germinação	44
4.1.3. Efeitos dos potenciais osmóticos na germinação das sementes.	45
4.1.4. Efeitos dos potenciais osmóticos sobre o vigor das sementes.	47

4.1.4.1.	Índice de Velocidade de Germinação.	47
4.2.	Experimento 2 - Influência dos potenciais matriciais e granulometria dos substratos sobre a emergência das plântulas e vigor das sementes de <i>E. grandis</i> e <i>E. citriodora</i> em dois tamanhos, aos 25 dias em casa de germinação.	49
4.2.1.	Efeitos dos tamanhos das sementes sobre a emergência das plântulas	49
4.2.2.	Efeitos dos tamanhos das sementes sobre o vigor nos potenciais matriciais.	51
4.2.2.1.	Índice de velocidade de emergência.	51
4.2.2.2.	Número de pares de folhas das plântulas	52
4.2.3.	Efeitos da granulometria dos substratos sobre a porcentagem de emergência das plântulas.	54
4.2.4.	Efeitos da granulometria dos substratos sobre o vigor das sementes.	56
4.2.4.1.	Índice de Velocidade de Emergência das plântulas.	56
4.2.4.2.	Número de pares de folhas das plântulas.	59
4.2.5.	Efeitos dos potenciais matriciais sobre o vigor das sementes.	59
4.2.5.1.	Número de pares de folhas das plântulas.	60
4.3.	Experimento 3 - Influência da granulometria dos substratos e composto orgânico sobre a emergência das plântulas e vigor das sementes semeadas nos tubetes.	61
4.3.1.	Porcentagem de emergência das plântulas aos 25 dias.	61
4.3.2.	Efeitos da granulometria dos substratos sobre a emergência e vigor das sementes aos 25 dias.	63

4.3.2.1. Velocidade de Emergência das plântulas.	63
4.3.2.2. Número de pares de folhas das plântulas.	64
4.3.3. Altura da parte aérea das mudas aos 90 dias.	65
4.3.4. Número de pares de folhas das mudas aos 90 dias.	66
4.3.5. Diâmetro do colo das mudas aos 90 dias.	67
5. CONCLUSÕES	69
6. BIBLIOGRAFIA.	70
7. ANEXO	75

LISTA DE QUADROS

QUADRO	Pagina
1. Determinação da quantidade de água necessária para obter a tensão de unidade para os substratos de granulometria média (G1) e granulometria fina (G2). . . . .	.36
2. Efeitos dos tamanhos das sementes, sobre a germinação de <i>E. grandis</i> e <i>E. citriodora</i> , submetidas a diferentes potenciais osmóticos. . . . .	.43
3. Efeitos dos tamanhos de sementes sobre a velocidade de germinação de <i>E. grandis</i> e <i>E. citriodora</i> , submetidas a diferentes potenciais osmóticos. . . . .	.45
4. Efeitos dos potenciais osmóticos, sobre a germinação de <i>E. grandis</i> e <i>E. citriodora</i> , submetidas a diferentes potenciais osmóticos . . . . .	.47
5. Efeitos dos potenciais osmóticos, sobre a velocidade de germinação das sementes de <i>E. grandis</i> e <i>E. citriodora</i> , submetidas a diferentes potenciais osmóticos. . . . .	.48
6. Efeitos dos tamanhos das sementes X potenciais matriciais sobre a % de emergência das plântulas de <i>E. grandis</i> e <i>E. citriodora</i>. . . . .	.51
7. Efeitos dos tamanhos das sementes sobre a velocidade de emergência das plântulas de <i>E. grandis</i> e <i>E. citriodora</i> . . . . .	.52
8. Efeitos dos tamanhos das sementes sobre o número de pares de folhas das plântulas de <i>E. grandis</i> e <i>E. citriodora</i>. . . . .	.53

9.	Efeitos da granulometria dos substratos X Potenciais matriciais sobre a % de emergência das plântulas de <i>E. grandis</i> . . . . .	.55
10.	Efeitos da granulometria dos substratos X potenciais matriciais sobre a % de emergência das plântulas de <i>E. citriodora</i>	56
11.	Efeitos da granulometria dos substratos X potenciais matriciais sobre a velocidade de emergência das plântulas de <i>E. grandis</i>	58
12.	Efeitos da granulometria dos substratos X potenciais matriciais sobre a velocidade de emergência das plântulas de <i>E. citriodora</i>	59
13.	Efeitos dos substratos sobre o número de pares de folhas das plântulas de <i>E. grandis</i> . . . . .	.60
14.	Efeitos dos potenciais matriciais, sobre o número de pares de folhas das plântulas de <i>E. grandis</i> e <i>E. citriodora</i>. . . . .	.61
15.	Efeitos da granulometria dos substratos e composto orgânico sobre a porcentagem de emergência das plântulas de <i>E. grandis</i> e <i>E. citriodora</i>. . . . .	.63
16.	Efeitos da granulometria dos substratos e composto orgânico sobre a Velocidade de emergência das plântulas de <i>E. grandis</i> e <i>E. citriodora</i>	64
17.	Efeitos da granulometria dos substratos sobre o número de pares de folhas de plântulas de <i>E. grandis</i> e <i>E. citriodora</i>	65
18.	Efeitos da granulometria dos substratos e composto orgânico sobre a altura da parte aérea das mudas de <i>E. grandis</i> e <i>E. citriodora</i>	66
19.	Efeitos dos substratos sobre o número de pares de folhas das mudas de <i>E. grandis</i> e <i>E. citriodora</i>	67
20.	Efeitos dos substratos sobre o diâmetro do colo das mudas de <i>E. grandis</i> e <i>E. citriodora</i>. . . . .	.67

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Curva de Retenção de Umidade dos Substratos. . . . .	.36

RESUMO

Sementes de *E. grandis* e de *E. citriodora* foram divididas em duas classes de tamanhos. Avaliou-se os efeitos do tamanho das sementes sobre a germinação e vigor em potenciais osmóticos de 0,00; -0,25; -0,50 e -0,75 MPa, aos 14 dias, em condições de laboratório. Analisou-se também os efeitos dos tamanhos das sementes e dois tipos de substratos, sobre a germinação e vigor em potenciais matriciais de -0,033; -0,250; -0,500 MPa e testemunha, em condições de viveiro. Foram testados diferentes substratos de viveiro para germinação, vigor das sementes e desenvolvimento das mudas até 90 dias. Os resultados mostraram que: A utilização de sementes de *E. grandis*, maiores que 0,71 mm e de *E. citriodora*, maiores que 2,38 mm, traz maior rendimento na produção de mudas e melhor aproveitamento das sementes; os substratos constituídos de granulometria fina e com Potenciais Matriciais de -0,033; -0,25 e -0,50 MPa proporcionam maior porcentagem e velocidade de emergência; e substratos adubados reduziram a porcentagem e velocidade de germinação das sementes.

ABSTRACT

Seeds of *E. grandis* and *E. citriodora* were divided into two size classes. Calculating the results of seeds size on germination and strenght on potential osmotic of 0,00; -0,25; -0,50 and -0,75 MPa, with 14 days for laboratory conditions. It was also analised the results of seeds size and two patterns of substratum on the germination and strenght in potential matricial of -0,033; -0,25; -0,50 and witness on nursery conditions. It has been checked different substratum of germination nursery; seeds strenght and development of seedlings until 90 days. The results have showed the following that: the seeds utilization of *E. grandis*, larger than 0,71 mm and of *E. citriodora*, larger than 2,38 mm brings larger seedling produce and better development of seeds; substratum constituted of fine formulation and with potential matricial of -0,033; -0,25 and -0,50 MPa supply larger percentage and emergency speed; and manured substratum reduced the percentage and nursery speed of seeds.

1. INTRODUÇÃO

Os viveiros florestais evoluíram significativamente nos últimos anos, no sentido de diminuir o custo de produção e melhorar a qualidade fisiológica das mudas de Eucalipto. Dentro deste contexto, a maioria das empresas brasileiras, promoveram significativas alterações no sistema de produção de mudas em seus viveiros, dentre as quais deixou de utilizar os sacos plásticos passando aos tubetes de polietileno.

O sistema de produção de mudas em sacos plásticos trazem vários problemas técnicos e operacionais, principalmente quanto à sua eficiência e manuseio. Enquanto que o sistema de tubetes apresenta uma melhoria na qualidade das mudas e no aproveitamento das sementes. Houve um desenvolvimento na pesquisa quanto ao sistema de irrigação e tipo de substrato para produção de mudas. Mas, a porcentagem de emergência das plântulas no viveiro tem apresentado ainda índices inferiores a 50%, em algumas empresas.

Devido ao alto valor genético das sementes, associado ao custo operacional, torna-se importante elevar a porcentagem de emergência nos viveiros, excluindo os fatores que contribuem para um gasto excessivo de sementes nos programas de produção de mudas com conseqüente diminuição do custo de produção.

Um dos fatores que contribui para essa pequena porcentagem de emergência, pode ser a ocorrência de "damping off", que pode afetar diretamente a emergência das plântulas de eucalipto e desenvolvimento inicial das mudas. Vários pesquisadores relacionam a baixa porcentagem de emergência com a manifestação desta doença, denominada de tombamento ou "damping-off" em pré-emergência, a qual é confundida com a má germinação das sementes.

ps. a natureza de estudo
Um outro fator é a disponibilidade de água de irrigação na fase de germinação que afeta a emergência total e a velocidade de emergência das sementes. Algumas sementes não conseguem germinar, quando o suprimento de água é reduzido nas primeiras fases de germinação, ou produzem plântulas pouco vigorosas que não conseguem sobreviver as adversidades das condições ambientais.) A textura do substrato pode também afetar a emergência das plântulas de eucalipto, proporcionando maior ou menor superfície de contato com as sementes. Quanto maior for a área de contato entre o substrato e a semente, mais rápida será a absorção de água tornando a germinação mais eficiente.

Baseado na afirmação que a disponibilidade hídrica, a

superfície de contato das sementes com o solo e a presença de patógenos, podem causar redução da germinação e emergência de plântulas. Este trabalho teve como objetivo verificar o comportamento germinativo de sementes e produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e de *Eucalyptus citriodora* Hook separados em duas classes de tamanhos nas seguintes condições:

- (a) diferentes potenciais hídricos: matricial e osmótico;
- (b) duas texturas de substratos de viveiro; e
- (c) diferentes tipos de substratos de viveiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Influência do Tamanho da Semente na Germinação

O desenvolvimento de sementeiras mais eficientes, torna-se cada vez mais generalizado. A eficiência dos semeadores está limitado ao padrão e beneficiamento de sementes. O semeio torna-se mais adequado quando as sementes são beneficiadas e divididas em classes de tamanho. Existe uma correlação direta entre tamanho de sementes e a velocidade de germinação, porém o mesmo não pode ser afirmado em relação à porcentagem de germinação, sendo que há certas divergências por alguns autores (PEREIRA & GOMES, 1982).

Segundo FONSECA et alii (1979), as sementes de *E. grandis* mais pesadas apresentaram médias superiores para porcentagem de germinação e energia germinativa. Os mesmos autores afirmam que a influência do tamanho e do peso de sementes desta espécie, está relacionada com mudanças que ocorrem durante a maturação e com a quantidade de nutrientes de reserva na semente.

A capacidade de germinação das sementes de *E. grandis* e *E. urophylla* não foi afetada pelo tamanho das sementes. Sementes médias (retidas na peneira com malha de 0,59 a 0,71 mm) e grandes (retidas na peneira com malha de 0,71 mm) germinaram mais rapidamente (CARVALHO et alii, 1980).

CANDIDO (1970) concluiu que sementes pequenas (menor que 2 mm) de *E. citriodora* apresentaram menor porcentagem de germinação e menor energia germinativa que as sementes médias (entre 2 e 3 mm) ou grandes (maior que 3 mm).

Os resultados obtidos por AGUIAR & NAKANE (1983) em condições de laboratório, para sementes de *E. citriodora* mostraram que: sementes pequenas (menores que 1,41 mm) apresentaram menor capacidade de germinação do que sementes grandes (maiores que 2,00 mm):

A porcentagem e a velocidade de emergência das plântulas de *E. saligna* aumentaram com o tamanho das sementes, VALERI et alii (1984). A porcentagem de germinação de sementes de *E. grandis* é maior nas classes de menor tamanho (sementes com tamanhos entre 0,59 e 0,71 mm) (DONI FILHO, 1974).

PERREIRA & GARRIDO (1975) concluíram que sementes de *E. grandis* de maior tamanho apresentaram índices mais elevados de velocidade germinativa e desenvolvimento inicial mais rápido.

2.2. Germinação, absorção e disponibilidade de água

A germinação é o reinício do crescimento do embrião paralisado nas fases finais da maturação. Os processos fisiológicos do crescimento exigem atividades metabólicas aceleradas e a fase inicial de germinação consiste primariamente na ativação daqueles processos pelo aumento do teor de umidade e da atividade respiratória da semente. O embrião envolvido por uma cobertura protetora constituída por várias camadas de tecidos vivos e mortos, possui reservas alimentares suficientes para atender esse eventual aumento das atividades metabólicas (POPINIGIS, 1985).

As atividades metabólicas da semente culminam com a efetiva retomada do crescimento pelo eixo embrionário, que acelera à medida que a semente posta no substrato apropriado, absorve água (CARVALHO & NAKAGAWA, 1988).

A entrada de água na semente é um processo de difusão, e não tem nenhuma relação com a viabilidade. É um processo físico relacionado aos colóides. As moléculas do solvente penetram no interior da semente provocando um inchamento e aumento no peso da mesma, entre 40 e 150% do peso seco. A entrada de água no interior das sementes, reidrata as reservas alimentícias e o sistema enzimático responsável pela hidrólise das substâncias de reserva (COLL et alii, 1985).

A água tem funções de amolecer os tegumentos; aumentar o volume do embrião e dos tecidos de reserva, resultando na

ruptura dos tegumentos; favorecer a penetração de oxigênio, provocando suprimento adequado para as células vivas; diluir o protoplasma, permitindo que as células do embrião e de outras partes vivas da semente sejam ativadas (TOLEDO & MARCOS FILHO, 1977).

A água é provavelmente primeiro absorvida pelas organelas das células metabolicamente ativas, o citossol e as membranas das organelas de armazenamento. A quantidade de água embebida pela semente nos primeiros minutos ou horas, embora pequena poderia prover um grau de hidratação adequado ao início das atividades metabólicas, desde que concentrado em regiões específicas das células, ou seja, naquelas estruturas de função metabólica (KOSLOWSKI, 1971; Ching, 1972, citado por POPINIGIS, 1985 e CARVALHO & NAKAGAWA, 1988).

As áreas perto da parede celular, no núcleo da célula e no espaço entre as organelas que armazenam substrato são as primeiras a serem hidratadas. A embebição provoca um série de mudanças fisiológicas, entre elas a ativação das lipases que vão hidrolisar os óleos (triglicerídeos) para que estes sejam transformados em açúcares e em parte consumidos. Com a embebição produz-se o ácido giberélico, que promoverá a produção de outras enzimas hidrolíticas tais como: alfa-amilase, beta-glicanase, proteases e ribonucleases. Portanto, o amido, outros polissacarídeos, proteínas e ácidos ribonucleicos são hidrolizados produzindo açúcares, aminoácidos e nucleotídeos, respectivamente, que serão em parte consumidos na respiração e em

parte na formação da parede celular (FERRI, 1985).

Conforme Bewley & Black (1978) citado por CARVALHO & NAKAGAWA (1988), a absorção de água se dá em 3 fases:

A fase I é bastante rápida a absorção de água nesta fase ocorre como consequência do potencial matricial dos vários tecidos da semente e, por isso, independe da semente ser dormente ou não e de estar viva ou não. Na fase seguinte, a designada pelo número II, a semente praticamente não absorve água; as sementes mortas e dormentes não vão além deste ponto. A fase seguinte (III) é de absorção ativa de água; só a atingem as sementes não dormentes e viáveis. Nesse estágio o eixo embrionário já iniciou seu crescimento, de maneira que as novas células em formação e crescimento exigem água, e é por isso que o conjunto semente-plântula volta a absorver grande volume de água.

○ A absorção de água pode ser rápida ou lenta, depende de certas propriedades inerentes à semente, tais como: níveis de substratos hidratáveis, permeabilidade da casca da semente, tamanho da semente, absorção de oxigênio e das condições predominantes durante a hidratação: disponibilidade de água, composição do substrato e outros (POPINIGIS, 1985; CARVALHO & NAKAGAWA, 1988; MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1975 e BEWLEY & BLACK, 1978).

○ A abundante disponibilidade de água propicia à semente, maior velocidade de embebição. Neste caso, se as condições forem aeróbicas, a emergência da radícula ocorre não só precocemente

como também a um teor de umidade maior do que quando a disponibilidade de água é restrita. Se as condições forem anaeróbicas, o excesso de água é prejudicial à semente (POPINIGIS, 1985).

☞ A diminuição na disponibilidade de água para o processo de embebição, repercute num retardamento e/ou inibição total no processo de germinação. Baixos níveis de água reduzem o comprimento do hipocótilo e da radícula e o acúmulo de matéria seca pelas plantas. Estes fatos são explicados pela diminuição no metabolismo das sementes em função da menor disponibilidade de água para digestão das reservas e translocação dos produtos metabolizados. No entanto, aparentemente, sementes vigorosas ou com grande força na absorção de água, sobrevivem a esta condição hídrica adversa (SA, 1987 e KOSLOWSKI, 1971). Alguns autores vêem uma relação entre a resistência da semente e a falta de água nas primeiras fases do desenvolvimento da planta como uma posterior resistência à seca segundo, Koslowski (1981) citado por FAÇANHA & OLIVA (1983).

✱ Segundo PEREZ & MORAES (1991), altos níveis de estresse hídrico, atuam diminuindo drasticamente ou inibindo a germinação. Para cada espécie existe um valor de potencial hídrico limitante para que a germinação ocorra.

A germinação de algumas sementes pode ser diminuída ou totalmente inibida, dependendo do potencial hídrico em que a germinação foi conduzida. Para *Cratylia floribunda*, o potencial hídrico, obtido a partir de uma solução de manitol com $-0,2$ MPa,

não inibiu a germinação. Os potenciais de -0,7 e -1,2 MPa retardaram e reduziram a germinação e a -1,7 MPa esta foi totalmente inibida (BARRUETO CID, 1978). *Phalaris tuberosa* L., em potencial hídrico induzido com PEG 20000; a -0,5 MPa a germinação não foi inibida; a -0,70 MPa houve inibição de aproximadamente 30% e a -1,25 MPa a inibição foi quase total (MCWILLIAM & PHILLIPS, 1971). UHVITS (1946) observou, em estudos com sementes de alfafa com uso de manitol para indução do potencial hídrico, que a -0,1 MPa a redução na germinação foi insignificante e a -1,5 MPa houve 36% de redução na germinação. Sementes de algarobeira (*Prosopis judiflora*) apresentaram um decréscimo tanto na porcentagem como na velocidade de germinação a medida que o potencial hídrico externo diminuiu, induzido com solução de manitol. Verificando-se uma redução significativa na porcentagem de germinação a -0,32 MPa e na velocidade de germinação a -0,64 MPa, sendo que a -1,9 MPa algumas sementes ainda germinaram (PEREZ & MORAES, 1991). Em sementes de *Pinus hallapensis* em potenciais osmóticos (induzidos com manitol) de -1,46 e -1,95 MPa a germinação final ficou em torno de 50 e 10% respectivamente. *Pinus brutia* teve um comportamento semelhante (THANOS & SKORDILIS, 1987).

FAÇANHA & OLIVA (1983) trabalhando com 10 espécies de *Eucalyptus*, verificaram que em potencial osmótico, induzido com solução de manitol, de -1,00 MPa a maioria das espécies tiveram sua germinação reduzida em mais de 50% chegando mesmo a haver uma inibição total da germinação, como foi o caso de *E. cloeziana*. Em *E. camaldulensis* o potencial osmótico de -1,00 MPa reduziu a

germinação em 37%. *E. paniculata*, *E. terenticornis* e *E. urophylla* tiveram redução em torno de 67% em -1,00 MPa e *E. saligna*, *E. citriodora*, *E. maculata*, *E. grandis* e *E. microcorys* apresentaram redução de 88% na germinação. FAÇANHA et alii (1983), trabalhando com sementes de *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana*, mostraram que a porcentagem e a taxa de germinação foram sensivelmente afetadas por potenciais osmóticos decrescentes, em solução de PEG 4000. As duas espécies de maiores taxas de germinação foram as mais afetadas, em termos relativos, pela tensão osmótica. *E. cloeziana*, com baixo poder germinativo foi a menos inibida. A ordem decrescente da porcentagem de germinação das espécies em potencial osmótico de -1,00 MPa foi *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana*.

A velocidade e a porcentagem de germinação de sementes de *E. camaldulensis* e *E. regnans* foram reduzidas pela diminuição do potencial osmótico induzido com solução de manitol. Com -0,2 MPa a germinação das sementes de *E. camaldulensis* foi reduzida aproximadamente em 20%; a -0,6 MPa houve redução de 55% e a um potencial menor que -0,8 MPa uma pequena proporção de sementes germinaram. Já as sementes de *E. regnans* a um potencial de -0,6 MPa a porcentagem de germinação foi maior que nos potenciais de 0,0 e -0,2 MPa chegando a 80% e abaixo de -0,80 MPa algumas sementes germinaram. Estes dados indicam que *E. regnans* é capaz de germinar a um potencial osmótico mais baixo que *E. camaldulensis* (EDGAR, 1977).

De acordo com ZOHAR et alii (1975), a germinação de

sementes de *E. occidentalis* é melhorada pela luz e pela temperatura entre 13 e 15°C. Sob condições de luz sem estresse osmótico a 15°C a germinação foi de 80% e a 30°C foi de 90%. Com potencial osmótico de -0,91 MPa a 15°C a germinação foi de 13% e a 30°C é de 73%. No escuro contínuo a germinação não foi afetada pela temperatura. Com aumento no estresse osmótico a luz torna um fator de relativa importância no incremento da germinação.

Alguns autores utilizam estresse osmótico para prever o comportamento de sementes em condições de estresse matricial (em condições de campo), porém McWILLIAM & PHILLIPS (1971), salientam que isto deve ser realizado com muito cuidado. Já DASBERG & MENDEL (1971) afirmam que, geralmente, boa concordância é obtida entre os efeitos do potencial osmótico e matricial.

A disponibilidade e o movimento da água do solo para as sementes e raízes são altamente influenciadas pelo potencial da água do solo, textura do solo e superfície de contato semente-solo (SA, 1987).

O potencial matricial da água varia com a textura do solo. Quanto mais fina, maior porcentagem de água o solo reterá, devido ao seu maior conteúdo de colóides, maior espaço poroso e maior superfície de adsorção (POPINIGIS, 1985).

☉ Sob condições de campo, o potencial matricial, e mesmo as propriedades hidráulicas variam com o tempo (HADAS, 1969). Depois que o solo atinge a sua "Capacidade de Campo", com o passar do tempo, o potencial de água diminui progressivamente, a

uma velocidade variável com os fatores ambientais, tais como textura e temperatura do solo, umidade relativa e movimento do ar (POPINIGIS, 1985).

○ O potencial matricial é um fator importante e exerce um efeito no controle da área de contato da semente e o meio; e segundo DASBERG & MENDEL (1971) a germinação das sementes depende da área de contato da semente e o meio. Em uma variação favorável do potencial matricial, o contato da água semente-solo (como determinado pelo percentual da área umedecida da semente) e a condutividade hidráulica são os principais fatores que afetam a absorção de água pelas sementes.

A zona de contato não pode ser caracterizada somente pela área da semente umedecida ou condutividade capilar da massa do solo. A baixa condutividade, ou pequena área de contato causa um atraso na germinação tão longo quanto o valor crítico para cada espécie de semente.

○ Quanto maior a área de contato entre o solo e a casca da semente mais rápida é a absorção de água (CARVALHO & NAKAGAWA, 1988).

○ Segundo Collis-George (1959) citado por HARPER & BENTON (1966), para uma dada tensão de umidade a velocidade de absorção e a velocidade de germinação foram aumentadas pelo melhoramento do grau de contato entre a água e a semente de *Medicago tribuloides*.

COLLIS-GEORGE & HECTOR (1966), trabalharam com sementes

de *Medicago tribuloides* e *Lactuca sativa*, para determinar o efeito da tensão de umidade no solo e a área de contato entre a semente e a umidade do solo, concluíram que:

- O potencial matricial em área umedecida constante afeta a germinação.

- Existe interação detectável entre a área umedecida e a tensão de umidade do solo, tanto que a área de contato umedecida torna-se de menor consequência quando a tensão de água no solo decresce.

Segundo os mesmos autores, os resultados, em estudos de laboratório, mostraram que ambos os fatores são importantes na germinação, mas que a área de contato é menos importante que o decréscimo do potencial matricial.

Sedgley (1963) citado por COLLIS-GEORGE & HECTOR (1966), trabalhando com espécies de *Medicago tribuloides* comparando sistemas de contato com a água, concluiu que em sistemas de diferentes potenciais matriciais, o potencial não foi controlador direto do comportamento da germinação, mas foram certamente as diferenças na área de contato com a água.

HADAS & RUSSO (1974) trabalhando com sementes de grão de bico (*Cicer arietinum*. L., local var.), ervilha (*Pisum sativum* L. var., Lincoln) e ervilhaca (*Vicia sativa* L., var. Assor.) estudando o efeito separado de cada fator, potencial hídrico, condutividade capilar e contato da água solo-semente, no processo de germinação, concluíram que para o potencial hídrico

de 0,0 a -0,38 MPa, este efeito não foi direto do potencial da água e germinação das sementes. As mudanças no potencial matricial estão acompanhadas por um reduzido contato água-semente e condutividade capilar. A germinação das sementes, em potenciais matriciais de -0,2 ou -0,5 MPa, não foram influenciadas; porém baixa condutividade e área de contato água-semente associadas com igual redução no potencial matricial poderiam reduzir o tempo requerido para chegar ao nível de hidratação crítico.

Quando a semente está germinando no solo, segundo PHILLIPS (1968), não se obtém um filme contínuo de água em sua volta, podendo-se esperar um decréscimo na taxa de absorção de água pelas sementes. Segundo HADAS (1969), isto ocorre porque sob condições de campo, a temperatura, o conteúdo de água e mesmo as propriedades hidráulicas do solo mudam com o tempo.

Em trabalhos conduzidos por HUNTER & ERICKSON (1952), com sementes de arroz, beterraba, milho e soja, utilizando cinco tipos de solos e vários teores de umidade, notou-se que houve germinação após determinado teor de umidade nas sementes, e estas foram atingidas a diferentes porcentagens de umidade nos diferentes tipos de solo. Quando estas porcentagens foram comparadas às curvas de tensão de umidade, verificou-se que esta tensão para germinação da semente de cada espécie, manteve-se a mesma para todos os solos estudados. Os resultados indicaram que à 25°C, o solo não deve ter uma tensão de umidade mais que -1,5 MPa para que essas sementes germinem. As sementes de milho germinam com um potencial de água no solo de até -1,25 MPa, o

arroz a $-0,79$ MPa, a beterraba a $-0,35$ MPa e a soja a $-0,66$ MPa. Os teores de umidade nas sementes para início da germinação foram de 30,0; 26,5; 31,0 e 50% respectivamente para milho, arroz, beterraba e soja.

O potencial osmótico do solo afeta a germinação das sementes de *Eucalyptus* como descrito por vários autores citados por BACHELARD (1985), tais como potenciais de $-0,5$ MPa para *E. occidentalis*, $-0,6$ MPa para *E. cloeziana* e $-0,2$ e $-0,8$ para *E. camaldulensis* e *E. regnans* respectivamente.

A germinação de *E. sieberi*, *E. pilularis* e *E. maculata*, decresceu com o decréscimo do potencial matricial. Em média, sementes de *E. sieberi* foram menos afetadas com o decréscimo do potencial matricial do solo, que as outras espécies. Quando semeadas em solo, *E. sieberi* manteve aproximadamente 40% de germinação com potencial de $-0,3$ a $-2,0$ MPa, ao passo que a germinação de *E. pilularis* e *E. maculata* foi reduzido de 10 a 20% a $-0,3$ e $-0,5$ KPa, e quase completamente inibida a $-1,0$ e $-2,0$ MPa (BACHELARD, 1985).

Algumas sementes são incapazes de obter umidade suficiente para germinar. Isto é devido ao fato de que a água é adsorvida no solo com uma força maior do que a capacidade de embebição da semente. Além disso esta tensão em relação ao movimento da água no solo, reduz o suprimento de água do meio ambiente para a semente em germinação (HUNTER & ERICKSON, 1952).

2.3. Efeitos da Salinidade na Germinação de Sementes e desenvolvimento inicial das plântulas

Segundo AYERS (1952), a presença e a quantidade de sais podem limitar a germinação das sementes. A salinidade pode afetar a germinação de duas maneiras: (a) Osmoticamente, pelo decréscimo de absorção de água pela semente, e (b) Ionicamente, pela facilidade de absorção dos íons em quantidades suficientemente tóxicas. Conforme RYAN et alii (1975), a germinação pode ser influenciada pelos tipos de sais envolvidos.

A germinação das sementes em solos "afetados por sal" é influenciada pela concentração total dos sais dissolvidos (ou pressão osmótica) bem como pelo tipo de sais envolvidos. De maneira geral, a germinação das sementes de *Panicum antidotale*, *Eragrostis lehmanniana*, *E. superba*, *E. urvula*, decresceu com o aumento da concentração dos sais de NaCl, MgCl₂, CaCl₂, Na₂SO₄, MgSO₄ e CaSO₄. A germinação destas espécies foi influenciada não somente pela concentração dos sais (ou a pressão osmótica), mas também pela natureza dos íons nas soluções de sal. Os efeitos do íon específico são interpretados em termos de influência no processo fisiológico que regula a germinação. O mecanismo detalhado dos efeitos dos íons específicos no estágio da germinação ainda não foi claramente elucidado (RYAN et alii 1975).

Segundo Bewley & Black (1978) e Mayer & Poljakoff-Mayber (1982) citados por VAN DER MOEZEL & BELL (1987) e PEARCE-

PINTO et alii (1990), para muitas plantas, stress salino é mais inibitório durante a germinação das sementes que em algum outro estágio de crescimento. Em água pura, geralmente, a germinação das sementes de muitas espécies é alta e o aumento na salinidade leva a uma redução na taxa de germinação, bem como uma redução na porcentagem final.

WADLEIGH & GAUCH (1946) testaram separadamente os sais de Na_2SO_4 , NaCl , CaCl_2 e MgCl_2 no desenvolvimento de *Guayule* em cultura de areia. Estas plantas se apresentaram muito sensíveis ao Mg, chegando a morrer com baixas concentrações de MgCl_2 , foram também tolerantes ao CaCl_2 e relativamente sensíveis aos sais de sódio, sendo mais sensitivas ao Na_2SO_4 que NaCl .

HORST & TAYLOR (1983) encontraram que a taxa e a porcentagem de germinação de sementes de *Poa pratensis* pode ser um critério eficiente para a seleção de tolerância ao sal. Já para outros autores, citados por PEARCE-PINTO et alii (1990), outras espécies de plantas, em particular plantas agrícolas, não há relação entre a tolerância da germinação a salinidade e tolerância durante o estágio posterior de crescimento.

VAN DER MOEZEL & BELL (1987) trabalhando com 11 espécies de *Eucalyptus* e 10 espécies de *Melaleuca* para testar o efeito da salinidade na germinação das sementes, verificaram que, um aumento na concentração de NaCl resultou em um decréscimo na porcentagem de germinação e atraso na germinação. *E. occidentalis* e *M. cardiophylla* foram as espécies mais tolerantes com valores de LD50 de 176 e 148 mM NaCl , respectivamente. As espécies mais

sensíveis ao sal foram *E. redunca* e *M. subtrigona*. Já *M. thyoides* sendo espécies que se desenvolvem naturalmente em solos salinos, foi a mais tolerante ao sal que as 3 outras populações de *M. thyoides* que crescem em solos não salinos.

Em ensaios de germinação sob stress de NaCl, utilizando 17 espécies de *Eucalyptus*, PEARCE-PINTO et alii (1990) verificaram que houve um decréscimo na porcentagem de germinação com o aumento na concentração de NaCl. As espécies mais resistentes ao sal foram *E. occidentalis*, *E. stenanthina*, *E. sargenti* e *E. loxophleba*. Não houve relação entre tolerância a salinidade com o estágio de germinação e tolerância para salinidade com o estágio da plântula.

A taxa e/ou a porcentagem de germinação pode ser afetada pela variação de umidade em um solo não salino, e também pela variação da salinidade em um solo com conteúdo de umidade inicial constante. O efeito da salinidade em diminuir a porcentagem de emergência é mais severo em solos com baixos níveis de umidade, (AYERS, 1952).

2.4. Substratos utilizados na produção de mudas de eucalipto

Para a escolha de um substrato adequado para germinação de sementes e crescimento de mudas em tubetes deve-se observar, basicamente, as características físicas e químicas relacionadas com a espécie a utilizar. O meio ideal deve ser uniforme em sua composição, ter baixa densidade, ser poroso, ter boa retenção de umidade e troca catiônica, ser isento de pragas, de organismos patogênicos e de sementes estranhas. Depois de sua manipulação no viveiro, deve oferecer resistência ao desenvolvimento de pragas e doenças. Deve ser operacionalizável em qualquer tempo, abundante e economicamente viável (CAMPINHOS Jr. et alii, 1984).

AGUIAR & NONOGIOS (1988) testaram substratos compostos de 75% de vermiculita e 25% de esterco curtido. Testaram também a mistura para sementeira RENDMAX em dois tratamentos: pura e incorporada com 25% de esterco. Juntamente com os compostos à base de vermiculita incorporou-se por bandeja uma adubação de 26g de Nitrogênio, 65g de P_2O_5 , 26g de K_2O e 26g de FTE BR 12. A mistura para sementeira RENDMAX proporcionou maior porcentagem e velocidade de germinação. Aos 67 dias após semeadura os compostos de vermiculita se apresentaram superiores quanto a altura da parte aérea e diâmetro do colo.

VALERI et alii (1984) estudando a influência de 5 classes de tamanhos de sementes de *E. saligna*, usaram uma mistura de terra e esterco de curral na proporção de 3:1. A porcentagem de emergência das plântulas provenientes das sementes

maiores que 0,84mm foi de 78,4%; de 0,71 a 0,84mm foi 69,0%; de 0,59 a 0,71mm foi 60,4% e de 0,50 a 0,59mm foi 13,1%.

GOMES et alii (1985) estudando a viabilidade do uso de diferentes substratos e suas misturas na produção de mudas de *E. grandis*, utilizaram os substratos: vermiculita, moinha de carvão vegetal, composto orgânico, turfa, terra de subsolo e esterco bovino, puros ou em misturas. Os autores concluíram que: A vermiculita pura não deve ser usada na produção de mudas, em face do seu alto preço, por necessitar de adubações repetidas, principalmente de microelementos, e por não permitir a formação de um sistema radicular bem agregado ao substrato; o composto orgânico é uma boa opção, mas deve ser desinfestado e misturado com até 40% de moinha de carvão vegetal e o melhor substrato foi a mistura de 80% de composto orgânico com 20% de moinha de carvão vegetal.

FONSECA (1988) usou misturas de vermiculita, composto orgânico, moinha de carvão, turfa, acícula de *Pinus*, serragem, esterco bovino e terra de subsolo para produção de mudas de *E. grandis*. Os melhores resultados quanto à sobrevivência, altura média e qualidade das mudas foram obtidas nos tratamentos com predominância de composto orgânico, principalmente em mistura com a moinha de carvão ou acícula de *Pinus*. Os tratamentos com predominância de vermiculita apresentaram bom crescimento em altura e sobrevivência das mudas quando em mistura com esterco bovino ou composto orgânico, com deficiências nutricionais e baixa agregação do sistema radicular. E as piores alturas médias

e sobrevivência das mudas foram observadas nas misturas com predominância de moinha de carvão.

CAMPINHOS Jr. et alii (1984) testaram substratos de vermiculita (0,70 a 2,00mm), turfa, serragem e suas misturas em várias proporções volumétricas para produção de mudas de *Pinus* e *Eucalyptus* a partir de sementes. Depois de cheios, cada recipiente recebeu como adubação 1g da fórmula 5-17-3(NPK) através de irrigação. A vermiculita foi utilizada para cobertura das sementes mais uma camada de acículas cortadas de *Pinus*. Os autores concluíram que o melhor tratamento para produção de mudas de *Pinus* e *Eucalyptus* foi aquele constituído por turfa e vermiculita na proporção de 2:1.

O tipo de cobertura também influencia a porcentagem de germinação de *E. grandis*. PEREIRA & GARRIDO (1975) recomenda o uso da cobertura de capim vereda, palha de arroz e moinha de carvão vegetal com os cuidados fitossanitários. SILVA et alii (1982) utilizaram casca de arroz, areia, carvão, serragem e vermiculita com 1,0 e 0,5 cm de espessura, para avaliar a germinação de sementes de *E. citriodora* Hook. Os autores concluíram que a porcentagem e velocidade de germinação e a porcentagem de mudas aproveitáveis foram afetadas pelo tipo de cobertura. A espessura de 1,0 cm proporcionaram maiores velocidades de germinação e mudas aproveitáveis para todos os tipos de cobertura, exceto para a serragem. A menor porcentagem de mudas aproveitáveis, foi obtida com a cobertura de serragem e vermiculita. Podem ser utilizadas como cobertura de sementes na

produção de mudas de *E. citriodora* a casca de arroz, areia ou carvão com 1,0 cm de espessura. OLVEIRA & LINK (1971) testaram diferentes espessuras de casca de arroz sobre a germinação e desenvolvimento de mudas de *E. camaldulensis* Dehr, concluíram que o maior número de mudas foi obtido, sob a camada de 1,0 cm de casca de arroz. E o número de mudas obedece a uma regressão quadrática, diminuindo com o acréscimo da espessura.

2.5. Ocorrência de patógenos

Solos com reduzidos teores de umidade, reduzem a velocidade de emergência da semente, aumentando assim o período de sua permanência na fase crítica de susceptibilidade aos fatores adversos como ataques de microorganismos, insetos e outros. Por isso para se obter uma emergência rápida e uniforme é necessário que o teor de umidade do solo seja favorável (POPINIGIS, 1985).

O processo de embebição é crítico para a germinação de sementes. Em condições de solo com alto grau de umidade, as sementes podem absorver água muito rapidamente provocando danos nas membranas das células em reorganização e ocasionar grandes saídas de solutos, propiciando maior crescimento de microorganismos e ainda o aparecimento de plântulas anormais ou pouco vigorosas. Por outro lado, em condições de baixa umidade, o processo de germinação se torna mais lento devido a menor velocidade de reação e, dessa forma, as sementes ficam expostas

ao ataque de microorganismos podendo, muitas vezes levar a uma baixa germinação (SA, 1987).

Sementes de algumas espécies de eucaliptos apresentam baixa porcentagem de germinação no viveiro e alta porcentagem no laboratório. Balloni (1978), citado por CORRADINI et alii (1978), verificou que um lote de semente de *E. grandis* com 90% de germinação em condições de laboratório, apresentou apenas 28% de germinação em viveiro, ressaltando a necessidade de procurar meios que visem elevar não apenas essa porcentagem mas também o número de mudas aproveitáveis, tendo em vista o alto valor genético das sementes comercializadas atualmente.

Esta baixa porcentagem de germinação em viveiro, pode estar relacionada com a ocorrência de "damping off" em pré-emergência, que pode afetar diretamente a emergência de plântulas e desenvolvimento inicial da muda de eucalipto, comprometendo todo um programa de produção de mudas. "Damping off" é a primeira doença a aparecer em sementeiras, podendo causar consideráveis perdas, antes e depois da emergência das plântulas de *E. grandis* e *E. terenticornis*. *Pythium* sp e *Rhizoctonia solani* Kunhm são os patógenos mais comuns na pré-emergência de *E. grandis*. Esta doença foi caracterizada por podridão da radícula emergida e subsequentemente dos cotilédones dentro da casca da semente. Sendo que alta umidade do solo e sombreamento nos viveiros, contribuem para o desenvolvimento de damping off em pré-emergência. Esta doença é de alta incidência e freqüentemente não detectada devido a identificação errada do fracasso da germinação

pela má qualidade das sementes (SHARMA et alii, 1986).

O "Damping off" de pós-emergência também designada por tombamento em pós-emergência, é mais comum que o de pré-emergência e aparece uma semana depois da emergência das plântulas. É caracterizada pela presença de lesão fúngica na porção basal das mudas que pode levá-las à morte, com ou sem prostrar das hastes (SHARMA, 1986 e FERREIRA, 1989).

Cylindrocladium sp., *Rhizoctonia* sp., *Pythium* sp., *Fusarium* sp. e *Botrytis* sp. são alguns dos agentes causais do tombamento de mudas mais freqüentes em condições de viveiro, contudo é difícil determinar quais estão causando danos, já que as condições ambientais podem favorecer o aparecimento de outros patógenos, CORRADINI et alii (1978) e FERREIRA (1989).

Essa doença manifesta-se em pré e pós-emergência, especialmente em condições de umidade elevada, áreas sombreadas, com ventilação e insolação insuficientes e riqueza orgânica e/ou adubações nitrogenadas em excesso. O patógeno é um parasita facultativo que tem vida saprofítica no solo e eventualmente pode atacar plantas vivas. Em pré-emergência, ataca a radícula e epicótilo, logo após a emergência. Por julgar-se o baixo poder germinativo das sementes como fator responsável pela má germinação, o ataque desse estágio passa, às vezes, despercebido. Em pós-emergência, quando as mudas tombam prostando suas hastes e folhas no solo, observa-se na zona do coleto, uma lesão que quase sempre, contorna a haste da muda, impedindo a translocação da seiva e provocando, em curto prazo de tempo, sua murcha e morte.

O ataque do patógeno a parte aérea é freqüente podendo, ocasionar desfolha total das mudas e seca dos ponteiros, mesmo em árvores adultas (REIS & CHAVES, 1967).

Em pesquisa para verificar a susceptibilidade de cinco espécies de eucalipto a *Cylindrocladium scoparium* Morgan, em pré e pós-emergência, REIS & CHAVES (1967) concluíram que mudas de *Eucalyptus saligna*, *E. alba*, *E. tereticornis*, *E. grandis* e *E. maculata* mostraram-se susceptíveis ao tombamento, sendo *E. grandis*, em pré-emergência e *E. saligna* e *E. alba*, em pós-emergência. Esta doença pode ainda aparecer em vários estágios, FERREIRA (1986). No primeiro, o de pré desbaste, que vai da semeadura até o desbaste, a doença apresenta-se com lesões ao nível do coleto, folhagem murcha ou seca, com ou sem prostar das hastes. Aqui os fungos predominante são: *Cylindrocladium*, *Rhizoctonia*, *Pythium* e *Fusarium*. No segundo estágio o de pós desbaste, que vai do desbaste até o fechamento de canteiros, a doença é mais rara, e quando manifesta-se apresenta lesões ao nível do coleto, levando as mudas a morte em geral sem o tombamento das hastes. Os fungos predominantes nesta fase são: *Cylindrocladium* e *Rhizoctonia*. No terceiro estágio, o de fechamento de canteiros ou o tocar de copas das plantas, as lesões incidem em diferentes alturas da haste. Os fungos mais comuns são *Botrytes* e *Rhizoctonia*

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Localização dos experimentos e espécies utilizadas

Os experimentos foram conduzidos nos laboratórios de Sementes Florestais do Departamento de Ciências Florestais, de Patologia de Sementes do Departamento de Fitossanidade e no Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL - MG). Os testes com os potenciais matriciais foram conduzidos no viveiro da CHAMFLORA AGRÍCOLA Ltda em Mogi Guaçu-SP.

Utilizaram-se lotes de sementes de duas espécies de Eucalipto em dois tamanhos, *Eucalyptus grandis* com sementes maiores que 0,71mm e entre 0,59 e 0,71mm e *Eucalyptus citriodora* com sementes maiores que 2,38mm e entre 1,68 e 2,38mm.

As sementes de *E. grandis* foram fornecidas pela CHAMFLORA AGRÍCOLA Ltda, provenientes de uma Área de Produção de Sementes em Mogi Guaçu/SP. As sementes de *E. citriodora* fornecidas pela CAF FLORESTAL Ltda provenientes de IBITIBA/MG.

3.2. Determinações preliminares

Antes de iniciar os experimentos fez-se uma caracterização dos lotes de sementes, realizando-se os testes preliminares. Coletaram-se amostras de sementes de cada um dos lotes que foram submetidas aos testes de pureza física, umidade, capacidade e velocidade de germinação.

3.2.1. Análise de pureza física

Determinado segundo as prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1980). As sementes de *E. grandis* continham 2.200.000 sementes/Kg e *E. citriodora* 150.000 sementes/Kg.

3.2.2. Análise de umidade

A análise de umidade das sementes de *E. grandis* e *E. citriodora*, foi realizada pelo método de Estufa à $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, conforme as prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1980). As sementes de *E. grandis* apresentaram 10% e *E. citriodora* 11% de umidade.

3.2.3. Capacidade e velocidade de germinação

As sementes de cada espécie foram submetidas aos testes de germinação, conduzidos de acordo com as Regras para Análise de Sementes, BRASIL (1980). Os testes foram conduzidos em germinador a 25°C, colocando as sementes sobre papel de filtro em placas de petri de 9 cm de diâmetro. Foram tomadas 4 repetições de 50 sementes para cada espécie.

As contagens de sementes germinadas foram efetuadas todos os dias a partir do 5º até aos 14 dias após a instalação dos testes de germinação. Na última contagem foi levantado o número de sementes não germinadas (Sementes mortas, sementes dormentes e sementes que originaram plântulas anormais).

A capacidade de germinação foi considerada como sendo a porcentagem de sementes germinadas no final dos testes, em relação ao total de sementes férteis. A velocidade de germinação foi representada pelo Índice de Velocidade de Germinação (IVG), calculado pela fórmula de Maguire (1962), adotada por POPINIGIS (1985).

$$IVG = G5/D5 + G6/D6 + \dots + G14/D14,$$

onde:

G, corresponde à porcentagem de sementes germinadas em cada contagem e D, ao número de dias após a instalação do teste.

Os resultados obtidos de porcentagem de germinação foram de 89,37 e 91,98% para *E. grandis* e *E. citriodora*, respectivamente.

3.2.4. Avaliação dos fungos nas sementes e substratos

Os testes de sanidade foram desenvolvidos no laboratório de Patologia de Sementes do Departamento de Fitossanidade da ESAL - MG, avaliando-se sementes puras, impurezas e sementes com impurezas de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus citriodora*.

Em razão dos diferentes tamanhos das sementes das duas espécies, foi feito o teste de blotter para *E. citriodora* e BDA para *E. grandis*.

Para o desenvolvimento e identificação dos patógenos associados às sementes de *E. grandis*, utilizou-se o método de incubação em meio ágar (BDA), em placas de petri de 9 cm de diâmetro. As sementes, as impurezas e as sementes + impurezas foram pré-tratadas, com hipoclorito de sódio a 1% durante 2 minutos. Plaquearam-se 400 sementes puras e 0,025 gramas de impurezas e sementes com impurezas no meio ágar com 20 repetições, observando a distância mínima de 2 cm entre elas.

Para as sementes de *E. citriodora*, utilizou-se papel de filtro "blotter test". Neste método, foram utilizadas placas de petri de 15 cm de diâmetro, e 2 folhas de papel de filtro esterilizadas e umedecidas em água destilada. Plaquearam-se 400 sementes puras e 0,4g de impurezas e sementes com impurezas. As placas com as sementes foram incubadas por 10 dias a 21°C, com alternância de luz e escuro. Após este período, as sementes foram observadas sob microscópio estereoscópico, o qual foi

identificado e computado o número de patógenos presentes nas sementes.

Foram feitos também avaliação e identificação dos fungos presentes no substrato utilizado para produção de mudas, através de sementes, do viveiro da CHAMFLORA Agrícola Ltda - Mogi Guaçu - SP.

Adicionou-se 100g de substrato em 900 ml de solução água ágar a 0,1% esterilizada. Retirou-se 3 repetições de 200 ml e levou-se para agitar durante 24 horas. Após este período fez-se 3 diluições sucessivas de 2 ml em 98 ml de água ágar. Das últimas diluições distribuiu-se 1 ml da suspensão em placas de petri e cobriu-se com BDA tratado com antibiótico (2 gotas de estreptomicina/litro de meio de cultura). Estas placas foram levadas em câmara de incubação para o crescimento e esporulação dos fungos.

Os resultados se encontram em ANEXO (A12, A13, A14 e A15).

3.3. Caracterização dos experimentos:

3.3.1. Experimento 1 - Influência dos potenciais osmóticos e tamanho das sementes na Germinação e vigor

Para verificar o comportamento da germinação das sementes em diferentes estresses hídricos em laboratório. Foram semeadas 50 sementes de cada espécie sobre o papel de filtro, em

placas de petri de 9 cm de diâmetro. Foram utilizadas soluções com diferentes potenciais osmóticos para se obter as tensões de água desejadas no umedecimento do papel.

Os potenciais osmóticos foram obtidos com manitol ($C_6H_{14}O_6$) de peso molecular 182,17 g. Sendo que a quantidade de manitol necessária para a obtenção de cada tensão foi calculada pela fórmula de Van't Hoff (SA, 1987), ou seja:

$$O = - RTC$$

onde: O = Potencial osmótico (MPa)

R = 0,0082 (MPa.1.mol⁻¹.K⁻¹)

T = Temperatura (°K)

C = Concentração (mol/l) (No de moles/litro)

Assim, para E = -0,25 MPa, a 25°C (298°K) e C (gramas de manitol/mol/litro de água), teremos:


$$O = - RTC$$

$$- 0,25 = - 0,0082. 298. x/182,17$$

$$X = 18,64 \text{ g de manitol/litro de água}$$

Portanto, as quantidades de manitol por litro de água para cada tratamento foram as seguintes:

Potenciais osmóticos (MPa)	Grama de manitol/litro de água destilada
0.00	0.00
-0.25	18.64
-0.50	37.27
-0.75	55.91



A quantidade de solução colocada para o umedecimento do papel foi igual a 10 ml para cada placa de petri. As placas com as sementes foram levadas ao germinador a 25°C.

As contagens das sementes germinadas foram realizadas diariamente até 14º dia após a instalação dos testes.

Foram obtidos dados de Capacidade e Velocidade de germinação, calculado conforme descrito no item 3.2.3..

Foi montado um experimento para cada espécie com o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 2 X 4 (tamanho x potencial) com 3 repetições. A comparação entre as médias foi feita pelo teste TUKEY.

3.3.2. Experimento 2 - Influência dos potenciais matriciais na emergência das plântulas

Este experimento foi conduzido na casa de germinação do viveiro da CHAMFLORA AGRICOLA Ltda - Mogi Guaçu/SP, no período de setembro a outubro de 1991.

Foi feito um teste preliminar, com restrição hídrica, para observação do comportamento das sementes no substrato constituído de granulometria média (descrito no item 3.3.2.1.) adubado (item 3.4.) e não adubado. A porcentagem a velocidade de germinação foram as seguintes:

SUBSTRATO NAO ADUBADO: *E. grandis* - % germinação: 42,50%
IVG: 2,34%
E. citriodora - % de germinação: 50,75%
IVG: 2,85%

SUBSTRATO ADUBADO: *E. grandis* - % germinação: 26,00%
IVG: 1,06
E. citriodora - % germinação: 28,00%
IVG: 1,24

Para verificar o comportamento das sementes de *E. grandis* e *E. citriodora* sob diferentes potenciais matriciais, analisou-se a emergência das plântulas sob quatro tensões de água induzidas mediante o controle de umidade nos substratos, sem adubação; - 0,033; - 0,25; -0,50 MPa e testemunha (uma irrigação em forma de nebulização durante 20 minutos por dia à partir das 7:00 hs).

3.3.2.1. Granulometria dos Substratos

Utilizou-se dois tipos de substrato, Granulometria média (G1) constituído de:

50% de palha de arroz carbonizada,
30% de vermiculita média (0,70 a 2mm)
20% de terra de subsolo

e Granulometria fina (G2), constituído de:

50% de palha de arroz carbonizada e peneirada em peneira com malhas de 2mm de diâmetro,
30% de vermiculita fina (0,30 a 1,00mm) e
20% de terra de subsolo.

A determinação do teor de água foi realizada, retirando-se quatro amostras de aproximadamente 20 gramas de substrato, as quais foram pesadas e levadas para secar em estufa

de $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 24 hs; em seguida foram novamente pesadas para o cálculo do teor de água.

3.3.2.2. Elaboração da curva característica de umidade

Foram retiradas amostras de substrato e levadas ao laboratório de Física do Solo do Departamento de Ciência do Solo da ESAL, onde foram realizadas as determinações de retenção de água pelo substrato. Obteve-se a curva de retenção de água para o substrato com granulometria média (G1) e substrato com granulometria fina (G2) (FIGURA 1).

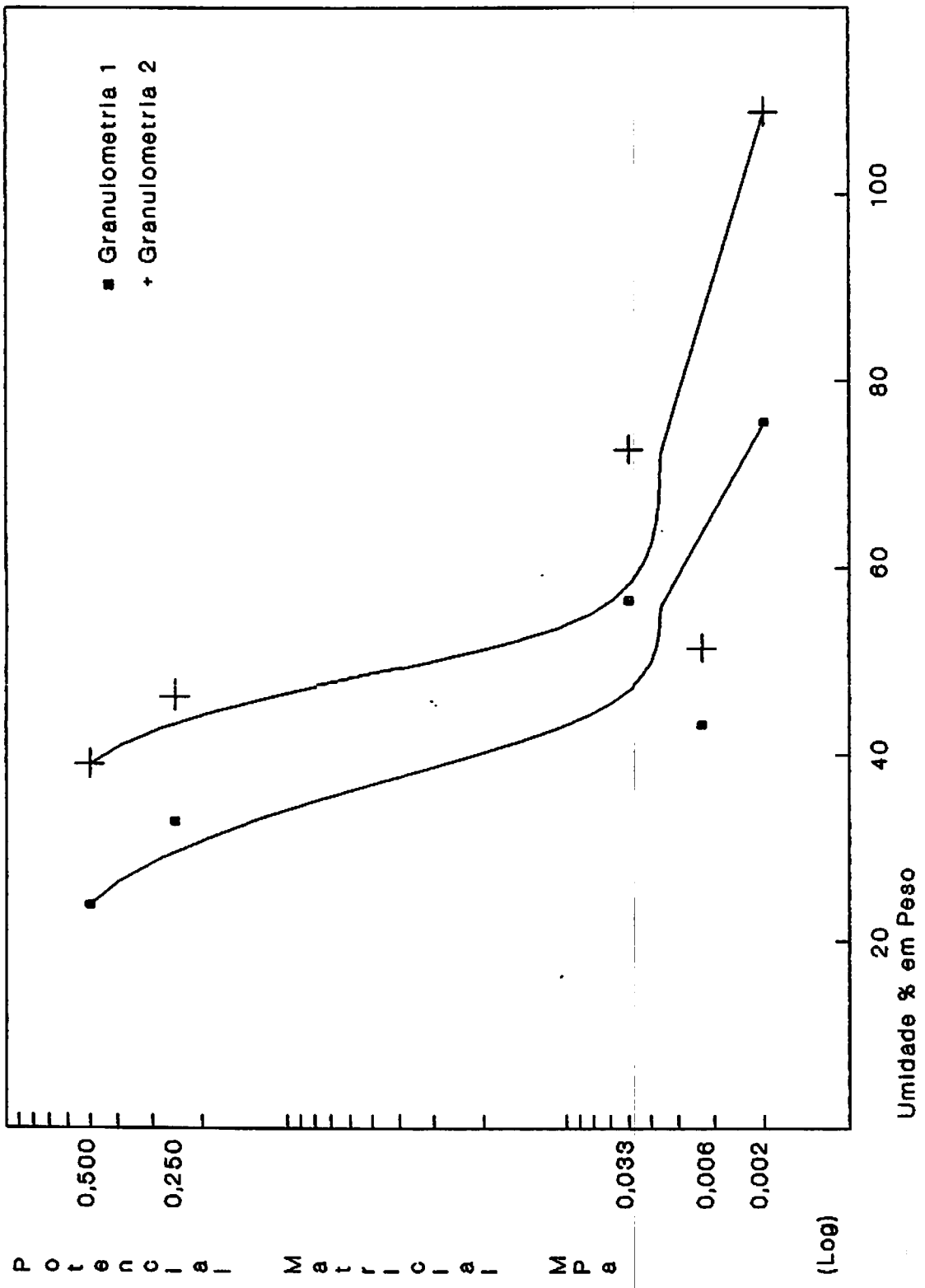
3.3.2.3. Determinação da quantidade de água por caixa

Os substratos foram distribuídos em caixas plásticas de tamanho 49 x 28 x 14 cm, onde foram instalados os testes.

Após determinação do teor de água do substrato e de sua curva de retenção, foi efetuado o cálculo da quantidade de água necessária para cada tensão utilizada nos testes. Para tanto, pesou-se cada caixa plástica, onde foi pesado 4500g de cada substrato, em uma balança com precisão de 20g.

Considerando o grau de umidade do substrato em porcentagem peso (g/g) e a umidade desejada para cada tratamento na curva característica, determinou-se a quantidade de água a ser adicionada por tratamento, para se obter as tensões de -0,033; -0,25 e -0,50 MPa.

Figura 1 - Curva de Retenção de Umidade dos Substratos



QUADRO 1 - Determinação da quantidade de água necessária para obter a tensão de umidade para os substratos de granulometria média (G1) e granulometria fina (G2)

Tensão de água (MPa)		Umidade Corresponde (g/g)	Umid. Inicial (g/g)	% de água a ser adicionada	Massa de água p/ 4500 gramas de Substrato (g)
0.033	G1	43.15	11.65	31.15	1255.50
	G2	51.34	9.10	42.24	1742.26
0.250	G1	32.92	11.65	21.27	857.28
	G2	46.26	9.10	37.16	1532.72
0.500	G1	24.85	11.65	13.20	532.00
	G2	39.96	9.10	30.86	1272.87

3.3.2.4. Mistura da água com o substrato

Depois de determinada a quantidade de água para cada recipiente, realizou-se a mistura e homogeneização. Mediu-se a quantidade de água em provetas graduadas e colocou-se em distribuidor de água manual, enquanto que o substrato foi colocado em bacias plástica de 20 litros. A água foi distribuída sobre o substrato, procedendo manualmente ao mesmo tempo a mistura e homogeneização.

Após a homogeneização, retirou-se 4 amostras por tratamento, levou-se em estufa a + 105°C por 24 horas, para determinar se a umidade correspondia ao valor necessário para cada tensão de umidade. Após a homogeneização, os recipientes foram cobertos com plástico tipo MAGIPAK. Depois de conhecidos os

resultados de umidade procedeu-se a semeadura, colocando 100 sementes de *E. grandis* e 100 sementes de *E. citriodora* em cada caixa. Peneirou-se palha de arroz sobre as sementes. Todas as caixas foram pesadas 2 vezes ao dia para manter o potencial matricial constante, acrescentando água quando necessário.

3.3.2.5. Condução do experimento

Foi montado um experimento para cada espécie e conduzidos em casa de germinação. Os substratos foram previamente tratados com Brometo de Metila. A temperatura mínima foi de 11°C e máxima de 32°C e a umidade relativa mínima foi de 24% e a máxima de 100%. A contagem das plântulas emergidas foi feita a cada 2 dias até 25 dias após a instalação do experimento. As caixas foram cobertas com sombrite durante toda a fase experimental. Foram obtidos dados de capacidade e velocidade germinação. As sementes foram consideradas germinadas quando emergiram do substrato apresentando as folhas primordiais.

A caixas foram colocadas sobre mesas e distribuídas seguindo o delineamento em blocos casualizados no esquema fatorial 2 x 2 x 4 (2 tamanhos de sementes x 2 substratos x 4 potenciais matriciais) com 3 repetições. Foi realizado o teste TUKEY para comparação entre as médias.

3.4. Experimento 3 - Influência dos substratos na emergência das plântulas nos tubetes

Estes testes foram realizados no período de dezembro de 1991 a fevereiro de 1992, no viveiro experimental do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), em Lavras/Minas Gerais.

Os substratos utilizados foram constituídos de:

S₁ - 50% de palha de arroz carbonizada

30% de vermiculita média (0,70 a 2,00mm)

20% de terra de subsolo

adubaçãO de: 12 Kg de superfosfato simples,

1,5 Kg de FTE BR 9/m³ de substrato

e uma adubação de rega constituída de:

0,9 Kg de KCl e 3,5 Kg de Sulfato de amônio.

S₂ - Idem ao S₁ porém sem adubação

S₃ - 50% de palha de arroz carbonizada

30% de vermiculita fina (0,30 a 1,00mm)

20% de terra de susbsolo

e uma adubação como realizada para o G1.

S₄ - Idem ao S₃ porém sem adubação

S₅ - Composto orgânico: uma camada de 1cm (de composto orgânico à base de bagaço de cana e esterco de galinha (5:1) mais 6Kg de sulfato de amoneo/metro cúbico) sobre o substrato não adubado com vermiculita fina .

As embalagens utilizadas foram os tubetes plásticos, rígidos, com capacidade para 50 cm³ acondicionados em bandejas de isopor com 96 células.

Os tubetes e os substratos foram tratados com brometo de metila.

As sementes utilizadas, de *E. grandis* com tamanhos maiores que 0,71mm e *E. citriodora* com tamanhos maiores que 2,38mm, foram previamente tratadas com hipoclorito de sódio (para eliminar os fungos da superfície) a 1% durante 1 minuto sendo imediatamente lavadas com água destilada e semeadas diretamente nas embalagens com os substratos.

A semeadura foi realizada manualmente distribuindo 3 sementes de *E. grandis* e 2 sementes de *E. citriodora* por recipiente. As sementes foram recobertas com uma fina camada do mesmo substrato e mais uma camada de palha de arroz tratada com brometo de metila.

Todos os tratamentos foram mantidos úmidos durante todo o período do teste.

A adubação de cobertura, com 0,2g de 8-17-16 + 2,5% de FTE BR 9 por tubete, foi iniciada 26 dias após o início do teste, e realizada de 20 em 20 dias até 90 dias.

Cada parcela foi constituída de 32 tubetes, sendo que apenas os 12 centrais foram utilizados para coleta de dados. Dos 8 aos 26 dias após a semeadura foram feitas contagens das

plântulas emergidas a cada dois dias. Com base nos valores obtidos, foi calculado o Índice de Velocidade de Emergência (IVE), de acordo com MAGUIRE (1962) como apresentado no item 3.2.3. Foi também calculada a porcentagem de plântulas emergidas aos 26 dias, em relação ao número total de sementes semeadas em cada tratamento e número de pares de folhas de 6 plantas nos 5 tratamentos.

Aos 90 dias após a semeadura foram efetuadas as medições de altura da parte aérea, comprimento da raiz e diâmetro do colo nos tratamentos.

Os valores de porcentagem de emergência foram transformados em arc sen raiz quadrada P/100, quando necessário.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. EXPERIMENTO 1 - Influência do tamanho e dos potenciais osmóticos na germinação e vigor das sementes de *E. grandis* e *E. citriodora*.

4.1.1. Efeitos dos tamanhos das sementes na porcentagem de germinação

→ O tamanho das sementes de *E. grandis* afetou significativamente a porcentagem de germinação independente do potencial osmótico. Já para as sementes de *E. citriodora* não houve efeitos significativos dos tamanhos das sementes e da interação tamanho X potenciais osmóticos.]

O QUADRO 2 mostra que a germinação das sementes de tamanho superior a 0,71 mm foi superior às de tamanho de 0,50 mm. Segundo CARVALHO & NAKAGAWA (1988), as sementes de maiores tamanhos normalmente, possuem embriões bem formados e com maiores quantidades de reservas, resultando em maior vigor. Houghton (1969), trabalhando com couve-flor e Austin & Longden (1967), com cenoura, citados por ROBERTS (1974), mostraram que houve maior

porcentagem e velocidade de germinação das sementes com diâmetros maiores sobre as menores. Segundo FONSECA et alii (1979), a influência do tamanho e do peso de sementes de *E. grandis* está relacionada com mudanças que ocorrem nas sementes durante a maturação e com a quantidade de nutrientes de reserva na semente. AGUIAR et alii (1980) e PEREIRA & GARRIDO (1975), concluíram que a porcentagem de germinação não é afetada pelo tamanho das sementes de *E. grandis*, discordando dos resultados encontrados neste trabalho.

Para as sementes de *E. citriodora* a germinação não diferiu entre si para os dois tamanhos testados. Estes dados concordam com os dados encontrados por CANDIDO (1970) e AGUIAR & NAKANE (1983), onde as sementes médias e grandes apresentaram a mesma capacidade de germinação.

QUADRO 2 - Efeitos dos tamanhos das sementes, sobre a Germinação de *E. grandis* e *E. citriodora*, submetidas a diferentes potenciais osmóticos

<i>E. grandis</i>		<i>E. citriodora</i>	
Tamanhos (mm)	Germinação (%)	Tamanhos (mm)	Germinação (%)
0.71	84.69 a	2.38	90.45 a
0.50	60.53 b	1.68	91.88 a

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem significativamente entre si (Teste TUKEY a 5%)

4.1.2. Efeitos dos tamanhos das sementes sobre o Vigor em diferentes potenciais osmóticos

4.1.2.1. Índice de Velocidade de Germinação

Nota-se no QUADRO A2 que os tamanhos das sementes de *E. grandis* afetaram significativamente a velocidade de germinação independente do potencial osmótico.

Verifica-se no QUADRO 3, que as sementes de *E. grandis*, de tamanhos maiores apresentaram maior Índice de Velocidade de Germinação que as sementes menores. Estes dados concordam com os resultados encontrados por PEREIRA & GARRIDO (1975), onde concluem que sementes de tamanhos menores que 0,71 mm, se mostram constituídas por sementes biologicamente menos desejáveis, como demonstrado pela menor velocidade de germinação e desenvolvimento inicial mais lento das plântulas. Segundo os mesmos autores e AGUIAR et alii (1980), sementes maiores que 0,59 mm germinam mais rapidamente que sementes menores.

O tamanho das sementes de *E. citriodora* não exerceu efeito significativo sobre o Índice de Velocidade de Germinação (QUADRO 3), discordando dos resultados de CANDIDO (1970) e AGUIAR & NAKANE (1983), onde concluíram que sementes com diâmetros acima de 2 mm germinam mais rapidamente que sementes abaixo de 2 mm.

Os resultados encontrados evidenciam que a porcentagem e Índice de Velocidade de Germinação das sementes de *E. grandis* são dependentes dos tamanhos das sementes. Pelo fato destes dados

terem sido coletados sob condições ambientais controladas, pode ser notado diferenças nestas avaliações. Por este fato aconselha-se a dividir essas sementes em classes de tamanho. Enquanto que as sementes de *E. citriodora* não demonstraram esta mesma necessidade, pois não houve diferenças entre os tamanhos testados.

QUADRO 3 - Efeitos dos tamanhos de sementes, sobre a Velocidade de Germinação de *E. grandis* e *E. citriodora* submetidas a diferentes potenciais osmóticos

<i>E. grandis</i>		<i>E. citriodora</i>	
Tamanhos (mm)	IVG	Tamanhos (mm)	IVG
0.71	14.41 a	2.38	12.66 a
0.50	10.97 b	1.68	13.24 a

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem significativamente entre si (Teste TUKEY a 5%)

4.1.3. Efeitos dos potenciais osmóticos na germinação das sementes

O QUADRO 4 mostra que houve diferenças significativas para a porcentagem de germinação das sementes de *E. grandis*, submetidas aos diferentes potenciais osmóticos. Os potenciais de 0,00, -0,25 e -0,50 MPa, apresentaram germinação significativamente superior do que aquela submetida a -0,75 MPa, que também não diferiu de -0,50 MPa. A medida que se diminuiu o potencial osmótico a porcentagem de germinação foi reduzida. De acordo com KOSLOWISKI (1971), BEWLEY & BLACK (1978) e PEREZ &

MORAES (1991), a diminuição na disponibilidade de água para o processo de embebição repercute no retardamento e/ou inibição total no processo de germinação. Este fato pode estar relacionado com a diminuição no metabolismo das sementes em função da menor disponibilidade de água para digestão de reservas e translocação dos produtos metabolizados.

Comparando a germinação destas sementes, nos diversos potenciais pode-se explicar alguns fatos. Nas soluções com potenciais osmóticos de 0,00 e -0,25 MPa, as sementes de *E. grandis* levaram aproximadamente 72 hs. e *E. citriodora* 78 hs. para iniciar a protusão da radícula. Já nos potenciais mais negativos, com 120 hs., algumas plântulas não se apresentavam com desenvolvimento satisfatório para serem consideradas como plântulas normais.

Muitas espécies de sementes de *Eucalyptus* se mostram sensíveis aos potenciais osmóticos onde, FAÇANHA & OLIVA (1983) trabalhando com 10 espécies de *Eucalyptus* verificaram que a maioria tiveram sua germinação reduzida em mais de 50% ou inibição total. FAÇANHA et alii (1983), mostrou que a porcentagem de germinação de *E. grandis* foi sensivelmente afetada por potenciais osmóticos decrescentes.

As sementes de *E. citriodora* não foram afetadas pelos potenciais osmóticos, quanto a porcentagem de germinação. Este fato pode estar relacionado com o tamanho das sementes, onde segundo HARPER & BENTON (1966), as sementes maiores são menos sensíveis ao meio para germinar.

QUADRO 4 - Efeitos dos potenciais osmóticos, sobre a germinação das sementes de *E. grandis* e *E. citriodora* submetidas a diferentes potenciais osmóticos

Potenciais Osmóticos (MPa)	Germinação (%)	
	<i>E. grandis</i>	<i>E. citriodora</i>
0.00	89.37 a	91.98 a
-0.25	86.19 a	91.12 a
-0.50	69.80 ab	90.59 a
-0.75	45.08 b	90.96 a

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem significativamente entre si (Teste TUKEY a 5%)

4.1.4. Efeitos dos Potenciais osmóticos sobre o vigor das sementes

4.1.4.1. Índice de Velocidade de Germinação

Nota-se na QUADRO 5, que os dados da velocidade de germinação das sementes de *E. grandis* seguiu a mesma tendência que a porcentagem de germinação (QUADRO 4), com uma diminuição na velocidade de germinação à medida que reduziu o potencial osmótico. Este fato pode ser explicado pela redução na velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos da sementes com a diminuição do potencial osmótico da solução externa. Segundo BARRUETO CID (1978), a rapidez com que a água é embebida pela semente está relacionada com o potencial hídrico entre ela e a solução externa. Quanto maior for essa diferença, maior será a água absorvida. Por isto as sementes mantidas nos potenciais mais altos (0,00 e -0,25 MPa) germinaram mais rapidamente que

aquelas mantidas em potenciais mais baixos.

Os dados sobre velocidade de germinação foram mais efetivos em avaliar a sensibilidade das sementes de *E. citriodora* a estresse hídrico. Houve uma tendência de decréscimo na velocidade de germinação com o decréscimo do potencial osmótico, apesar de não ter detectado diferenças significativas entre os potenciais de 0,00; -0,25 e -0,50 MPa. O potencial de -0,75 MPa apresentou o menor Índice de Velocidade de Germinação diferindo estatisticamente dos demais.

QUADRO 5 - Efeitos dos potenciais osmóticos, sobre a velocidade de germinação de *E. grandis* e *E. citriodora* submetidas a diferentes potenciais osmóticos

Potenciais Osmóticos (MPa)	IVG	
	<i>E. grandis</i>	<i>E. citriodora</i>
0.00	17.65 a	14.86 a
-0.25	15.95 a	14.44 a
-0.50	12.26 ab	13.14 a
-0.75	4.92 b	9.37 a

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem significativamente entre si (Teste TUKEY a 5%)

4.2. EXPERIMENTO 2 - Influência dos potenciais matriciais e granulometria dos substratos na emergência das plântulas e vigor das sementes de *E. grandis* e *E. citriodora*, em dois tamanhos aos 25 dias em casa de germinação

As sementes de *E. grandis* e *E. citriodora* apresentaram germinação baixa com o potencial osmótico de -0,75 MPa. Por isto este potencial não foi incluído nos testes com potenciais matriciais nos substratos de viveiro.

4.2.1. Efeitos dos tamanhos das sementes sobre a emergência das plântulas

Houve diferenças significativas para a interação tamanho X potenciais matriciais sobre a porcentagem de emergência das plântulas de *E. grandis* (QUADRO A3).

Houve diferenças significativas entre as porcentagens de emergência para os tamanhos das sementes de *E. grandis* nos potenciais de -0,033; -0,25 e -0,50 MPa. A porcentagem de emergência na testemunha não foi significativa entre os dois tamanhos, apresentando os menores valores (QUADRO 6). Neste caso, o excesso de umidade pode ter provocado anoxia nas sementes, dificultando a emergência das plântulas.

As sementes de maiores tamanhos foram mais efetivas em

proporcionar maior média de emergência que as sementes de menores tamanhos. Estes dados demonstram que a separação das sementes de *E. grandis* em classes de tamanho é viável, para um melhor aproveitamento das sementes. Segundo DONI & FILHO (1974), o teor de pureza de sementes de *E. grandis* é um bom índice de qualidade de um lote destas sementes e aumenta nas classes de tamanho. AGUIAR & MARDEGAN (1987) sugerem que sementes mais vigorosas produzem mudas com maiores possibilidades de se estabelecerem no viveiro do que as sementes pequenas, sendo este fato comprovado por VALERI et alii (1984), ao constatarem que a porcentagem e velocidade de emergência das plântulas de *E. saligna* aumentaram com o tamanho da semente e que as mudas originadas de sementes maiores atingiram condições de desbaste ou repicagem em menos tempo que as de sementes menores. E mudas maiores, provenientes de sementes maiores, estabelecem-se no campo com mais sucesso do que as originárias de sementes pequenas, como constatado por Grose & Zimmer (1958) trabalhando com *E. maculata* e *E. sieberiana*, citado por MOURA (1983).

QUADRO 6 - Efeitos dos Tamanhos das sementes x Potenciais matriciais sobre a % de emergência das plântulas de *E. grandis*

Potenciais matriciais (MPa)	Tamanhos		
	0.71mm	0.50mm	\bar{x}
-0.033	64.67 Aa	52.00 Ba	58.33
-0.250	56.00 Aab	36.17 Ba	46.08
-0.500	59.83 Aa	33.67 Ba	46.75
TEST.	36.67 A b	42.17 Aa	39.92
\bar{x}	54.29	41.00	

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem significativamente entre si (Teste TUKEY a 5%)

4.2.2. Efeitos dos tamanhos das sementes sobre o vigor nos potenciais matriciais

4.2.2.1. Índice de Velocidade de Emergência

A velocidade de emergência das plântulas de *E. grandis* e *E. citriodora* foi significativa quanto ao tamanho das sementes independente do substrato e do potencial (QUADRO A4).

A velocidade de emergência, de ambas espécies, de tamanhos maiores, foi superior que as sementes de tamanhos menores (QUADRO 7). Resultados semelhantes foram encontrados por PEREIRA & GARRIDO (1975), onde sementes de *E. grandis*, com diâmetros maiores que 0,84 mm germinaram mais rapidamente que sementes com diâmetros inferiores a 0,84 mm; AGUIAR et alii (1980) observaram que sementes de *E. urophylla* com diâmetros maiores que 0,59 mm germinam mais rapidamente que as de diâmetros menores que 0,59 mm. CANDIDO (1970), constatou que a velocidade

de emergência diminui com o tamanho das sementes de *E. citriodora*.

Em condições de laboratório, o Índice de Velocidade de Germinação foi mais favorecido (QUADRO 3), pois foi possível controlar a temperatura e umidade. Já na casa de germinação (viveiro comercial) a temperatura variou de 11 a 32°C e a Umidade Relativa de 24 a 100%. Pode-se observar ainda, que o substrato de viveiro não mantém a mesma disponibilidade hídrica que o papel de filtro.

QUADRO 7 - Efeitos dos tamanhos das sementes sobre a velocidade de emergência das plântulas de *E. grandis* e *E. citriodora*

<i>E. grandis</i>		<i>E. citriodora</i>	
Tamanhos (mm)	IVE	Tamanhos (mm)	IVE
0.71	4.96 a	2.38	5.56 a
0.50	3.33 b	1.68	4.55 b

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem significativamente entre si (Teste TUKEY a 5%)

4.2.2.2. Número de pares de folhas das plântulas

O número de pares de folhas foi significativo quanto ao tamanho das sementes de *E. grandis* e *E. citriodora* (QUADRO A5). As sementes de tamanhos maiores favoreceram maior número de pares de folhas às plântulas (QUADRO 8), conferindo maior eficiência em produzir mudas rapidamente e com maior área foliar.

Pelos resultados obtidos de porcentagem e velocidade de emergência, comprimento da radícula e número de pares de folhas das plântulas de *E. grandis* aos 25 dias, justifica-se novamente a realização da separação das sementes por classes de tamanhos, pois sementes maiores são mais eficientes em produzir plântulas com maior velocidade, havendo redução do tempo de permanência das sementes nos substratos na fase de pré-emergência, garantindo assim, plântulas mais vigorosas e com maior sobrevivência no campo.

QUADRO 8 - Efeitos dos Tamanhos das sementes sobre o Número de pares de folhas das plântulas de *E. grandis* e *E. citriodora*

<i>E. grandis</i>		<i>E. citriodora</i>	
Tamanhos (mm)	Pares de Folhas	Tamanhos (mm)	Pares de Folhas
0.71	1.72 a	2.38	1.80 a
0.50	1.48 b	1.68	1.57 b

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem significativamente entre si (Teste TUKEY a 5%)

4.2.3. Efeitos da granulometria dos substratos sobre a porcentagem de emergência das plântulas

O substrato influenciou a porcentagem de emergência das plântulas de *E. grandis* e *E. citriodora*, a interação Substrato X Potencial matricial foi significativa (QUADRO A3).

A porcentagem de emergência das plântulas de *E. grandis* foi superior no substrato 2, nos potenciais de $-0,033$; $-0,25$ e $-0,50$ MPa não apresentando diferenças significativas entre si (QUADRO 9).

No substrato com granulometria mais fina a porcentagem de emergência foi superior no potencial de $-0,033$ MPa e não diferiu de $-0,25$ MPa e testemunha. Na testemunha houve baixa porcentagem de emergência para ambos substratos, indicando que estas sementes não são tolerantes a altos níveis de umidade. Enquanto que para as sementes de *E. citriodora* (QUADRO 10), no substrato de granulometria média (G1), a testemunha apresentou a maior porcentagem de emergência das plântulas. Apesar deste substrato conter excesso de umidade e por ser constituído de partículas maiores, houve maior arejamento entre as partículas.

Estes dados podem ser comparados com solos arenosos e solos argilosos, onde BEWLEY & BLACK (1978) relatam que solo arenoso não saturado tem menor condutividade hidráulica que solo argiloso, e devido ao grande tamanho das partículas que são formados, a área de contato da semente com a água é também reduzida. A velocidade de transferência de água do solo para a

semente diminui mais rapidamente em solos com baixa capacidade de retenção de água.

Pelas curvas de retenção de umidade (FIGURA 1), pode se observar que o substrato de granulometria média (G1) apresenta menor capacidade de retenção de umidade que o substrato 2 (com partículas de tamanhos menores). DASBERG & MENDEL (1971) e SHAYKEWICH & WILLIAMS (1971) salientam que a taxa de absorção de água-semente é que governa a germinação. Esta taxa é determinada, em geral, pelo estado de energia da água no meio de germinação pela condutividade e pela área de contato entre a semente e o meio, e que a área de contato depende do tamanho dos agregados e potencial hídrico. A tendência de decréscimo na absorção de água pelas sementes com o decréscimo do potencial nos substratos são causados pela condutividade hidráulica e área de contato entre a semente e o substrato.

QUADRO 9 - Efeitos da granulometria dos Substratos x Potenciais matriciais sobre a % de emergência das plântulas de *E. grandis*

Potenciais Matriciais (MPa)	Granulometria		x
	Média	Fina	
-0.033	51.67 B a	65.00 Aa	58.33
-0.250	31.00 Bab	61.17 Aa	46.08
-0.500	28.33 B b	65.17 Aa	46.75
TEST.	39.50 Bab	39.33 Bb	39.92
\bar{x}	37.63	57.67	

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem significativamente entre si (Teste TUKEY a 5%)

QUADRO 10 - Efeitos da granulometria dos Substratos x Potenciais matriciais sobre a % de emergência das plântulas de *E. citriodora*

Potenciais Matriciais (MPa)	Granulometria		x
	Média	Fina	
-0.033	30.50 Bb	84.33 Aa	57.42
-0.250	31.17 Bb	78.50 Aa	54.83
-0.500	36.33 Bb	82.00 Aa	59.17
TEST.	66.17 Ba	84.67 Aa	75.42
x	41.04	82.38	

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem significativamente entre si (Teste TUKEY a 5%)

4.2.4. Efeitos da granulometria dos substratos sobre o vigor das sementes:

4.2.4.1. Índice de Velocidade de emergência das Plântulas

O IVE das sementes de *E. grandis* e *E. citriodora* foi influenciado pelo substrato. A interação Substrato X Potencial matricial foi significativa (QUADRO A4).

A velocidade de emergência das plântulas de *E. grandis* apresentou-se de maneira semelhante nos 2 substratos para os potenciais de -0,033 e testemunha. Os resultados mostram que a água na capacidade de campo é propícia a uma boa germinação e o excesso de umidade é prejudicial e pode levar ao atraso na

germinação ou morte das sementes por asfixia.

O substrato de granulometria fina apresentou velocidade de emergência das plântulas de *E. grandis* superior ao substrato de granulometria média nos potenciais de -0,25 e -0,50 MPa (QUADRO 11). No substrato de granulometria média o potencial de -0,033 MPa apresentou a maior velocidade de emergência das plântulas, com uma tendência de diminuição com o aumento do estresse hídrico. No substrato de granulometria fina não houve diferença na velocidade de emergência entre os potenciais.

Para as sementes de *E. citriodora*, o substrato fino (QUADRO 12) apresentou maior velocidade de emergência. Na testemunha não houve diferença significativa entre os dois substratos. A velocidade de emergência foi maior na testemunha para os dois substratos e nos potenciais de -0,033; -0,25 e -0,50 MPa não houve diferença significativa. Estas sementes se mostraram capazes de germinar bem, nestes substratos, sob condições de estresse. Neste caso nota-se a importância dos tamanhos das partículas do meio de germinação, onde substratos com partículas menores apresentaram os maiores índices de velocidade de emergência. Este fato pode estar relacionado com a maior retenção de água pelo substrato e disponibilidade de água para as sementes em germinação, além de propiciar uma boa área de contato com a semente.

As sementes de *E. citriodora* são grandes ($\pm 5,0$ mg) e apresentam algo parecido com mucilagens no tegumento. As sementes de *E. grandis* que são pequenas ($\pm 1,0$ mg) e não apresentam as

mesmas características tegumentares. Segundo BACHELARD (1985), a exudação de mucilagens pelas sementes embebidas pode facilitar a absorção de água e reduzir a perda mas, sob condições de stress de umidade, devido ao potencial matricial estas sementes podem ser incapazes de absorver e reter água suficiente para estimular a exudação de mucilagens e manter um balanço hídrico favorável.

QUADRO 11 - Efeitos da granulometria dos Substratos x Potenciais matriciais sobre a velocidade de emergência das plântulas de *E. grandis*

Potenciais Matriciais (MPa)	Granulometria		\bar{x}
	Média	Fina	
-0.033	4.64 Aa	5.58 Aa	5.11
-0.250	2.25 Bb	5.38 Aa	3.82
-0.500	2.10 Bb	5.53 Aa	3.82
TEST.	4.01 Bab	3.67 Ba	3.84
x	3.25	5.04	

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem significativamente entre si (Teste TUKEY a 5%)

QUADRO 12 - Efeitos da granulometria dos Substratos x Potenciais matriciais sobre a velocidade de emergência das plântulas de *E. citriodora*

Potenciais Matriciais (MPa)	Granulometria		\bar{x}
	Média	Fina	
-0.033	2.12 Bb	6.42 A b	4.96
-0.250	1.90 Bb	5.54 A b	3.72
-0.500	2.25 Bb	6.06 A b	4.15
TEST.	6.88 Ba	8.24 Aa	7.38
x	3.19	6.91	

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem significativamente entre si (Teste TUKEY a 5%)

4.2.4.2. Número de pares de folhas das plântulas

Os valores médios obtidos para efeitos dos substratos sobre o número de pares de folhas das plântulas de *E. grandis* e *E. citriodora* estão mostrados no QUADRO 13. Nota-se que o número de pares de folhas foi significativo para os dois substratos e para as duas espécies. O substrato de granulometria fina favoreceu maior número de pares de folhas para as duas espécies. Neste caso, pode-se notar que o tamanho das partículas do meio exerceu influência tanto na emergência (QUADRO 10), no Índice de Velocidade de Emergência (QUADRO 11) e no desenvolvimento inicial das plântulas (QUADRO 13). Estes dados mostram que os substratos com granulometria fina há maior retenção de umidade e conseqüentemente maior disponibilidade às plântulas.

QUADRO 13 - Efeitos da granulometria dos Substratos sobre o número de pares de folhas das plântulas de *E. grandis*

Granulometria	Pares de Folhas	
	<i>E. grandis</i>	<i>E. citriodora</i>
Média	1.43 b	1.50 b
Fina	1.78 a	1.86 a

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem significativamente entre si (Teste TUKEY 5%)

4.2.5. Efeitos dos potenciais matriciais sobre o vigor das sementes

4.2.5.1. Número de pares de folhas das plântulas

O número de pares de folhas foi significativo apenas para *E. citriodora*. As sementes de tamanhos maiores proporcionaram um maior número de pares de folhas que os tamanhos menores (QUADRO 5).

A QUADRO 14 mostra os valores médios obtidos para efeitos dos Potenciais matriciais dos substratos de viveiro sobre o número de pares de folhas das plântulas de *E. grandis* e *E. citriodora*. O número de pares de folhas não foram significativos nos potenciais matriciais para *E. grandis* e significativos para *E. citriodora*. A testemunha não diferiu significativamente dos potenciais de -0,033 e -0,50 MPa, mas foi superior a todos os tratamentos.

Os potenciais matriciais não foram os fatores mais importantes para produzir plântulas de *E. grandis* com mais

rapidez. Para *E. citriodora* nota-se uma exigência maior na disponibilidade hídrica para o desenvolvimento inicial.

QUADRO 14 - Efeitos dos potenciais matriciais, sobre o número de pares de folhas das plântulas de *E. grandis* e *E. citriodora*

Potenciais Matriciais (MPa)	Pares de Folhas	
	<i>E. grandis</i>	<i>E. citriodora</i>
-0.033	1.79 a	1.60 ab
-0.250	1.58 a	1.60 ab
-0.500	1.53 a	1.70 ab
TEST.	1.50 a	1.93 a

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem significativamente entre si (Teste TUKEY 5%)

4.3. Experimento 3 - Influência da granulometria dos substratos e composto orgânico sobre a emergência das plântulas e vigor das sementes semeadas nos tubetes

4.3.1. Porcentagem de emergência das plântulas aos 25 dias

Os substratos afetaram significativamente a porcentagem de emergência das plântulas de *E. grandis* (QUADRO A6). O substrato sem adubo com vermiculita fina (4) foi o que permitiu maior porcentagem de germinação diferindo significativamente dos demais substratos (QUADRO 15).

Estes dados confirmam que substratos com partículas

menores apresentam maiores capacidades de retenção de umidade e favorece maior área de contato semente-água-substrato proporcionando maior velocidade de embebição com menor perda de metabólitos pela semente e maior porcentagem de emergência das plântulas.

Estes resultados confirmam os resultados obtidos na QUADRO 9, onde os substratos com granulometria mais fina favorece a maior porcentagem de emergência que os substratos de granulometria média. Os substratos de granulometria média com adubo, sem adubo, fina com adubo e composto orgânico, não se revelaram eficientes para germinação. Neste experimento, a porcentagem de emergência, nos substratos que continham adubação, foi de 67,36% (granulometria média) e 59,72% (granulometria fina) para as sementes de *E. grandis*, enquanto que FONSECA et alii (1979), obteve porcentagem de emergência de 62,59 a 65,95% (dados transformados em arc sen) em substratos de terra de subsolo com adubação de NPK (4-14-8) à base de 2g/recipientes.

Os substratos com granulometria fina, além de ter boa retenção de umidade mostrou também ter boa retenção de adubo, diminuindo drasticamente a germinação das sementes de *E. grandis*. Neste caso a adubação pode ter proporcionado salinização no meio de germinação. Algumas espécies de *Eucalyptus* são sensíveis à salinização, segundo VAN DER MOEZEL & BELL (1987), um aumento na salinização diminui a germinação das sementes. O substrato com granulometria fina sem adubo promoveu porcentagem de emergência superior aos demais substratos. Esta espécie mostrou-se ser mais

sensível à salinidade que sementes de *E. citriodora*, que foi indiferente à presença ou ausência de adubo.

QUADRO 15 - Efeitos dos granulometria dos substratos e composto orgânico sobre a porcentagem de emergência das plântulas *E. grandis* e *E. citriodora*

Granulometria	Germinação (%)	
	<i>E. grandis</i>	<i>E. citriodora</i>
Média adubada	67.36 ab	67.71 a
Média não adubada	78.47 ab	76.04 a
Fina adubada	59.72 b	77.09 a
Fina não adubada	83.33 a	81.25 a
Comp. orgânico	69.45 ab	69.79 a

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem significativamente entre si (Teste TUKEY 5%)

4.3.2. Efeitos da granulometria dos substratos sobre a emergência e vigor das sementes, aos 25 dias

4.3.2.1. Velocidade de emergência das plântulas

A velocidade emergência das plântulas foi maior nos substratos de granulometria fina e sem adubo (QUADRO 15), o mesmo está confirmado na QUADRO 16, onde os substratos afetaram significativamente a Velocidade de emergência das plântulas de ambas espécies. O substrato sem adubo com vermiculita fina apresentou maior velocidade de emergência para *E. grandis*, diferindo significativamente dos demais substratos. O substrato constituídos de vermiculita fina com adubo apresentou o pior Índice de Velocidade de Emergência.

Embora os substratos não tenham exercido efeitos na porcentagem de emergência das plântulas de *E. citriodora*, a velocidade de emergência das plântulas foi maior nos substratos com ausência de adubo (2 e 4). Segundo AGUIAR & MONOGIOS (1988), a porcentagem e a velocidade de emergência pode estar relacionada com a fertilização. O contato entre o sistema radicular e o fertilizante pode prejudicar as plântulas menos vigorosas, comprometendo sua emergência.

QUADRO 16 - Efeitos da granulometria dos substratos e composto orgânico sobre a Velocidade de emergência das plântulas de *E. grandis* e *E. citriodora*

Granulometria	Velocidade de Emergência	
	<i>E. grandis</i>	<i>E. citriodora</i>
Média adubada	1.77 c	4.57 c
Média não adubada	2.95 ab	8.19 a
Fina adubada	1.52 c	4.84 bc
Fina não adubada	3.27 a	9.19 a
Comp. orgânico	2.49 b	7.24 ab

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem significativamente entre si (Teste TUKEY 5%)

4.3.2.2. Número de pares de folhas das plântulas

Os substratos constituídos de granulometria e fina com adubo apresentaram plântulas de *E. grandis*, com os menores números de pares de folhas, diferindo significativamente dos demais (QUADRO 17). Os melhores substratos em proporcionar maior número de pares de folhas foram aqueles constituídos de

granulometria média sem adubo e composto orgânico. Vê-se que até 25 dias após semeio, não há necessidade de aplicar adubação no substrato, já que as sementes possuem reservas suficientes para a germinação e desenvolvimento inicial das plântulas.

QUADRO 17 - Efeitos da granulometria dos substratos sobre o número de pares de folhas de plântulas de *E. grandis* e *E. citriodora*

Granulometria	Pares de Folhas	
	<i>E. grandis</i>	<i>E. citriodora</i>
Média adubada	2.58 bc	2.23 b
Média não adubada	3.08 a	2.78 ab
Fina adubada	2.53 c	2.48 b
Fina não adubada	3.03 ab	2.68 ab
Comp. orgânico	3.18 a	3.20 a

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem significativamente entre si (Teste TUKEY 5%)

4.3.3. Altura da parte aérea das mudas aos 90 dias

Não houve diferenças significativas para a altura da parte aérea das mudas de *E. grandis* e *E. citriodora*, em todos os substratos testados (QUADRO 18). De maneira geral, não se obteve mudas de tamanhos adequados, porque a adubação não foi suficiente para um bom desenvolvimento. Os substratos que receberam e os que não receberam adubação antes do semeio, apresentaram mudas com tamanhos semelhantes, aos 90 dias. Estes resultados mostram a maior importância de adubação eficiente depois da germinação das sementes. Este experimento mostrou que na fase mais avançada de desenvolvimento das mudas, o tipo de substrato já não tem a mesma



importância que na fase de germinação das sementes para ambas espécies, sendo que o mais importante aqui é a adubação.

QUADRO 18 - Efeitos da granulometria dos substratos e composto orgânico sobre a altura da parte aérea das mudas de *E. grandis* e *E. citriodora*

Granulometria	Parte Aérea	
	<i>E. grandis</i>	<i>E. citriodora</i>
Média adubada	20.72 a	18.87 a
Média não adubada	20.59 a	19.51 a
Fina adubada	19.19 a	18.78 a
Fina não adubada	18.25 a	19.88 a
Comp. orgânico	19.01 a	19.86 a

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem significativamente entre si (Teste TUKEY 5%)

4.3.4. Número de pares de folhas das mudas aos 90 dias

Os valores médios obtidos para efeitos dos substratos de viveiro, sobre o número de pares de folhas de mudas de *E. grandis* e *E. citriodora* aos 90 dias, estão contidos na QUADRO 19. O número de pares de folhas das plântulas de *E. grandis* e *E. citriodora* não diferem significativamente entre si, em todos os substratos estudados.

QUADRO 19 - Efeitos dos substratos sobre o número de pares de de folhas das mudas de *E. grandis* e *E. citriodora*

Granulometria	Pares de Folhas	
	<i>E. grandis</i>	<i>E. citriodora</i>
Média adubada	8.56 a	7.56 a
Média não adubada	8.81 a	7.19 a
Fina adubada	8.66 a	7.13 a
Fina não adubada	8.19 a	7.59 a
Comp. orgânico	8.09 a	6.63 a

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem significativamente entre si (Teste TUKEY 5%)

4.3.5. Diâmetro do colo das mudas aos 90 dias

Os valores médios obtidos para efeitos dos substratos de viveiro, sobre o diâmetro do colo das mudas de *E. grandis* e *E. citriodora* aos 90 dias, estão contidos na QUADRO 20. O diâmetro do colo das mudas de *E. grandis* e *E. citriodora* não diferiram significativamente entre si, em todos os substratos estudados.

QUADRO 20 - Efeitos dos substratos sobre o diâmetro do colo das mudas de *E. grandis* e *E. citriodora*

Granulometria	Diâmetro do colo	
	<i>E. grandis</i>	<i>E. citriodora</i>
Média adubada	0.24 a	0.23 a
Média não adubada	0.22 a	0.24 a
Fina adubada	0.21 a	0.24 a
Fina não adubada	0.21 a	0.27 a
Comp. orgânico	0.21 a	0.24 a

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem significativamente entre si (Teste TUKEY 5%)

Pelos dados observados, a adubação das mudas de *E. grandis* e *E. citriodora* devem ser iniciadas após a emergência das plântulas, desde que não haja riscos de infestação de patógenos no viveiro. Para que a germinação das sementes não seja prejudicada e as plântulas iniciem o crescimento com resistência, seria desejável a adoção de substratos de granulometria fina, sem a presença de fertilizantes salinos, e que as adubações de cobertura se iniciassem após a total emergência das plântulas.

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho, conduzido em várias etapas e locais, visando melhoria na germinação das sementes de *E. grandis* Hill ex Maiden e *E. citriodora* Hook, permitiu concluir que:

- A utilização de sementes de *Eucalyptus grandis* maiores que 0,71 mm e de *E. citriodora* maiores que 2,38 mm, traz maior rendimento na produção de mudas e melhor aproveitamento das sementes;
- Os substratos constituídos de granulometria fina proporcionam maior porcentagem e velocidade de emergência e melhor desenvolvimento inicial das plântulas de *E. grandis* e *E. citriodora*, indiferentes aos potenciais matriciais utilizados.
- Substratos adubados causam redução na porcentagem e velocidade de emergência das plântulas, possivelmente devido ao efeito osmótico causado pela salinização ou ao efeito iônico dos sais, provocando toxicidade às sementes em germinação. A ausência de adubo proporciona maior porcentagem e velocidade de emergência das plântulas, porém, com menor desenvolvimento inicial das plântulas, o que torna imprescindível a adoção de adubações parceladas após a emergência das plântulas.

6. BIBLIOGRAFIA

01. AGUIAR, I.B.; CARVALHO, N.M.; RODELLA, R.C.S.M; & DAMASCENO, M.C.M. Influência do tamanho sobre a germinação e o vigor de sementes de Eucalipto. *Semente*, Brasília, 2:53-5, 1980.
02. _____ & MADERGAN, A.G. Beneficiamento de Sementes de *E. saligna* SM. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 9(2):9-17, 1987.
03. _____ & MONOGIOS, G.M. Efeitos de substratos à base de vermiculita na produção de mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook em bandejas de isopor. *Científica*, São Paulo, 16(1): 133-40, 1988.
04. _____ & NAKANE, J.T. Tamanho de semente de *Eucalyptus citriodora* Hook: Influência sobre a germinação e o vigor. *Brasil Florestal*, Rio de Janeiro, 53:25-8, 1983.
05. AYERS, A.D. Seed germination as affected by soil moisture and salinity. *Agronomy Journal*, Madison, 44:82-4, 1952.
06. BACHELARD, E.P. Effects of soil moisture stress on the growth of seedlings of three Eucalipt. 1-seed germination. *Australian Forest research*, Melbourne, 15(2):103-14, 1985.
07. BARRUETO CID, L.P. Efeito do potencial hídrico sobre a embebição, a respiração e a germinação da leguminosa *Cratylia floribunda*. Viçosa, 1978. 44p. (Tese MS)
08. BEWLEY, J.D. & BLACK, M. *Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination*. Berlin, Springer-Verlag, 1983. V.1, 306p.
09. BRASIL, M.A. *Regras para análise de sementes*. Brasília, LANARV/SNAD/MA, 1978. 188p.
10. CAMPINHOS Jr. E.; IDEMORI, Y. K. & MARTINS, R. C. G. Determinação do meio de crescimento mais adequado à formação de mudas de *Eucalyptus* spp. (estaca e semente) e

Pinus spp (semente) em recipientes plásticos rígidos. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL: METODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, Curitiba, 1984. Anais... Curitiba, UFPr IUFRO, 1984. P350-65.

11. CANDIDO, J.F. Efeito do tamanho de sementes e do meio sobre a germinação de *Eucalyptus citriodora* Hook. *Revista Ceres*, Viçosa, 17(91):77-85, 1970.
12. CARVALHO, I.B.A.; MAIMONI, R.C.S. & DAMASCENO, M.C.M. Influência do tamanho sobre a germinação e o vigor de sementes de eucalipto. *Semente*, Jaboticabal. 2:1980.
13. CARVALHO, N.M. de & NAKAGAWA, J. *Sementes: Ciência, tecnologia e produção*. 3.ed. rev. Campinas, Fundação Cargil, 1988. 424p.
14. COOL, J.B.; RODRIGO, G.N.; GARCIA, B.S. & TOMES, R.S. *Fisiologia Vegetal*. Madrid, Ediciones Pirâmides, 1985. 813p.
15. COLLIS-GEORGE, N. & HECTOR, J.B. Germination of seeds as influenced by matric potential and by area of contact between the seed and soil water. *Australian Journal Soil Research*, East Melbourne, 4:145-64, 1966.
16. CORRADINI, L.; AGUIAR, I.B. de; ARANTES, A.G.B. & CARRARA, M.A. Controle químico de "Dampin off" em sementeiras de *Eucalyptus grandis*. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO 3, Manaus, 1978. Anais... São Paulo, Secretaria da Indústria e Comércio; ciência e tecnologia, 1978. 1, p. 101-3.
17. DASBERG, S. & MENDEL, K. The effect of soil water and aeration of seed germination. *Journal of Experimental Botany*, London, 22(73):992-8, nov. 1971.
18. DONI FILHO, L. Influência do beneficiamento em algumas características de um lote de sementes, de *E. grandis* Hill ex Maiden baseado na separação pelo tamanho e peso específico. Piracicaba, ESALQ, 1974. 102p. (Tese MS).
19. EDGAR, J.G. Effects of moisture stress on germination of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. and *E. regnans* F. Muell. *Australian Forest Research*, East Melbourne, 7:241-5, 1977.
20. FAÇANHA, J.G.V. & OLIVA, M.A. Germinação de *Eucalyptus* spp. sob condições de "stress" hídrico. *Silvicultura*, São Paulo (28):276-7, 1983.
21. _____ ; _____ ; LOPES, N.F. & BARROS, N.F. Relação/crescimento em espécies de Eucalipto submetidas a estresse. *Revista Arvore*, Viçosa, 7(2):177-87, 1983.

23. FERREIRA, F.A. Patologia Florestal: Principais doenças florestais no Brasil. Viçosa, SIF, 1989. 570p.
24. _____ Principais doenças do Eucalipto no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, EPAMIG, 1986. 32 p. (Boletim Técnico, 23).
25. FERRI, M.G., Coord. Fisiologia Vegetal. 2.ed. São Paulo, EPU, 1985. 362p.
26. FONSECA, A.G.; BRANDI, M.R.; PAULA NETO, F. de & CANDIDO, J.F. Efeito do sombreamento, do tamanho e peso das sementes na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e no seu crescimento inicial no campo. *Revista Arvore*, Viçosa, 3(2):145-59, 1979.
27. FONSECA, E. de P. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em "win-strip". Viçosa, UFV, 1988. (Tese Magister Scientiae).
28. GOMES, J.N.; COUTO, L. & PEREIRA, A.R. Uso de diferentes substratos na produção em tubetes e em bandejas de isopor. *Revista Arvore*, Viçosa, 9:58-86, 1985.
29. HADAS, A. Effects of soil moisture stress on seed germination. *Agronomy Journal*, Melbourne, 61:325-7, 1969.
30. _____ & RUSSO, D. Water uptake by seeds as affected by water stress, capillary conductivity, and seed-soil water contact. I. Experimental study¹. *Agronomy Journal*, Madison, 66,643-7, 1974.
31. HARPER, J.R. & BENTON, R.A. The behaviour of seeds in soil. II. The germination of seeds on the surface of a water supplying substrate. *Journal Ecology*, London, 54:151-66, 1966.
32. HORST, G.L. & TAYLOR, R.M. Germination and initial growth of Kentucky bluegrass in soluble salts. *Agronomy Journal*, Madison, 75:679, 1983.
33. HUNTER, J.R. & ERICKSON, A.E. Relation of seed germination to soil moisture tension. *Agonomy Journal*, Madison, 44:107-9, 1952.
34. KOSLOWSKI, T.T. Growth and development of trees. Seed Germination, ontogeny, and shoot growth. New York, Academic Press, 1971. V.7, p.41-93,
35. McWILLIAM, J.R. & PHILLIPS, P.J. Effect of osmotic and matric potentials on the availability of water for seed germination. *Australian Journal Biology Science*, Victoria, 24:,423-31, 1971.

36. MOURA, V.P.G. Influência da altitude no tamanho de sementes e no crescimento de mudas de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. *Silvicultura*, São Paulo, 8(28):382-6, 1983.
37. MAYER, A.M. & POLJKOFF-MAYBER, A. *The germination of seeds*. 2. ed. Oxford, Pergamon press, 1975. 236p.
38. OLIVEIRA, J.P. de & LINK, D. Influência de diferentes espessuras de casca de arroz sobre a germinação e desenvolvimento de *Eucalyptus camaldulensis* Dehr. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, Santa Maria, RS, 1(1):25-30, 1971.
39. PEARCE-PINTO, G.V.N.; VAN DER MOEZEL, P.G. & BELL, D.T. Seed germination under salinity stress in Western Australian species of *Eucalyptus*. *Seed Science & Tecnology*, New Delhy, 18:113-8, 1990.
40. PEREIRA, A.R. & GOMES, J.M. Influência do tamanho da semente no crescimento de mudas de *Eucalyptus* spp. 4º Congresso Florestal Brasileiro, BH, 10-15 maio. *Silvicultura*, São Paulo, 28:418-21, 1982.
41. PEREIRA, J.C.D. & GARRIDO, M.A. de O. Influência do tamanho das sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, sobre a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas. *Silvicultura*, São Paulo, 9:117-24, 1975.
42. PEREZ, S.C.J.G. de A. & MORAES, J.A.P.V. de Influência de estresse hídrico e do pH no processo germinativo da Algarobeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 26(7):975-80, jul, 1991.
43. PHILLIPS, R.E. Water diffusivity of germinating soybean, corn and cotton seed. *Agronomy Journal*, Maison, 60:568-71, 1968.
44. POPINIGIS, F. *Fisiologia da Semente*. Brasília, Ministério da Agricultura, AGIPLAN, 1985. 269 p.
45. REIS, M.S. & CHAVES, G.M. Estudo do tombamento de mudas de Eucalipto incitado por *Cylindrocladium scoparium* Morgan, 1982. I - Etiologia. *Experientiae*, Viçosa, 7(1):1-23, 1967.
46. ROBERTS, E.H. *Viability of seeds*. London, Chapman and Hall 1974.
47. RYAN, J.; MIYAMOTO, S. & STROEHLEIN, J.L. Salt and specific ion effects on germination of four grasses. *Journal of Range Management*, Denver, 28:61-4, 1975.

48. SA, M.E. de Relações entre qualidade fisiológica, disponibilidade hídrica e desempenho de sementes de soja (*Glycine max* L. Merrill). Piracicaba, ESALQ, 1987. 147p. (Tese MS).
49. SHARMA, J.K. Eucalypts in India Past, Present and Future. Potential threat of native pathogens on exotic eucalypts in Kerala. 1986. p. 367-76.
50. SHAYREWICH, C.F. & WILLIAMS, J. Influence of hydraulic properties of soil on pre-germination water absorption by rapeseed (*Brassica napus*)¹. *Agronomy Journal*, Madison, 63:454-57, 1971.
51. SILVA, H.D.; SOUZA, S.M. de & PIRES, I.E. Influência da Espessura e tipo de material de cobertura na produção de mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook. *Silvicultura*, São Paulo, (28):494-96, 1982. (CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4, Belo Horizonte, 1982)
52. THANOS, C.A. & SKORDILIS, A. The effects of lighth, temperature and osmotic stress on the germination of *Pinus halapensis* and *Pinus brutia* seeds. *Seed Science & Tecnology*, New Delhy, 15:163-64, 1987.
53. TOLEDO, F.F. & MARCOS FILHO, J. *Manual de Sementes. Tecnologia de Produção*. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1977. 224p.
54. UHVITS, Rachel. Effects of osmotic pressure on water absorption and germination of alfafa seed. *American Journal Botany*, Columbus, 33:278-85, 1946.
55. VALERI, S.V.; AGUIAR, I.B. & DENARDI, M.A. Influência do tamanho de sementes de *Eucalyptus saligna* Sm no desenvolvimento das mudas produzidas através dos métodos de semeadura direta e repicagem. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL: METODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, Curitiba, 1984. *Anais...* Curitiba, UFPr/IUFRO, 1984. p. 108-21.
56. VAN DER MOEZEL, P.G. & BELL, D.T. The effect of salinity on the germination of some Western Australian *Eucalyptus* and *Melaleuca* species. *Seed Science & Tecnology*, 15:239-46, 1987.
57. WADLEIGH, C.H. The integrated soil moisture stress upon a root in a large container of saline soil. *Soil Science*, Maryland, 61:225-38, 1946.
58. ZOHAR, Y., WEISEL, Y. and KARSCHON, R. Effects of light, Temperature and osmotic stress on seed germination of *Eucalyptus occidentalis* End. *Australian Journal Botany*, Melbourne, 23:391-97, 1975.

A N E X O

QUADRO A1 - Análise de Variância dos efeitos dos Potenciais osmóticos, sobre a germinação de sementes de *E. grandis* e *E. citriodora* (aos 14 dias).

CV	GL	QM	
		<i>E. grandis</i>	<i>E. citriodora</i>
Bloco	2	143.150	67.881
Tamanho (T)	1	1538.236**	12.241
Potencial (P)	3	1205.226**	2.086
T x P	3	146.631	21.552
Erro	14	140.751	9.984
		CV=19,42%	CV=3,47%

QUADRO A2 - Análise de Variância dos efeitos dos potenciais osmóticos sobre os Índices de velocidade de germinação de sementes de *E. grandis* e *E. citriodora* (aos 14 dias).

CV	GL	QM	
		<i>E. grandis</i>	<i>E. citriodora</i>
Bloco	2	3.598	2.258
Tamanho (T)	1	70.898*	2.007
Potencial (P)	3	191.554**	37.441**
T x P	3	2.411	0.808
Erro	14	12.753	1.970
		CV=28.13%	CV=10.84%

QUADRO A3 - Análise de Variância dos efeitos dos Potenciais matriciais, sobre a porcentagem de emergência das plântulas de *E. grandis* e *E. citriodora* (aos 25 dias)

CV	GL	QM	
		<i>E. grandis</i>	<i>E. citriodora</i>
Bloco	2	133.996	58.934
Tamanho (T)	1	838.537**	110.030
Substrato (S)	1	1825.572**	7984.695**
T x S	1	1.586	22.875
Potencial (P)	3	264.714*	390.932**
T x P	3	223.405*	21.369
S x P	3	212.139**	260.904*
T x S x P	3	71.943	39.571
Erro	30	63.272	31.633
		CV=18.29%	CV=10.72%

QUADRO A4 - Análise de Variância dos efeitos dos Potenciais matriciais, sobre o Índice de velocidade de emergência das plântulas de *E. grandis* e *E. citriodora* (aos 25 dias)

CV	GL	QM	
		<i>E. grandis</i>	<i>E. citriodora</i>
Bloco	2	3.300	1.206
Tamanho (T)	1	32.065**	3.864*
Substrato (S)	1	38.455**	128.793**
T x S	1	1.365	0.347
Potencial (P)	3	4.948	37.763**
T x P	3	4.074	0.478
S x P	3	9.771**	5.167*
T x S x P	3	3.687	0.787
Erro	30	1.788	0.473
		CV=32.26%	CV=13.96%

QUADRO A5 - Análise de Variância dos efeitos dos Potenciais matriciais, sobre o número de pares de folhas das das plântulas de *E. grandis* e *E. citriodora* (aos 25 dias)

CV	GL	QM	
		<i>E. grandis</i>	<i>E. citriodora</i>
Bloco	2	0.508	0.045
Tamanho (T)	1	0.653*	0.630*
Substrato (S)	1	1.470*	1.577**
T x S	1	0.163	0.350
Potencial (P)	3	0.207	0.401*
T x P	3	0.248	0.084
S x P	3	0.018	0.025
T x S x P	3	0.006	0.169
Erro	30	0.093	0.094

CV=19.02%

CV=18.18%

QUADRO A6 - Análise de Variância dos efeitos dos Substratos em tubetes sobre a emergência de plântulas de *E. grandis* e *E. citriodora* (aos 25 dias)

CV	GL	QM	
		<i>E. grandis</i>	<i>E. citriodora</i>
Bloco	3	13.391	4.389
Substrato	4	151.531*	54.624
Erro	12	41.254	37.245

CV=11.01%

CV=10.18%

QUADRO A7 - Análise de Variância dos efeitos dos Substratos em tubetes sobre o Índice de velocidade de emergência de plântulas de *E. grandis* e *E. citriodora* (aos 25 dias)

CV	GL	QM	
		<i>E. grandis</i>	<i>E. citriodora</i>
Bloco	3	0.059	0.992
Substrato	4	2.241**	16.654**
Erro	12	0.066	1.344

CV=10.72%

CV=17.04%

QUADRO A8 - Análise de Variância dos efeitos dos Substratos em tubetes sobre o número de pares de folhas de plântulas de *E. grandis* e *E. citriodora* (aos 25 dias)

CV	GL	QM	
		<i>E. grandis</i>	<i>E. citriodora</i>
Bloco	3	0.060	0.022
Substrato	4	0.365**	0.528**
Erro	12	0.041	0.089
		CV=7.07%	CV=11.15%

QUADRO A9 - Análise de Variância dos efeitos dos Substratos em tubetes sobre a altura da parte aérea de mudas de *E. grandis* e *E. citriodora* (aos 90 dias)

CV	GL	QM	
		<i>E. grandis</i>	<i>E. citriodora</i>
Bloco	3	12.948	13.789
Substrato	4	4.568	1.127
Erro	12	6.543	5.193
		CV=13.08%	CV=11.76%

QUADRO A10 - Análise de Variância dos efeitos dos Substratos em tubetes sobre o número de pares de folhas de mudas de *E. grandis* e *E. citriodora* (aos 90 dias)

CV	GL	QM	
		<i>E. grandis</i>	<i>E. citriodora</i>
Bloco	3	0.793	0.534
Substrato	4	0.382	0.621
Erro	12	0.190	0.654
		CV= 5.16%	CV=11.20%

QUADRO A11 - Análise de Variância dos efeitos dos Substratos em tubetes sobre o diâmetro do colo de mudas de *E. grandis* e *E. citriodora* (aos 90 dias)

CV	GL	QM	
		<i>E. grandis</i>	<i>E. citriodora</i>
Bloco	3	0.001	0.002
Substrato	5	0.001	0.001
Erro	15	0.000	0.001
		CV=7.77%	CV=10.59%

QUADRO 12 - Porcentagem de fungos encontrados nas sementes puras de *E. grandis* e *E. citriodora*

FUNGOS	<i>E. grandis</i> %	<i>E. citriodora</i> %
<i>Alternaria alternata</i>	1,25	-
<i>Aspergillus flavus</i>	3,50	-
<i>Aspergillus niger</i>	48,25	9,5
<i>Cladosporium</i>	7,25	-
<i>Fusarium</i>	7,50	0,5
<i>Penicilium</i> sp	13,25	6,5
<i>Pestalotia</i> sp	7,0	-

QUADRO 13 - Número de colônias dos fungos encontradas nas impurezas das sementes de *E. grandis* e *E. citriodora*

FUNGOS	<i>E. grandis</i>	<i>E. citriodora</i>
<i>Alternaria alternata</i>	1	-
<i>Aspergillus flavus</i>	12	27
<i>Aspergillus niger</i>	41	9
<i>Cladosporium</i>	15	2
<i>Fusarium</i>	3	1
<i>Penicilium sp</i>	13	48
<i>Pestalotia sp</i>	9	4
<i>Phoma sp</i>	-	2

QUADRO 14 - Número de colônias dos fungos encontradas nas impurezas + sementes de *E. grandis* e *E. citriodora*

FUNGOS	<i>E. grandis</i>	<i>E. citriodora</i>
<i>Alternaria alternata</i>	4	-
<i>Aspergillus flavus</i>	8	5
<i>Aspergillus niger</i>	134	-
<i>Cladosporium</i>	79	-
<i>Fusarium</i>	11	-
<i>Penicilium sp</i>	81	45
<i>Pestalotia sp</i>	11	4
<i>Phoma sp</i>	-	1

QUADRO A15- Número de colônias dos fungos encontrados no substrato utilizado na produção de mudas, a partir de sementes, na CHAMFLORA AGRICOLA Ltda - Mogi Guaçu/SP

	FUNGOS	N. colônias
1.	<i>Aspergillus flavus</i>	7
2.	<i>Aspergillus niger</i>	16
3.	<i>Fusarium</i>	14
4.	<i>Penicilium sp</i>	8
5.	<i>Trichoderma sp</i>	5