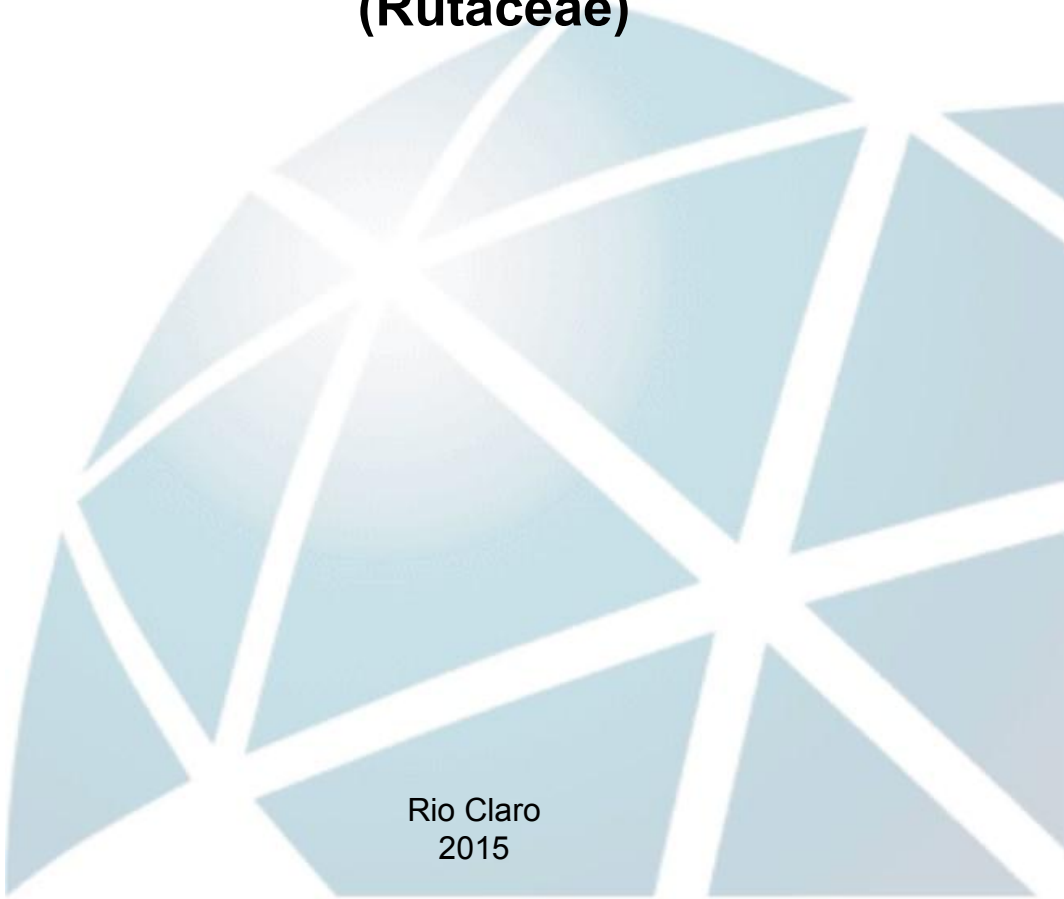

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

NATHÁLIA MARQUESINI DE SOUZA

**DETERMINAÇÃO DAS TEMPERATURAS
CARDEAIS PARA A GERMINAÇÃO DE
SEMENTES DE *Murraya paniculata* L. Jack.
(Rutaceae)**



Rio Claro
2015

NATHÁLIA MARQUESINI DE SOUZA

DETERMINAÇÃO DAS TEMPERATURAS CARDEAIS PARA A
GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Murraya paniculata* L. Jack.
(Rutaceae)

Orientador: Massanori Takaki

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de
Bacharela em Ciências Biológicas.

Rio Claro
2015

582.0467 Souza, Nathália Marquesini de
S729d Determinação das temperaturas cardeais para a
 germinação de sementes de *Murraya paniculata* L. Jack.
 (Rutaceae) / Nathália Marquesini de Souza. - Rio Claro, 2015
 30 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências
Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de
Biociências de Rio Claro

Orientador: Massanori Takaki

1. Sementes. 2. Fisiologia de sementes. 3. Temperatura. 4.
Rutaceae. 5. Falsa-murta. I. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais pelos ensinamentos, preocupações, apoio e carinho em tudo na minha vida até o presente momento.

À minha falecida avó Maria por influenciar muito na minha criação e ter me proporcionado ser uma pessoa melhor com seus exemplos de vida e sua força de viver.

Aos meus dois irmãos, João Paulo e Ricardo, pelo apoio e pelo incentivo durante meu crescimento e por serem os melhores irmãos que eu poderia ter.

Às minhas cunhadas Renata e Natália, pelas conversas, incentivo, força, cumplicidade e risadas no decorrer do meu caminho, seja na tristeza ou na alegria.

À Andrea e Michelle, que considero como parte da minha família, agradeço pela companhia, pelas inúmeras risadas, conversas, conselhos, apoio e ajuda mesmo nas menores dificuldades do dia-a-dia.

Aos meus sogros, Rosana e Carlos Alberto pela preocupação com meu bem estar e por me tratarem com uma filha sempre.

À minha turma CBN 08, por momentos maravilhosos, risadas, pelas viagens de curso que se tornaram bem melhores com vocês, pelos churrascos, lembranças, mas em especial a Maria Eugenia, que nos deixou, porém nos ensinou a viver a vida intensamente e com muita alegria.

Aos meus amigos Thelma e Luis Adriano pelas festas, risadas, parceria e momentos que vou guardar com muito carinho. Que possamos continuar nossa amizade.

Agradeço a aqueles que passaram rapidamente pela minha graduação, aos colegas, conhecidos, parentes e amigos por fazerem parte de alguma forma desse caminho.

Agradeço aos amigos da van de Pirassununga/Rio Claro pelo convívio diariamente, pelas músicas cantadas, pelas piadas contadas, pelas brigas, confusões e risadas.

À técnica de laboratório Sílvia, pelas dicas e informações dadas.

Em especial, agradeço ao meu orientador Massanori Takaki pela oportunidade, paciência e por me ajudar em um momento de desespero. Foi muito bom poder fazer um trabalho com sua orientação. Muito obrigada.

Agradeço ao Paulo pela paciência, ajuda como os resultados e por me auxiliar nas minhas dificuldades, me dando dicas e incentivos.

Com todo amor agradeço ao meu noivo Carlos Eduardo pela preocupação, carinho, paciência e por sempre estar do meu lado me apoiando. Eu te amo.

Muito obrigada a todos!

RESUMO

A *Murraya paniculata*, é conhecida popularmente como murta-de-cheiro ou falsa-murta, pertence à família Rutaceae e é uma espécie nativa da Índia que foi introduzida no Brasil. Essa espécie é utilizada na arborização de ruas e em jardins das cidades graças à copa densa e sua resistência a condições adversas. Pode ser utilizada também para formação de cerca vivas e, sua madeira branca tem alta durabilidade podendo ser utilizada em marcenarias. Na Ásia, esta espécie é considerada medicinal e as folhas e raízes são utilizadas para o tratamento de problemas intestinais, de reumatismo e tosse. Do ponto de vista químico, esta espécie acumula principalmente cumarinas e flavonóides, além de derivados do ácido cinâmico e alcalóides. No presente trabalho propomos determinar as temperaturas cardeais para a germinação de sementes de *Murraya paniculata*, além disso, analisamos a influência do teor de água na germinação para determinar se as sementes são recalcitrantes ou ortodoxas, e a influencia do potencial hídrico induzido por polietilenoglicol (PEG 6000). O aprofundamento dos estudos dessa espécie se faz importante por conta desta ser hospedeira alternativa do psílideo *Diaphorina citri*, transmissor do “greening” dos citros, doença que diminuiu a produção de citros nos últimos anos.

Palavras-chave: Germinação, Fisiologia de Sementes.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
1.1 Características da espécie	6
1.2 Germinação de sementes	8
1.3 Teor de água nas sementes	10
2 OBJETIVOS	11
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
3.1 Material biológico	12
3.2 Procedimentos experimentais.....	14
3.2.1 Determinação das temperaturas cardeais.....	14
3.2.2 Influência do estresse hídrico induzido por polietilenoglicol sobre a germinação de sementes de <i>Murraya paniculata</i>	14
3.2.3 Influência do teor de água da semente na germinação	16
3.3 Índices relativos à germinação	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1 Análise das temperaturas cardeais e ótima.....	18
4.2 Análise da influência do estresse hídrico sobre a germinação de sementes de <i>Murraya paniculata</i>	21
4.3 Análise da influência do teor de água da semente na germinação	25
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

1.1 Características da espécie

A *Murraya paniculata* é uma árvore perenifólia de 5-7 m de altura, conhecida como murta-de-cheiro, pertence à família Rutaceae. Esta espécie é nativa da Índia, possui tronco revestido por casca fina, acinzentada, com fissuras rasas, ramagem numerosa formando copa arredondada. Possuem folhas compostas pinadas, alternas, verde-escuras, com textura firme e brilhante. As inflorescências são dispostas nas extremidades dos ramos com flores de corola com cinco pétalas brancas, muito perfumadas. Os frutos dispostos em cachos, do tipo drupa, pequenos e vermelhos (LORENZI et al. 2003).

Figura 1 — Fotografia dos frutos de *Murraya paniculata*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A espécie é encontrada em regiões tropicais e subtropicais do mundo e foi apresentada ao Brasil como ornamental para paisagismo e jardim (MESQUITA et al. , 2008) . A *Murraya paniculata* é muito utilizada na arborização de vias públicas.

Cerca de 80% das espécies utilizadas na arborização urbana são exóticas, porem é necessário que as espécies e suas características sejam adequadas para o lugar de interesse, como por exemplo, não ser muito alta em locais com fiação

elétrica e também não ser muito baixa para não atrapalhar o fluxo de pessoas nas calçadas. A murta-de-cheiro é caracterizada por possuir porte médio, florescimento exuberante e perfume agradável de suas inflorescências.

Figura 2 — Fotografia de um espécime de *Murraya paniculata* próximo à UNESP.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Ásia, esta espécie é considerada medicinal e as folhas e raízes são utilizadas para o tratamento de problemas intestinais, de reumatismo e tosse (VELOZO, 1995; LORENZI et al., 2003). Do ponto de vista químico, esta espécie acumula principalmente cumarinas preniladas e flavonóides, além de derivados do ácido cinâmico e alcalóides (ITO & FURUKAWA, 1987; RAHMAN et al., 1997; WU et al., 1994; FERRACIN et al., 1999).

No Brasil, a *Murraya paniculata* foi encontrado apenas em áreas cultivadas, mas tornou-se uma espécie invasora em outros países, como na Flórida (EUA), as ilhas do Pacífico e Austrália (WHITE et al. , 2006). As plantas invasoras podem ser concorrentes importantes no sistema de cultivo, mas também podem servir como hospedeiros de pragas (GASPAROTO et al. , 2010) e doenças (BOVE, 2006).

A murta-de-cheiro é considerada um hospedeiro alternativo da bactéria do gênero —“*Candidatus Liberibacter*” e seu principal vetor *Diaphorina citri* Kuwayama

(citrus Asian psyllid; Hemiptera: Psyllidae) causadores da doença *huanglongbing*, conhecida como “*greening*” de citros. No Brasil, esta doença foi observada pela primeira vez em 2004 e desde então tem sido relatada em praticamente todas as regiões produtoras de citros do país (TEIXEIRA et al., 2008). A doença representa uma ameaça à produção de citros mundial.

Murraya paniculata pode ser dispersa por aves frugívoras nativas (WHITE et al., 2006) e principalmente por formigas cortadeiras nativas, como *Acromyrmex niger* (SMITH, 1858) (Hymenoptera: Formicidae), que mostrou uma preferência para transportar os frutos para seus ninhos, limpá-los e descartar as sementes em depósitos de lixo (PIKART et al., 2011). Deste modo, podem favorecer a propagação e estabelecimento desta planta e assim levar a problemas no monitoramento e controle da doença. A reprodução dessa espécie pode ser considerada importante visto que se trata de uma planta com interesse medicinal, ornamental e principalmente que pode ser hospedeira de uma doença a nível mundial.

1.2 Germinação de sementes

As sementes que necessitam de condições básicas para germinarem. Elas apresentam grande diversidade de características adaptativas que lhes permitem a sobrevivência diante de fatores ambientais e temporais destrutivos, incluindo fatores físicos e interações com outros seres vivos. As sementes são importantes para a perpetuação das espécies e as várias interações entre elas, sendo assim, o ambiente e seus progenitores constituem um material incrível para estudo de adaptações de populações de plantas (VASQUEZ-YANES, 1984).

Existem condições ambientais que afetam a germinação, dentre elas a temperatura (MAYER & PLOJAKOFF-MAYNER, 1989). Nesse processo, a influência da temperatura pode ser avaliada a partir de mudanças ocasionadas na porcentagem e na velocidade de germinação (BEWLEY & BLACK, 1994; BARBOSA et al., 1985) e também na frequência relativa da germinação ao longo do tempo (LABOURIAU & PACHECO, 1979; PEREZ, 1995). A temperatura mínima, ótima e máxima na qual a germinação pode ocorrer são chamadas de temperaturas cardiais (LABOURIAU, 1983). A temperatura ótima é aquela na qual a germinabilidade é considerada máxima e, conseqüentemente, a que registra o mais alto percentual de

germinação no menor tempo. No entanto, as temperaturas consideradas mínima e máxima são referentes a pontos críticos nos quais, respectivamente, abaixo e acima dos mesmos a germinação não ocorre (LABOURIAU, 1983; MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989; PILATI ET AL., 1999).

A germinação de sementes pode também ser influenciada pela disponibilidade de água no ambiente. A água não está somente envolvida na quebra da dormência da semente, mas também, direta e indiretamente, em todas as demais etapas do metabolismo subsequentes. O transporte metabólico, as reações enzimáticas e a solubilização são algumas das atividades em que a água tem participação decisiva, assim como reagente na digestão hidrolítica de proteínas, carboidratos e lipídios dos tecidos de reserva de semente (CARVALHO & NAKAGAWA, 1988; WOODSTOCK, 1988; MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989).

A diminuição do potencial de hídrico pode interferir na taxa de germinação ou atrasar o início desse processo. A primeira etapa da germinação é a embebição, a qual se divide em três fases: fase I, caracterizada pela rápida absorção de água, seguida pela fase II, chamada de fase estacionária e por fim a fase III, na qual ocorre um novo aumento no conteúdo de água, que coincide com o crescimento da radícula. Em alguns casos, a fase II pode ser estendida pela dormência fisiológica, altas e baixas temperaturas, déficit hídrico ou ácido abscísico, porém outros fatores que promovem a germinação podem encurtar esta fase (BRADFORD, 1990). Na embebição, vários fatores podem limitar o processo, como: a composição e a permeabilidade do tegumento, disponibilidade de água no meio ambiente, área de contato solo-semente, temperatura, pressão hidrostática e condição fisiológica da semente (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989; MIAN & NAFZIGER, 1994).

Em condições de laboratório, os estudos de germinação são realizados com soluções aquosas que simulam condições padronizadas de estresse hídrico (SANTOS et al., 1992). Uma solução que entra em contato com os tecidos vivos não deve ser metabolizada pela planta, nem sofrer mudanças por microrganismos durante a imersão do tecido na solução (SLAVIK, 1974), porém dentre os solutos normalmente utilizados, nenhum deles seguem todas essas ressalvas e também existem discordâncias entre os efeitos na semente. O polietilenoglicol (PEG) é muito utilizado nos trabalhos de pesquisa e tem tido sucesso em simular os efeitos de déficit hídrico nas plantas, pois ele não consegue penetrar nas células, não é

degradado e não é tóxico, devido ao seu grande peso molecular (HASEGAWA et al., 1984).

1.3 Teor de água nas sementes

As sementes possuem em seu interior uma certa quantidade de água quando dispersas, que chamamos de teor de água na semente. Algumas sementes resistem mais a perda de água que outras e podem manter sua viabilidade diante de condições adversas. Essas sementes podem ser caracterizadas dentro de uma graduação como recalcitrantes, intermediárias ou ortodoxas. As sementes recalcitrantes são aquelas que mais sensíveis à dessecação e as baixas temperaturas, não toleram dessecação a graus de umidade entre 15% e 20%, sendo assim difíceis de armazenar por um período prolongado. As intermediárias se encontram na metade entre os dois extremos dessa classificação tolerando dessecação a graus de umidade em torno de 10% a 13% e têm a viabilidade reduzida em graus de umidade inferiores. Já as ortodoxas toleram dessecação a graus de umidade próximos de 2% a 5%, ou mesmo abaixo desses níveis (ROBERTS, 1973; HONG e ELLIS, 1996).

2 OBJETIVOS

Apesar da importância da *Murraya paniculata*, principalmente como relação a ser uma hospedeira alternativa no “greening” de citros, não foram relatados ainda aspectos da germinação de suas sementes, sendo esse um conhecimento importante para o manejo da espécie. Dessa forma, no presente trabalho foram analisadas as temperaturas cardeais para a germinação de sementes de *Murraya paniculata*, visando compreender a propagação da espécie a partir da biologia da semente, bem como a influência do estresse de água no processo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Material biológico

As sementes utilizadas neste trabalho foram obtidas de espécimes utilizados para arborização de vias públicas dos bairros próximos a UNESP - Campus Rio Claro. Os frutos foram colhidos das matrizes maduros. Depois de colhidos, no Laboratório de Fotomorfogênese de Plantas (UNESP/Rio Claro-SP), os frutos foram despoldados em água corrente (Figura 3, 4 e 5). As sementes foram separadas manualmente. A secagem das sementes foi realizada mantendo-as a 25°C em uma sala climatizada sobre uma folha de papel filtro.

Figura 3 — Fotografia da lavagem dos frutos de *Murraya paniculata*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 4 — Fotografia dos frutos sendo despoldados em água corrente.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 5 — Fotografia da secagem das sementes de *Murraya paniculata*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2 Procedimentos experimentais

Todos os experimentos de germinação foram elaborados no Laboratório de Fotomorfogênese de Plantas do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista - UNESP, *campus* de Rio Claro/SP.

3.2.1 Determinação das temperaturas cardeais

Os experimentos foram realizados em germinadores regulados com temperaturas constantes de 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C e 40°C, sob a condição de iluminação branca e de escuro constantes. Foram colocadas 25 sementes em cada placa de Petri forradas com papel filtro, sendo quatro placas por temperatura diferente. Em cada placa foram adicionados 10 ml de água destilada. As placas de Petri foram fechadas e colocadas em caixas acrílicas conhecidas como “gerbox”. Foram utilizadas “gerbox” transparentes para o tratamento de luz e pretas opacas para o de escuro. Foram utilizadas lâmpadas fluorescentes do tipo “12 h do dia” de 15 W cada para a iluminação branca. Nos experimentos no escuro foi utilizada luz verde de segurança para as contagens de sementes germinadas. As contagens foram feitas diariamente e o experimento durou 23 dias.

3.2.2 Influência do estresse hídrico induzido por polietilenoglicol sobre a germinação de sementes de *Murraya paniculata*

Vinte sementes foram dispostas em placas de Petri com quatro repetições cada e, posteriormente, colocadas em “gerbox” transparentes para o tratamento de luz e pretas opacas para o de escuro. Em ambos os tipos de tratamentos as placas de Petri foram forradas com duas folhas de papel filtro umedecidas com 10 ml de água destilada ou solução de polietileno glicol (PEG 6000) em uma determinada concentração de acordo com cada um dos tratamentos (Tabela 1). Foi utilizada água destilada para o tratamento controle e 6 concentrações crescentes de solução de PEG 6000 nos demais tratamentos (Tabela 1). Para cada um deles foram utilizadas quatro repetições. As contagens foram feitas diariamente por 22 dias em uma sala com temperatura constante de 25°C e iluminada por lâmpadas fluorescentes do tipo

—uz do dia” de 15 W. Nos experimentos de escuro foi utilizada luz verde de segurança para as contagens das sementes. Não houve remoção das sementes germinadas durante todo o experimento, considerando-se germinada a semente com protrusão da raiz.

Figura 6 — Fotografia do preparo das réplicas e pipetagem das soluções correspondentes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 1 – Concentração de polietilenoglicol (PEG 6000) utilizada para obter os diferentes níveis de potencial osmótico, com temperatura 25°C.

Potencial osmótico (MPa)	Concentração (g PEG 6000/100g H ₂ O)
0,0	0,00
-0,1	0,08
-0,2	0,12
-0,4	0,17
-0,6	0,22
-0,8	0,25
-1,0	0,28

No decorrer desse experimento houve a necessidade de fazer a troca de placas no sétimo dia, ou seja, foi preciso refazer todas as placas com solução nova para que o potencial hídrico pudesse ser mantido por mais tempo em cada tratamento, visto que a água pode evaporar e a concentração da solução aumentar.

3.2.3 Influência do teor de água da semente na germinação

Após a coleta e o beneficiamento das sementes, elas foram colocadas sobre um papel filtro a 25°C e imediatamente, deu-se início ao experimento com duração de 7 dias. Foram pesadas quatro repetições de 20 sementes por dia utilizando uma balança de precisão e colocadas para secarem em uma estufa de secagem da marca FANEM, modelo 315, a 105°C durante 24 horas. No dia seguinte as sementes foram pesadas novamente para a determinação do teor de água da semente.

Simultaneamente, todos os dias, também foram feitas quatro repetições de 20 sementes cada, colocadas em placas de Petri de 9 cm de diâmetro e, posteriormente, colocadas em caixas acrílicas opacas do tipo “gerbox”. As placas foram forradas com duas folhas de papel filtro umedecidas com 10 ml de água destilada e após 15 dias foi feita a contagem de sementes germinadas. Esse experimento foi feito para determinar se as sementes de *Murraya paniculata* podem ser classificadas como recalcitrantes ou ortodoxas.

3.3 Índices relativos à germinação

A partir dos dados obtidos nos tratamentos, foi calculada a porcentagem, a velocidade média, a frequência relativa e o índice de sincronização da germinação. Esses parâmetros de germinação serão determinados segundo LABOURIAU (1983).

- Porcentagem de germinação (G)

$$G = (n/a) \times 100$$

Onde: n= número total de sementes germinadas: a= número total de sementes da amostra.

- Tempo médio de germinação (t)

$$t = (\sum n_i \times t_i) / \sum n_i$$

Onde: n_i = número de sementes germinadas entre as observações t_{i-1} e t_i ; t_i = tempo de incubação (dias).

- Velocidade média de germinação (V):

$$V = 1/t$$

Onde t = tempo médio de germinação.

- Frequência relativa da germinação (FR)

$$FR = n_i / N_t$$

Onde:

n_i = número de sementes germinadas entre dois tempos de observações sucessivas ($t-1$) e (t_i); N_t = número total de sementes germinadas nas repetições.

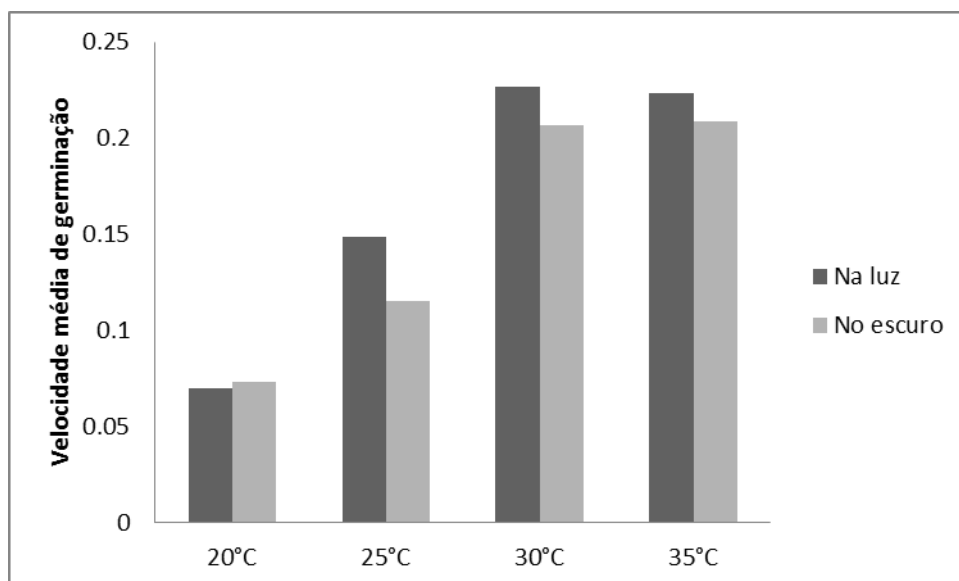
O tratamento estatístico constou de uma análise de variância (ANOVA) 1 fator ou 2 fatores dependendo da análise acompanhados do teste de Fisher LSD. Quando as premissas de normalidade e homogeneidade foram violadas, os dados foram transformados em ranking e foi utilizada a ANOVA ranqueada. Os valores em porcentagem foram transformados em arco-seno $\sqrt{x/100}$. Todos os testes foram realizados de acordo com ZAR (1984) ao nível de 5% de significância. Foi utilizado o software SigmaStat 3.5. Quando não houve germinação o tratamento foi excluído da análise.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise das temperaturas cardeais e ótima

As sementes de *Murraya paniculata* germinaram tanto na presença como na ausência de luz de forma aparentemente semelhante. Na análise estatística foram comparados os valores de velocidade de germinação de cada tratamento e as condições de iluminação. O resultado apontou que existe uma diferença entre as velocidades de germinação na luz e no escuro. Desse modo, ao analisar os dados de velocidade (Figura 7) podemos sugerir que há preferência para a germinação na luz.

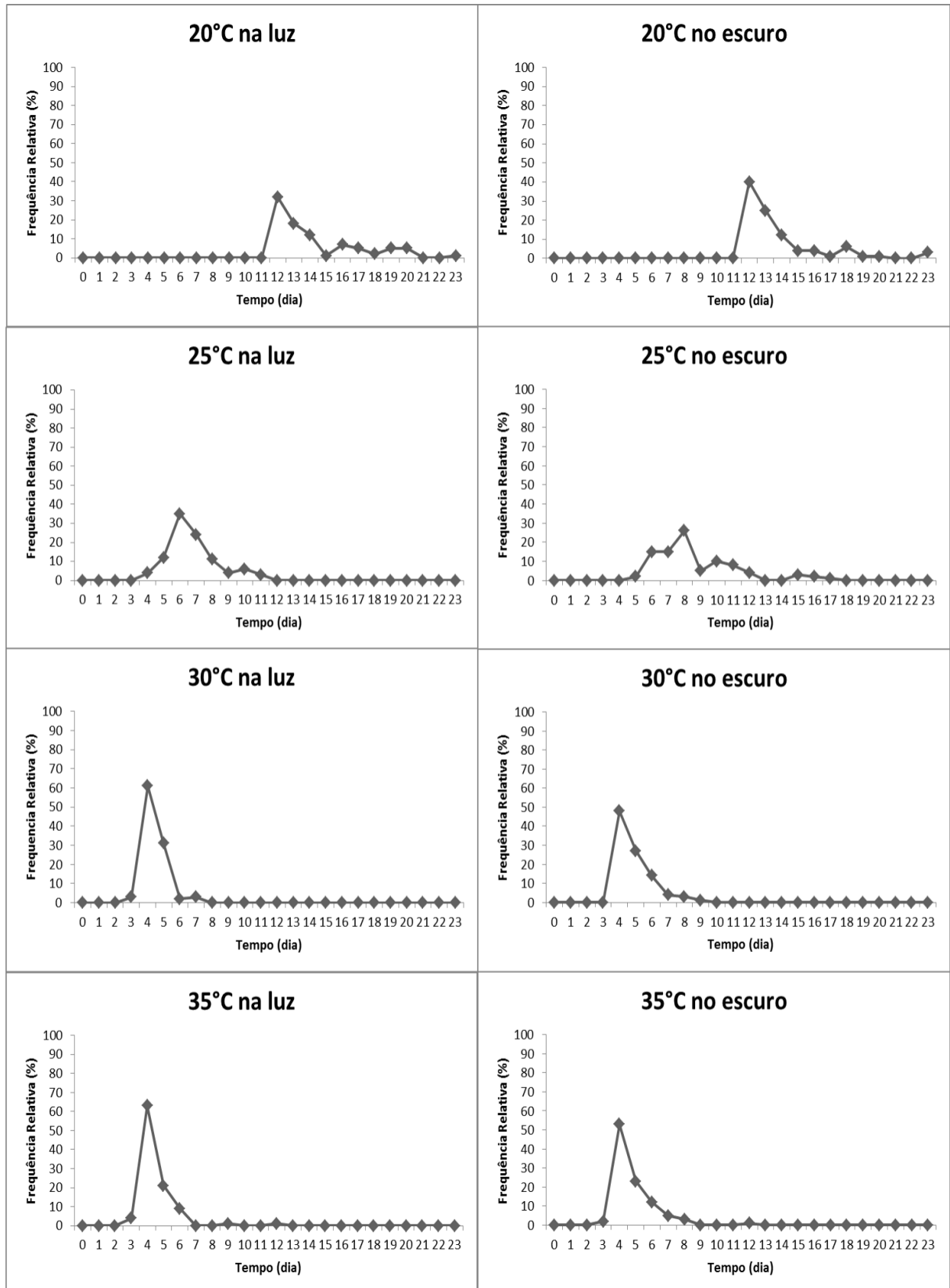
Figura 7 — Gráfico referente à velocidade média de germinação dos experimentos realizados nos germinadores a 20°C, 25°C, 30°C e 35°C, na luz e no escuro.



Fonte: Dados da pesquisa.

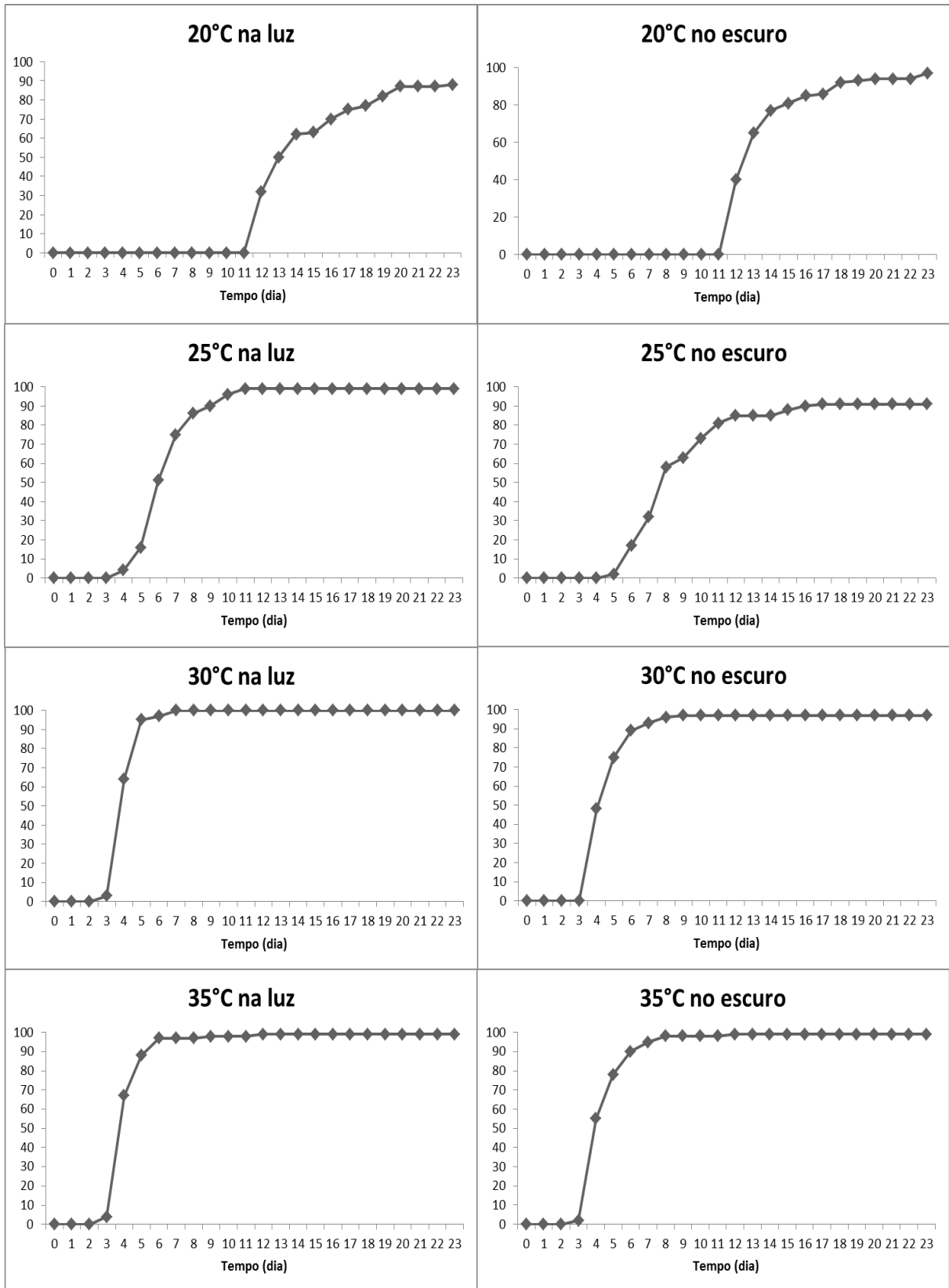
O processo germinativo da semente de *Murraya paniculata* foi totalmente inibido sob 15 e 40°C. Na temperatura de 20°C, em ambas as condições de luz, as primeiras contagens de sementes germinadas ocorreram no 12º dia com um elevado pico (Figura 8). Nas demais temperaturas, o início da germinação se deu por volta do 3º ou 4º dia de experimento. Sob 30 e 35°C houve uma maior frequência relativa de germinação nos primeiros dias em relação às temperaturas de 20°C e 25°C.

Figura 8 — Gráficos referente à frequência relativa da germinação no decorrer dos dias dos experimentos realizados nos germinadores a 20°C, 25°C, 30°C e 35°C, na luz e no escuro.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 9 — Gráficos referente à porcentagem de germinação acumulada no decorrer dos dias dos experimentos realizados nos germinadores a 20°C, 25°C, 30°C e 35°C, na luz e no escuro.



Fonte: Dados da pesquisa.

Foi feita uma ANOVA ranqueada com os dados da porcentagem de germinação, porém não houve diferença significativa por não ter sido encontrado normalidade nesse teste. Desse modo, foram analisados e comparados os gráficos e os valores neles contidos. Em todos os tratamentos em que a germinação ocorreu, a germinabilidade ficou acima de 85%. As menores porcentagens dentre as temperaturas em que a germinação teve sucesso foram as dos tratamentos sob temperatura de 20°C na luz e 25°C no escuro. Todos os outros tratamentos obtiveram uma porcentagem superior a 97%.

A temperatura ótima é aquela na qual ocorre o valor máximo de germinação em menor tempo (LABOURIAU, 1983; MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989; PILATI ET AL., 1999). Analisando os valores de velocidade de cada placa em cada tratamento estatisticamente podemos dizer que a temperatura ótima dessa espécie provavelmente se encontra entre 30 e 35°C. Na análise não houve diferença significativa entre essas duas temperaturas em ambas as condições de luz.

As temperaturas mínimas e máximas são aquelas que se referem a pontos críticos nos quais, respectivamente, abaixo e acima dos mesmos a germinação não ocorre (LABOURIAU, 1983; MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989; PILATI ET AL., 1999). Nesse caso, como não houve germinação sob 15 e 40°C, podemos deduzir que a temperatura mínima, baseado na velocidade de germinação e na linha de tendência do gráfico de dispersão de temperatura por velocidade, se encontra entre 15 e 20°C e a máxima, provavelmente está entre 35 e 40°C. Por uma regressão linear é possível chegar a um valor mais pontual de temperatura mínima sendo de 15,37°C.

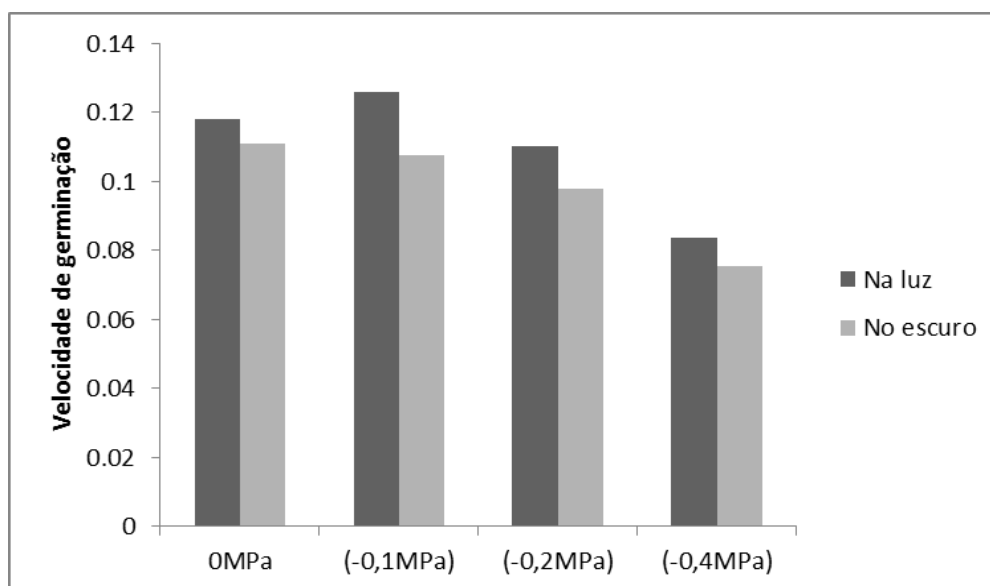
4.2 Análise da influência do estresse hídrico sobre a germinação de sementes de *Murraya paniculata*

Nesse experimento a germinação das sementes foi inibida nos tratamentos que receberam as soluções a -0,6MPa, -0,8MPa e -1,0Mpa, tanto na luz como no escuro. Na Figura 11, encontra-se a representação gráfica da frequência relativa de germinação em cada um dos tratamentos que obtivemos sementes germinadas. Nota-se que o início da germinação foi próximo do sexto e sétimo dia de observação.

As velocidades médias de germinação (Tabela 2 e 3) nos tratamentos de 0MPa e -0,1MPa, em ambas as condições de luz, não tiveram uma significativa diferença na análise estatística e também foram consideradas as maiores dentre os tratamentos. Ao analisarmos as velocidades de germinação e porcentagem de germinação pode-se perceber que nesses dois potenciais hídricos houve uma alta germinabilidade em relação aos outros. A concentração da solução de PEG possui a característica de manter a semente envolta somente com certa disponibilidade de água, gerando um potencial osmótico conhecido. Essa disponibilidade de água, quando ideal, ocorre uma maior germinabilidade das sementes sendo considerada a quantidade de água necessária para o início da germinação.

Assim como no experimento anterior, a análise estatística das velocidades de germinação dos tratamentos, no que se refere as condições de luz e escuro, foram consideradas diferentes. Na figura 10, podemos observar que a velocidade de germinação foi maior na presença de luz assim como observado na figura 7.

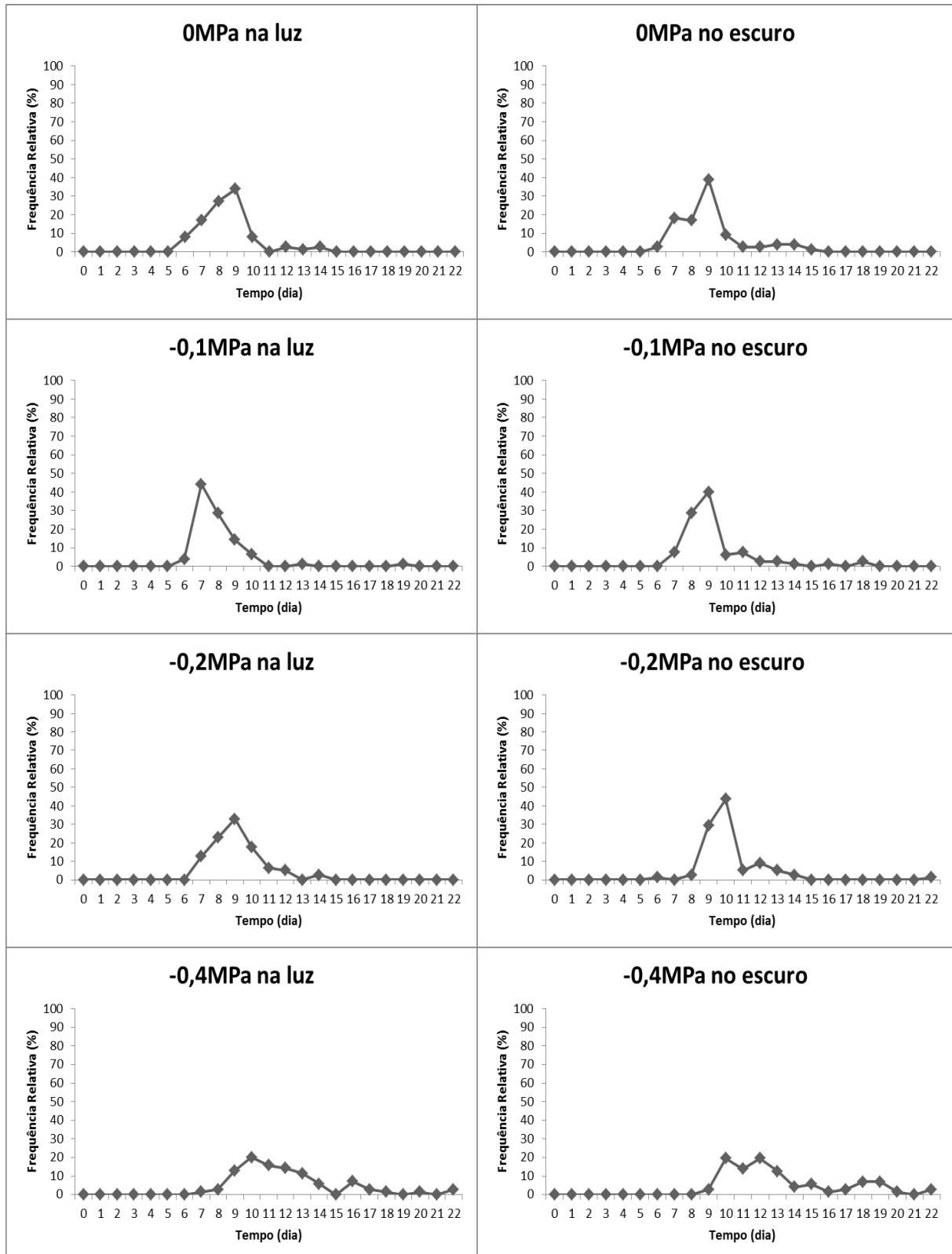
Figura 10 — Gráfico referente à velocidade média de germinação dos experimentos realizados nos diferentes potenciais de água do meio, na luz e no escuro.



Fonte: Dados da pesquisa.

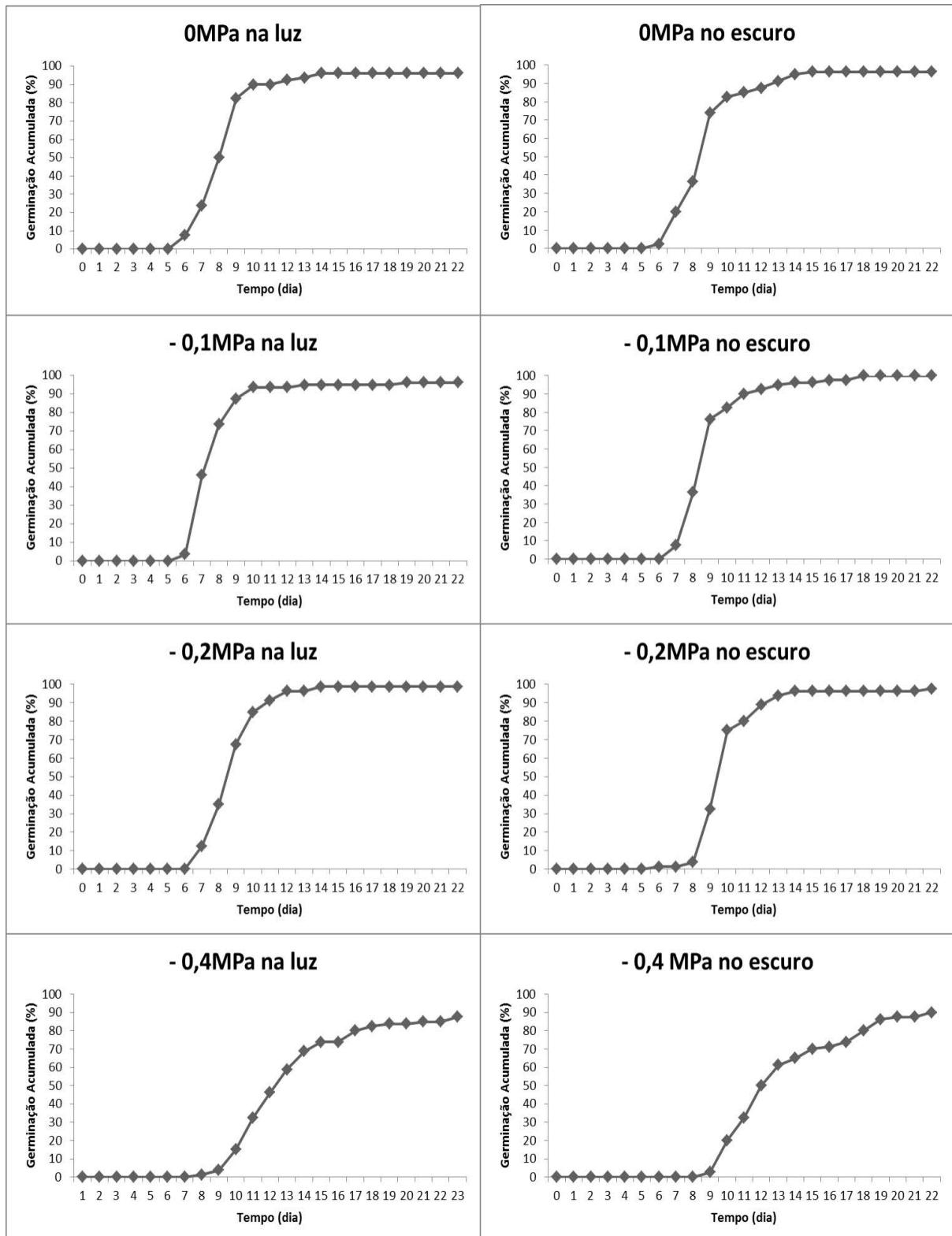
No tratamento a -0,2MPa também ocorreu uma alta porcentagem de germinação (Figura 12), porém houve menor pico no gráfico da frequência relativa na presença de luz, diminuindo a velocidade média da germinação em relação aos dois primeiros tratamentos.

Figura 11 — Frequência relativa da germinação de sementes de *Murraya paniculata*. Sob potenciais de água abaixo de $-0,4$ as sementes não germinaram.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 12 — Curvas de germinação de sementes de *Murraya paniculata* sob condições de estresse de água. Em potenciais de água abaixo de $-0,4$ as sementes não germinaram.



Fonte: Dados da pesquisa.

Sob a condição de -0,4MPa, tanto na luz como no escuro, houve uma menor velocidade média de germinação, menor frequência relativa ao longo dos dias e menor porcentagem de germinação em comparação com todas as outras. Essa queda pode ser causada, pela diminuição de água disponível para a semente devido a solução que a envolve, uma vez que não foram constatadas na literatura informações sobre possíveis efeitos tóxicos provocados por esse agente osmótico. Campos & Assunção (1990) atribuem o fato à aparente inibição da síntese e, ou, à atividade das enzimas hidrolíticas necessárias à germinação das sementes, com o aumento da concentração das soluções osmóticas.

Tabela 2 — Velocidade média de germinação na presença de luz.

Potencial Osmótico (MPa)	Velocidade Média	Desvio Padrão
0	0,1181	±0,0067
-0,1	0,1257	±0,0026
-0,2	0,1100	±0,0029
-0,4	0,0836	±0,0050

Tabela 3 — Velocidade média de germinação na ausência de luz.

Potencial Osmótico (MPa)	Velocidade Média	Desvio Padrão
0	0,1108	±0,0036
-0,1	0,1076	±0,0068
-0,2	0,0978	±0,0038
-0,4	0,0753	±0,0031

4.3 Análise da influência do teor de água da semente na germinação

Na Tabela 4, o tempo se refere ao dia em que um lote de sementes foi colocado para dessecação e, simultaneamente, outro para a germinação. Desse modo o dia 0 se refere também ao dia de coleta. Entretanto, o teor de água que havia nessas sementes que entraram no experimento logo no dia da coleta era muito alto em relação as semente dos dias seguintes. Nota-se a partir do valor decrescente do teor de água que com o passar do tempo as sementes continuaram a perder água, diminuindo assim a quantidade interna de água.

As sementes foram também submetidas ao teste de germinação e foram obtidas as porcentagem de germinação expressas na Tabela 4. Nesse caso todas as placas de sementes de todos os dias tiveram uma alta germinabilidade e

associando esses resultados com o fato de que as sementes mesmo sofrendo dessecação germinaram com normalidade podemos dizer que as sementes de *Murraya paniculata* podem ser ortodoxas. Diferente do que se esperava, visto que a semente é envolta por um fruto carnoso e que durante a dessecação as sementes diminuiriam visivelmente de tamanho, essas semente podem mesmo estar mesmo mais próxima de ser ortodoxas. Porém, existem sementes recalcitrantes que quando mantidas no ambiente sofrem secagem natural e conseguem germinar por até 20 dias (RODRIGUES, 1980). Segundo Roberts (1973), as ortodoxas são as que toleram dessecação a graus de umidade próximos de 2% a 5%, ou mesmo abaixo desses níveis. De acordo com o teor de água na semente e a porcentagem de germinação obtidos, as sementes são ortodoxas. Desse modo, para que se possa afirmar a classificação dessa espécie seriam necessários mais testes com sementes submetidas a um maior tempo de dessecação.

Tabela 4 – Influência do teor de água na germinação de sementes de *Murraya paniculata*.

Tempo pós-coleta (dia)	Teor de água (%)	Desvio padrão	Germinação (%)	Desvio padrão
0	24,385	±1,14	97,50	±2,89
1	4,051	±2,04	97,50	±5,00
2	3,276	±0,19	80,00	±12,25
3	3,450	±0,07	86,25	±9,46
4	3,069	±0,09	87,50	±13,23
5	3,005	±0,04	90,00	±8,16
6	3,212	±0,12	91,25	±8,54
7	3,211	±0,06	73,75	±14,14

5 CONCLUSÃO

A semente de *Murraya paniculata*, apesar de ter apresentado alta germinabilidade na presença e na ausência de luz, houve diferença na velocidade de germinação entre as condições de iluminação. Os resultados sugerem que as sementes dessa espécie possuem preferência por germinarem na luz.

A temperatura mínima para a germinação da semente é 15,37°C e a máxima, provavelmente, se encontra entre 35 e 40°C, porém para que se tenha certeza seria necessário testar as temperaturas intermediárias desse intervalo.

A temperatura ótima se encontra entre 30 e 35°C, sendo estas as temperaturas onde ocorreram as maiores porcentagem de germinação em menor tempo, porém, assim como no caso da temperatura máxima, é necessário que se faça testes com as temperaturas deste intervalo também, de modo a se aproximar do valor da temperatura ótima.

No experimento que simula o estresse hídrico, foi possível entender melhor sobre a quantidade de água necessária para o início da germinação nessa espécie. No caso, o tratamento controle que utilizou apenas água destilada e o tratamento -0,1MPa tiveram os maiores índices relacionados a germinação, tanto na porcentagem, velocidade e frequência de germinação.

Quanto ao experimento da influência do teor de água da semente na germinação foi possível verificar que mesmo com a dessecação ao longo dos dias as sementes germinaram, porém não foi possível ter certeza se são mesmo ortodoxas. Logo, seria necessário submetê-las a experimentos de dessecação mais prolongados, mas como os resultados obtidos é possível ter uma noção da fisiologia da semente de *Murraya paniculata*.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6024**: informação e documentação: numeração progressiva das seções. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6027**: informação e documentação: sumário: apresentação. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6028**: informação e documentação: resumo: apresentação. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

BAÑOS, H. L. et al. Efecto de bioestimulantes sobre la germinación y el crecimiento de *Murraya paniculata* L. **Cultivos Tropicales**, La Habana, v. 30, n. 1, p. 83-86, 2009.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination. In: _____. **Viability, dormancy and environmental control**. New York: Springer, 1982. v.2.

_____. **Seeds**: physiology of development and germination. 2. ed. New York: Plenum, 1994. 445p.

BORGES, E. E. L. et al. Estudos preliminares sobre o efeito do estresse hídrico na germinação de sementes de jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra*) e cedro-rosa (*Cedrela fissilis*). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 13, n. 2, p. 115-118, 1991.

BOVE´, J. M. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. **Journal of Plant Pathology**, v. 88, p. 7–37, 2006.

CASTRO, P. R. C.; MINAMI, K. Controle químico do conhecimento vegetativo de *Murraya paniculata*. **Anais da E.S.A. —Liz de Queiroz**, Piracicaba, v. 35, p. 431-439, 1978.

CAVALCANTE, A. M. B.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos dos estresses hídricos e salino sobre a germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 281-289, fev. 1995.

CUNHA, R. et al. Efeito do dessecamento sobre a viabilidade de sementes de *Virola surinamensis* (Rol) Warb. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 14, n. 1, 1992.

FONSECA, S. C. L.; FREIRE, H. B. Sementes recalcitrantes: problemas na pós-colheita. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 297-303, 2003.

HASEGAWA, P. M.; BRESSAN, R. A.; HANDA, S.; HANDA, A. K. Cellular mechanisms of tolerance to water stress. **HortScience**, Alexandria, v. 19, n. 3, p.371-377, 1984.

JUNIOR, J. A. et al. Incidência de huanglongbing (HLB) (greening) em citros na região de Araraquara. **LARANJA**, Cordeirópolis, v. 27, n. 2, p. 251-262, 2006.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Instituto Venezuelano de Investigaciones Cientificas, 1983. 174p.

LABOURIAU, L. G.; PACHECO, A. Isothermal germination rates in seeds of *Dolichos biflorus* L. **Boletim Sociedade Venezuelana Ciencias Naturales**, Venezuela, v.136, p.73-112, 1979.

LORENZI, H. et al. **Árvores exóticas no Brasil**: madeireiras, ornamentais e aromáticas. 1ª ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003. 332p.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4. ed. Great Britain: Pergamon Press, 1989, 270p.

MESQUITA, S. G.; MARTINEZ, M. F.; ROMOFF, P. Constituintes químicos das folhas de *Murraya paniculata* (Rutaceae). **Revista Brasileira de Farmacologia**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 563-568, out./dez. 2008.

MIAN, M. A. R.; NAFZIGER, E. D. Seed size and water potencial effects on germination and seedling growth of winter wheat. **Crop Science**, Madison, v. 34, p. 169-171, 1994.

PEREZ, S. C. J. G. A. Ecofisiologia de sementes florestais. **Informativo Abrates**, Londrina, v.5, n.3, p.14-30, 1995.

PEREZ, S. C. J. G. A.; FANTI, S. C.; CASALI, C. A. Influência da luz na germinação de sementes de canafístula submetidas ao estresse hídrico. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 3, p. 155-166, 2001.

PIKART, T. G. et al. Leafcutter ants: a small dispersal agent of the invasive plant *Murraya paniculata*. **Weed Research**, Rostock, v. 51, p. 549-551, 2011.

PILATI, R.; ANDRIAN, I. F.; CARNEIRO, J. W. P. Effects of different temperatures on the performance of seeds germination of *Cecropia pachystachya* Trec. (Cecropiaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 42, n. 2, p.195-204, 1999.

POTASCHEFF, C. M.; LOMBARDI, J. A. Angiosperma arbóreas e arbustivas do campus da Universidade Estadual Júlio de Mesquita, Rio Claro (SP). **Bioikos**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 21-30, jan/jun. 2010.

SANTOS, V. L. M. et al. Efeito do estresse salino e hídrico na germinação e vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 14, n. 2, p. 189-194,1992.

SAMPAIO, A. C. F. Espécies exóticas invasoras na arborização de vias públicas de três bairros de Campo Mourão-PR. **Campo Digit@I**, Campo Mourão, v. 6, n. 1, p. 31-43, jan/jul. 2011.

- SAMPAIO, E. S. Dormência e germinação. In: _____. **Fisiologia Vegetal: teorias e experimentos**. 2ª ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2010. p. 149-155.
- SERT, M. A.; BONATO, C. M.; SOUZA, L. A. Germinação da semente. In: SOUZA, L. A. **Sementes e plântulas: germinação, estrutura e adaptação**. Ponta Grossa: TODAPALAVRA, 2009. Cap. 2, p. 91-102.
- SILVEIRA, F. A. O.; NEGREIROS, D.; FERNANDES, G. W. Influencia da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Marsetia taxifolia* (A. St.-Hil.) DC. (Melastomataceae). **Acta Botanica**, Brasília, v. 18, n. 4, p. 847-851, 2004.
- VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Fisiología ecológica de las semillas de árboles de la selva tropical. **Ciência**, v.35, p.191-201, 1984.
- VIEIRA, D. C. M. **Ecofisiologia de *Clausena excavata* BURM. F. (RUTACEAE): uma espécie exótica**. 2009. 108f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.
- WALTER, A. J.; HALL, D. G.; DUAN, Y. P. Low incidence of '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' in *Murraya paniculata* and associated *Diaphorina citri*. **Plant Disease**, v. 96, n. 6, p. 827-832, jun. 2012.
- WHITE, E. M.; VIVIAN-SMITH, G.; GOSPER, C. R. *Murraya paniculata*: what is the potential for this popular ornamental plant to become an environmental weed? In: Australian Weeds Conference, 15., 2006, Adelaide. **Proceedings...** Adelaide: Weed Management Society of South Australia, 2006, p. 63-66.
- WOODSTOCK, L. W. Seed imbibition: a critical period for successful germination. **Journal of Seed Technology**, East Lansing, v. 12, n. 1, p.1-15, 1988.
- ZAR, J. H. **Bioestatistical analysis**. 2. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1984. 620p.