

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

FÁBIO GOMES NASCIMENTO

**VALIDAÇÃO ESTATÍSTICA DE MÉTODOS PARA TESTE DE GERMINAÇÃO DE
SEMENTES DE ESPÉCIES LENHOSAS**

**Uberlândia
Novembro – 2011**

FÁBIO GOMES NASCIMENTO

**VALIDAÇÃO ESTATÍSTICA DE MÉTODOS PARA TESTE DE GERMINAÇÃO DE
SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS BRASILEIRAS**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Agronomia, da
Universidade Federal de Uberlândia,
para obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Orientador: Denise Garcia de Santana

**Uberlândia
Novembro – 2011**

FÁBIO GOMES NASCIMENTO

**VALIDAÇÃO ESTATÍSTICA DE MÉTODOS PARA TESTE DE GERMINAÇÃO DE
SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS BRASILEIRAS**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Agronomia, da
Universidade Federal de Uberlândia,
para obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Orientador: Denise Garcia de Santana

Aprovado pela Banca Examinadora em 01 de novembro de 2011

Prof^a. M.sc Maristela Rosália Anastácio
Membro da Banca

Prof. M.sc Quintiliano S. Schroden Nomelini
Membro da Banca

Prof^a. Dra. Denise Garcia de Santana
Orientador

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais, Celso e Maria Aparecida, por que foram eles, por eles e com eles que aprendi a ter caráter e força de vontade necessária nessa jornada, à equipe de trabalho do Laboratório de Sementes Florestais – LASEF que possibilitou todas minhas análises estatísticas, principalmente a professora Denise. Minha eterna gratidão, pelos inúmeros esforços que fizeram e pelo apoio na minha formação pessoal, profissional e cultural.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da Vida e da Sabedoria, e por me proporcionar que tantas pessoas maravilhosas pudessem fazer parte da minha trajetória, algumas delas citadas abaixo.

Agradeço à Denise Garcia de Santana, por tudo que ela me ajudou, pelos inúmeros ensinamentos, não só técnicos, mas também pelos valores, obrigado pela paciência, apoio e dedicação.

Aos meus pais, Celso e Maria Aparecida e irmãos Carolina e Luiz Carlos, que sem dúvida nenhuma são as pessoas que sempre estarão do meu lado.

Agradeço a todos que trabalham ou que trabalharam no LASEF durante o período da minha formação acadêmica, foram eles que tornaram possível a realização desse trabalho.

Agradeço aos demais colegas por me tornarem com toda certeza uma pessoa melhor, principalmente pelas dificuldades com que passamos Juntos! Obrigado, 43^a Turma de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia.

E a todos demais, que direta ou indiretamente me ajudaram para realização desse trabalho, meus agradecimentos.

RESUMO

Processos de validação de métodos para teste de germinação de sementes não são recentes, datam de 1877. Entretanto a formalização das etapas e principalmente da sequência das análises estatísticas para a avaliação do desempenho do processo são atuais. Diante disso, o objetivo foi apresentar a rotina estatística, incluindo pressuposições do modelo de análise de variância, que validou 25 métodos para teste de germinação de sementes de espécies florestais nativas dos Biomas brasileiros. Num esforço conjunto de Instituições brasileiras (UFU, MAPA e CNPq), métodos para teste de germinação de sementes de 25 espécies florestais foram submetidos à avaliação por laboratórios credenciados e de pesquisa. O método foi considerado validado quando os efeitos de laboratório e da interação foram não significativos e o de lotes significativo, depois de atendidas as pressuposições de normalidade dos resíduos e de homogeneidade de variâncias, o que aconteceu para todas as espécies, algumas após de sofrerem transformação de dados por $\arcseno\sqrt{x/100}$, sendo possível plântula normal atingir distribuição normal mesmo sendo uma característica expressa em porcentagem. Desse processo foram publicadas a Instrução Normativa nº 44, de 23 de dezembro de 2010 e a Instrução Normativa nº 35, de 14 de julho de 2011 que apresentam métodos validados para teste de germinação de sementes de 25 espécies florestais nativas dos diferentes Biomas brasileiros.

Palavras-chave: análise de sementes, homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos, recursos florestais

ABSTRACT

Process validation of test methods for seed germination aren't recent, dating from 1877. However, the formalization of steps and mainly a result of statistical analysis to evaluate the performance of the process are present. Thus, the goal was to present the routine statistics, including assumptions of the model analysis of variance, which validated 25 methods to test the germination of native species of Brazilian biomes. In a joint effort of Brazilian institutions (UFU and CNPq MAP) test methods for seed germination of 25 tree species were subjected to evaluation by accredited laboratories and research. The method was considered valid when the effects lab and interaction were not significant and significant batch, after observing the assumptions of normality of residuals and homogeneity of variances. This case was published Normative Instruction n° 44, dated December 23, 2010 and Instruction n° 35, dated July 14, 2011 that have validated methods for testing germination of 25 tree species native to the different Brazilian biomes.

Keywords: seed analysis, homogeneity of variances, normality of residuals, forest resources

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1	Pressuposições da análise de variância	10
2.2	Transformação de dados.....	11
2.3	Análise da variância	13
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5	CONCLUSÕES	35
	REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

A defasagem em regras oficiais de análise de sementes das espécies florestais em relação às cultivadas não é uma particularidade brasileira. Num breve histórico, Rogers (1967) relata que até 1953 e até 1965 a Associação Internacional para Teste de Sementes (ISTA) e a Associação americana e canadense (AOSA), respectivamente, não mencionavam procedimentos para análise de germinação de sementes de espécies florestais em suas regras oficiais. Do primeiro Manual para Teste de Sementes publicado por Nobbe em 1876 (STEINER; KRUSER, 2006) até a inclusão das primeiras espécies florestais nas Regras da ISTA foram 77 anos. Documentos brasileiros de análise de sementes são publicados desde 1956, entretanto regras oficiais brasileiras de análise de sementes foram publicadas somente em 1967, passando por revisões em 1992 e recentemente em 2009 (BRASIL, 2009). Nessas publicações, espécies florestais brasileiras estiveram pouca representação. Essa lacuna é justificada pela dificuldade de compreender todas as combinações biológicas, ecológicas e ambientais que levam sementes dessas espécies a expressar a máxima capacidade de germinação sob condições controladas.

A sistemática de inclusão de espécies em regras oficiais de análise de sementes, sejam cultivadas ou florestais, não havia sido formalizada até a publicação em 2007 dos “Métodos de Validação da ISTA” (ISTA, 2007). Entretanto, documentos precursores de métodos de validação datam de 1877, quando Nobbe iniciou o primeiro teste comparativo de germinação com sementes de *Poa pratensis* L, grama-azul (STEINER; KRUSER, 2006). O documento da ISTA de 2007, define, normatiza e detalhada as etapas do método colaborativo de validação de métodos e principalmente a sequência das análises estatísticas para a avaliação do desempenho do processo. A partir dessa publicação, a Universidade Federal de Uberlândia em parceria com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SDA/MAPA) desenvolveram e fomentaram o projeto intitulado “Validação de metodologias para análise de germinação de sementes de espécies florestais nativas” (processo: 578207/2008-7). Essa parceria culminou com a publicação da Instrução Normativa MAPA nº 44, de 23 de dezembro de 2010 (BRASIL, 2010) e Instrução Normativa MAPA nº 35, de 14 de julho de 2011 (BRASIL, 2011) que oficializaram os métodos para testes de germinação de sementes de 25 espécies florestais brasileiras.

A validação do método é necessária, porém não suficiente para a inclusão de uma espécie nas regras de análise de sementes. O método deve ser acompanhado por percentuais de referência para germinação e teor de água, como os propostos por Wielewicki et al. (2006) e Brüning et al. (2011), prazos de validade dos teste (WIELEWICKI et al., 2006) e determinação do peso de mil sementes (BRÜNING et al., 2011) para que um boletim de análise de sementes seja emitido. O Boletim de análise de sementes é o documento que identifica, quantifica e qualifica o lote de sementes, permitindo a fiscalização do comércio e estimulando a busca de qualidade das sementes (Instrução Normativa MAPA nº 5, de 27 de janeiro de 2010).

Diante disso, o objetivo foi apresentar a rotina estatística, incluindo pressuposições do modelo de análise de variância, que validou 25 métodos para teste de germinação de sementes de espécies florestais nativas dos Biomas brasileiros.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Pressuposições da análise de variância

O teste de normalidade é realizado para verificar se uma ou mais amostras são oriundas de uma ou mais populações com distribuição normal, ou seja, se os dados obtidos se ajustam à distribuição gaussiana. Dentre os métodos para verificar a normalidade, encontra-se o teste de qui-quadrado (teste de aderência), recomendado para amostras grandes ($n > 50$), o teste de Shapiro-Wilk para amostras pequenas ($n < 50$) e o teste de Kolmogorov-Smirnov, recomendado para amostras grandes ou pequenas. Quando a amostra é grande, os testes de qui-quadrado e Kolmogorov-Smirnov têm a mesma precisão, mas em amostras pequenas este último é mais preciso. Outra característica importante desses testes é que o de qui-quadrado exige o agrupamento dos dados em classes de frequências, enquanto os testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk utilizam os valores não agrupados, evitando assim, a perda de informação. Uma variação do teste de Kolmogorov-Smirnov foi apresentada por Lilliefors (1967) com o argumento de que o teste usual, no qual as frequências esperadas pela distribuição normal são calculadas em função da média e do desvio padrão da amostra, faz com que a probabilidade de rejeição da hipótese nula (H_0) seja muito menor que o valor α indicado (SOKAL; ROHLF, 1997). Vale lembrar que, dentro da análise da variância, a média utilizada no cálculo é a média do tratamento e o desvio padrão a raiz quadrada do quadrado médio do erro. Como é mais comum a utilização da média e do desvio padrão da amostra em experimentos na área biológica, gerando o problema mencionado, Khamis (1992) propôs um ajuste de 0,5 ($\delta = 0,5$) para os valores das frequências relativas observadas.

O teste de Kolmogorov-Smirnov, pode ser aplicado para testar se a característica estudada da amostra é oriunda de uma população com distribuição normal. A grande vantagem do teste é a sua precisão quando o tamanho da amostra ou o número de parcelas é pequeno, não necessitando o agrupamento das observações em classes de frequências. O teste é de execução simples, quando comparado ao qui-quadrado, e baseado na maior diferença absoluta entre a frequência acumulada observada e a estimada pela distribuição normal (SOKAL; ROHLF, 1997). O teste de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965) também pode ser aplicado para verificar a normalidade da característica em estudo em uma população. Como citado anteriormente, este teste é mais indicado quando o tamanho da amostra ou o número de parcelas é menor que 50.

Uma terceira pressuposição é a homogeneidade entre as variâncias que, por ser uma medida relativa, só é testável na presença de duas ou mais populações. Testar a aleatoriedade, o ajuste à distribuição normal e por fim a homogeneidade das variâncias deve ser a seqüência adotada pelo pesquisador após a coleta dos dados para análise. A aleatoriedade da amostra garante sua representatividade em relação à população e com isso a qualidade das inferências. O ajuste a distribuição normal da característica em estudo da população é uma pressuposição fundamental, pois sobre esta se baseiam a maioria dos testes para comparação de populações. A homogeneidade das variâncias deve ser a última a ser testada, não porque seja menos importante, mas porque a eficiência de alguns testes para verificar a homogeneidade, como o teste de F de Snedecor e o de Bartlett, depende da distribuição normal das populações.

Dentre os testes utilizados para verificar a homogeneidade entre as variâncias estão os testes F de Snedecor, F máximo de Hartley e o teste de Bartlett. O primeiro deles é específico para comparar variâncias de duas populações ($t = 2$ ou $a = 2$) e os dois últimos para comparar as variâncias de mais de duas populações ($t > 2$ ou $a > 2$). O teste F máximo de Hartley (HARTLEY, 1950) é utilizado para verificar a homogeneidade de variâncias de mais de duas populações ($t > 2$ ou $a > 2$). Pela simplicidade de cálculo é um teste muito utilizado, mas deve ser evitado por apresentar baixa eficiência. Este teste é utilizado para comparar as variâncias de mais de duas populações, apresentando maior eficiência no julgamento das hipóteses quando comparado ao teste F máximo de Hartley.

2.2 Transformação de dados

A transformação dos dados deve ser aplicada quando a decisão do pesquisador for pelos testes estatísticos paramétricos, como os testes para comparação entre médias e a análise da variância, dentre outros, nos quais uma ou mais populações não apresentam distribuição normal e possuem variâncias heterogêneas. Entretanto, a transformação dos dados não garante a correção da normalidade e heterogeneidade, daí a necessidade de se testar novamente as pressuposições sobre os dados transformados. De acordo com a característica da variável em estudo (contagens, expressas ou não em porcentagem; notas; ou mesmo variáveis contínuas como massa da matéria fresca, matéria seca, altura), existe uma indicação da melhor transformação em função da natureza dessa variável.

Esta transformação do tipo raiz ($\sqrt{x+k}$, onde x é a característica estudada e k é constante) é recomendada quando os dados são oriundos de processos de contagens, principalmente quando não se sabe previamente o tamanho da amostra, porque esta é muito grande, porque não é possível determiná-la, ou ainda quando notas são atribuídas às observações. A variável de contagem normalmente segue a distribuição de Poisson, que tem a variância igual ao valor médio, mas pode haver casos onde a distribuição, apesar de não ser a de Poisson, tem a variância dependente da média. Nesses casos, a relação de dependência entre média e variância, pode causar heterogeneidade entre as variâncias. A transformação $\sqrt{x+k}$ pode ser utilizada, sendo o valor de k variável em função da amplitude das observações. Quando valores pequenos da variável estão envolvidos, a transformação \sqrt{x} tende a super-corriger esses valores. Por esta razão a transformação $\sqrt{x+0,5}$ é recomendada, principalmente para valores abaixo de 10 ou eventualmente 15 e especialmente quando valores zero estão presentes (STEEL; TORRIE, 1980).

Em trabalhos que incluem a análise da germinação, é comum a utilização da variável germinabilidade que corresponde à razão entre o número de sementes germinadas, conhecido estatisticamente como sucesso, e o número total de sementes semeadas. Esta característica da variável de apresentar apenas dois resultados possíveis, a semente germina ou não germina numa quantidade N , caracteriza a distribuição como binomial. Apesar dessa associação entre média e variância, nem todos os dados expressos em porcentagem necessitam ser transformados. É o que ocorre entre as porcentagens que se encontram entre 30 e 70 % (SOKAL; ROHLF, 1997) que, por estarem próximas do valor médio da distribuição ($p = 50\%$), em geral, apresentam variâncias menos discrepantes. Se os dados estiverem expressos em porcentagem, a transformação recomendada será arco seno $\sqrt{x/100}$ e, se estiverem expressos como proporções, com valores entre 0 e 1, a transformação recomendada será arco seno \sqrt{x} . Apesar da ênfase em porcentagem de germinação, a transformação angular pode ser usada para qualquer variável que apresente distribuição binomial.

A transformação logarítmica é utilizada quando há uma relação de dependência entre média e variância. Esta dependência entre média e variância, também observada nas transformações do tipo raiz quadrada, é diferente nas transformações logarítmicas, pois nestas, médias e variâncias possuem efeitos multiplicativos. Na pesquisa de germinação esta transformação é utilizada principalmente em conjunto de dados envolvendo contagens,

quando a amplitude entre as observações é muito grande. Um problema com a transformação logarítmica ocorre quando os valores a serem transformados incluírem o valor zero. Nesses casos, a adição do valor 1 resolve o problema, ficando a transformação $\log(x + 1)$ (SOKAL; ROHLF, 1997). Cabe ressaltar que o logaritmo a ser utilizado poderá ser na base 10 ou na base e (logaritmo neperiano ou natural).

2.3 Análise da variância

Dentre as técnicas estatísticas utilizadas no estudo de sementes, encontra-se a análise da variância, realizada pelos pesquisadores, na maioria das vezes, com o objetivo único de dar subsídio para os testes de comparações múltiplas. No contexto da análise da variância, o termo aleatoriedade é substituído pela casualização e o ajuste a distribuição normal é testada sobre os erros (diferença entre o valor da observação e a média do respectivo tratamento, para experimentos onde as condições são homogêneas). Além dessas pressuposições, a análise da variância exige que os efeitos do modelo sejam aditivos e que os erros, além de seguirem a distribuição normal, sejam independentes. A não aditividade do modelo é pouco encontrada nos ensaios de germinação e por isso não será discutida e quanto aos erros, a forma de garantir a independência é por meio da casualização.

Alguns princípios básicos como a repetição, o controle local (dependente do planejamento) e a casualização, são as bases do planejamento de um delineamento experimental e, portanto, da análise da variância. O primeiro princípio básico, chamado de repetição, consiste na reprodução do experimento e tem por finalidade propiciar a obtenção de uma estimativa do erro experimental (BANZATTO; KRONKA, 1989).

O tamanho da amostra (n) e o número de repetições (r), necessários para uma análise estatística, constituem objeto de grandes discussões e fontes de estudo para os problemas biológicos. Com relação ao número de repetições, necessário para a análise da variância, alguns estudos já foram desenvolvidos. É sabido que quanto maior o número de repetições, melhor será a estimativa do erro experimental, desde que o aumento no número de repetições não gere heterogeneidade. Existem alguns fatores que interferem nessa determinação, como o número de tratamentos e a disponibilidade de material, dentre outros. Apesar disso, toma-se como referência que o número de parcelas do experimento, ou seja, o produto entre o número de tratamentos (t ou a) e o número de repetições (r ou n) deve ser de, no mínimo, 20 e os

graus de liberdade do erro experimental de, no mínimo, 10. Apesar dessa referência, esses valores podem ser questionados devido à grande diversidade do material biológico e ao maior ou menor rigor que o pesquisador quer impor ao ensaio. Se o número de tratamentos for pequeno, por exemplo, três, serão necessárias no mínimo sete repetições para se obter 21 parcelas. Se o número de tratamentos for grande, por exemplo oito, três repetições, totalizando 24 parcelas, são suficientes.

O segundo princípio básico da experimentação, chamado de casualização, é um dos mais importantes, pois garante a independência dos erros, uma vez que elimina a interferência entre parcelas adjacentes. Apesar da casualização ser muito importante, alguns pesquisadores a ignoram, principalmente porque a sua importância não é quantificada na análise. Por isso, Cochran e Cox (1957) disseram que a casualização é algo como um seguro, isto é, é uma precaução contra um distúrbio que pode ou não ocorrer e que pode ser ou não sério, se porventura ocorrer.

O terceiro princípio básico é o controle local, que é uma restrição à casualização nos casos em que uma ou mais fontes de heterogeneidade detectáveis, podem aparecer no planejamento do experimento. Apesar de ser um princípio básico, o controle local torna-se dispensável quando as condições experimentais são reconhecidamente homogêneas.

Em função dos três princípios básicos citados anteriormente é que são definidos os chamados delineamentos experimentais, que nada mais são do que o desenho do experimento no campo, na casa de vegetação, na câmara de crescimento ou outro local. Se apenas os princípios da repetição e da casualização estão presentes, diz-se delineamento inteiramente casualizado ou de classificação simples; se os princípios da casualização, da repetição e do controle local estão presentes, diz-se delineamento em blocos casualizados ou de classificação dupla, mas se o controle local for em duas direções, o delineamento passa ser o quadrado latino. Para maiores detalhes referentes aos delineamentos citados, recomenda-se consultar Scheffé (1959), Snedecor e Cochran (1989), Banzatto e Kronka (1989), Pimentel-Gomes (1990).

Para a pesquisa em sementes, onde as condições experimentais são, na maioria das vezes, homogêneas, o delineamento mais utilizado é o inteiramente casualizado, mas isso não significa que seja o mais adequado para a área. Estudos quanto à heterogeneidade das condições experimentais devem ser realizados para se estabelecer o tipo de delineamento a ser adotado.

No caso dos delineamentos inteiramente casualizados as variações (soma de quadrados) que podem ocorrer num experimento são divididas em dois grupos: as variações

explicadas e as não explicadas. As variações explicadas, como o próprio nome sugere, aparecem em função das diferenças que, de certa forma, são esperadas pelo pesquisador ao determinar os tratamentos que farão parte do experimento. As variações não explicadas surgem devido a causas não controladas pelo pesquisador, que podem ser pequenas diferenças de temperatura, umidade ou mesmo uma característica do material biológico, difícil de ser controlada. Finalmente, tem-se a variação total que é soma da variação explicada e da não explicada.

Na análise de sementes as variações explicadas surgem da diferença entre os tratamentos e são denominadas de "variação entre" ou "soma de quadrados de tratamento". As variações não explicadas e não controladas pelo experimentador surgem da diferença entre as repetições dentro de um mesmo tratamento e são denominadas de "variação dentro", "soma de quadrados de erro" ou "soma de quadrados do erro experimental".

Muito se comenta sobre os testes para comparações múltiplas ou testes de significância mas, de maneira geral, apenas alguns deles são explorados pelos pesquisadores. Dentre eles, estão os testes de Tukey e Duncan, discutidos a seguir. É importante que o pesquisador conheça o grau de rigor do teste, ou seja, sua capacidade de comparação, e depois, em função dos seus objetivos, decida qual o melhor para uma determinada situação.

Um ponto a se destacar é que os testes para comparações múltiplas devem ser usados apenas quando os tratamentos ou amostras representarem aspectos qualitativos das amostras ou tratamentos, como por exemplo, diferentes lotes, espécies e outros e não sugerirem a formação de grupos de médias, os chamados contrastes. Contrastes são estruturas onde os tratamentos são alocados em grupos de interesse e as comparações são feitas entre grupos de tratamentos e não entre tratamentos isolados. Neste caso, o aspecto mais importante é detectar qual o grupo de tratamentos é o melhor e não qual é o melhor tratamento. Para maiores detalhes sobre comparações múltiplas envolvendo contrastes, consultar Scheffé (1959).

O teste de Tukey (TUKEY, 1949) é utilizado para comparações de médias duas a duas, quando as amostras ou tratamentos não sugerem formação de contrastes (comparações entre grupos). É um dos testes mais utilizados e recomendados em Ciências Biológicas, dentro do contexto da análise da variância, sendo que essa preferência se dá devido à facilidade de cálculo e principalmente ao seu alto rigor. O teste é baseado na diferença mínima significativa (DMS) do experimento, expressa na mesma unidade dos dados envolvidos, que corresponde a um valor de referência para as comparações entre médias. Para que as médias de duas amostras ou tratamentos sejam consideradas estatisticamente diferentes, a diferença entre eles deve superar a DMS calculada para o experimento.

Dentre os testes mais utilizados para comparações múltiplas, o teste de Tukey é um dos que apresentam maior valor da DMS para um mesmo experimento, caracterizando-se assim como um teste rigoroso. Se o valor da DMS aumenta de um teste para outro, isso significa que a diferença entre as médias de duas amostras ou tratamentos deve ser maior para que os mesmos sejam considerados estatisticamente diferentes. Um teste mais rigoroso deve ser entendido neste texto como aquele que é mais resistente em afirmar que as diferenças são devidas aos efeitos das amostras ou tratamentos.

Esse rigor do teste de Tukey é verificado, por exemplo, quando, ao se fazer uma análise da variância e ter a hipótese H_0 rejeitada, indicando que pelo menos duas amostras ou tratamentos diferem entre si, o teste de Tukey não detecta nenhuma diferença entre as amostras ou tratamentos. Isso ocorre com mais frequência quando a significância do teste F está muito próxima da significância α estabelecida para o teste, ou seja, quando o valor de F calculado está muito próximo do valor crítico ou F tabelado. Neste caso específico, recomenda-se dar maior peso ao resultado da análise da variância. Se o teste F detectou diferença significativa entre as médias e o teste de Tukey não, é interessante aplicar aos dados um outro teste de médias menos rigoroso do que o de Tukey. É importante destacar que os resultados conflitantes entre o teste F da análise da variância e os testes para comparações múltiplas podem ser devido à falta de normalidade dos erros ou à heterogeneidade entre as variâncias.

Dentre os testes para comparações múltiplas, o teste de Duncan (DUNCAN, 1955) é considerado o menos rigoroso, pois uma pequena diferença entre duas médias é suficiente para que elas sejam consideradas diferentes. Neste caso, há o risco de se confundir variações do acaso e até a variabilidade genética normal do material, com os efeitos dos tratamentos ou amostras utilizados no experimento. Isto significa que o teste é sensível para detectar pequenas diferenças e somente a experiência do pesquisador permite avaliar a importância e o tamanho da diferença detectada. O teste é baseado na amplitude estudentizada, devendo-se calcular valores de DMS, tantos quantos forem os grupos de médias envolvidas na comparação. Tal como no teste de Tukey, a DMS varia em função do número de médias que estão sendo comparadas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A escolha das 25 espécies foi baseada na disponibilidade de sementes ou diásporos para aquisição, doação e coleta, capacidade de produção e germinação das sementes, sanidade e tolerância a perda de água (sementes ortodoxas) com possibilidade de armazenamento e foram escolhidas somente espécies que possuíam RNC (Registro Nacional de Cultivares). As metodologias para o teste de germinação das sementes de cada espécie foram definidas após consulta de métodos descritos na literatura e pré-testes executados no Laboratório de Análises de Sementes Floretais (LASEF) – UFU dos métodos, excluindo-se aqueles que utilizavam agentes químicos escarificantes como ácido sulfúrico, ácido clorídrico, acetona, éter, entre outros, selecionando-se aquelas que garantiram maior percentual de germinação além de serem adequados às práticas laboratoriais (Tabela 1).

Após a confirmação dos métodos, pelo menos três lotes de sementes com níveis diferentes de germinação (alta, intermediária e baixa), obtidos naturalmente ou por meio de envelhecimento de algumas sementes, as sementes foram embaladas em sacos de papel, após homogeneização, devidamente identificados com o lote e espécie e colocados em recipientes de isopor, incluindo sorteio das posições dos rolos ou dos caixas do tipo gerbox, fichas de avaliação, além de protocolos específicos e detalhados incluindo imagens de plântulas normais e anormais, e foram encaminhados para os laboratórios executores (mínimo de seis laboratórios; Tabela 2).

Das fichas de avaliação encaminhadas por cada laboratório executor após o término dos testes, foram montadas planilhas eletrônicas por espécie com todos os laboratórios e lotes. As oito repetições (200 sementes) foram agrupadas duas a duas e as 16 repetições (executores por laboratórios que fizeram o dobro da amostra, 400 sementes) agrupadas de quatro em quatro, formando para ambos tamanhos de amostra, quatro repetições. Esta redução das repetições é uma recomendação da ISTA (2004). De todas as características analisadas por laboratório, apenas a de plântulas normais foi considerada para fins de validação.

Tabela 1. Relação das espécies lenhosas tropicais, incluindo a metodologia selecionada, a partir de consultas na literatura específica sobre germinação de sementes.

Espécie (família) Nome popular/RNC	Metodologia		Bibliografia consultada
<i>Acacia polyphylla</i> D.C. (FABACEAE) Acácia-monjolo 23371	Substrato	Rolo de Papel	Araújo Neto et al. (2002); Araújo Neto et al. (2003); Araújo Neto et al. (2005); Carvalho et al. (2006); Silva et al. (2007); Lima et al. (2008)
	Temperatura/Luz	25°C/ contínua	
	Pré-tratamento	-	
	Assepsia	Solução de detergente ¹	
	Contagem (dias)	1 ^a 7 final 14	
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng. (ANACARDIACEAE) Gonçalo-alves 23512	Substrato	Rolo de Papel	Melo et al. (1979); Martins Netto e Faiad (1995); Aguiar et al. (2001); Lima et al. (2008)
	Temperatura/Luz	25°C/ contínua	
	Pré-tratamento	-	
	Assepsia	Solução de detergente ¹	
	Contagem (dias)	1 ^a 7 final 10	
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze (LECYTHIDACEAE) Jequitibá-rei 23660	Substrato	Rolo de Papel	Bilia et al. (1995); Figliolia et al. (2000); Kopper et al. (2010)
	Temperatura/Luz	25°C/ contínua	
	Pré-tratamento	-	
	Assepsia	Lavagem em água corrente + Solução de detergente ¹ + 1% da solução de NaClO ²	
	Contagem (dias)	1 ^a 14 final 28	
<i>Cedrela fissilis</i> Vell. (MELIACEAE) Cedro-vermelho 23708	Substrato	Rolo de Papel	Bilia et al. (1995); Barbedo et al. (1997); Corvello et al. (1999a); Corvello et al. (1999b); Meneghello e Mattei (2004); Santos Júnior et al. (2004); Wielewicki et al. (2006); Martins e Lago (2008)
	Temperatura/Luz	25°C/ contínua	
	Pré-tratamento	-	
	Assepsia	1% da solução de NaClO ²	
	Contagem (dias)	1 ^a 14 final 21	
<i>Cedrela odorata</i> L. (MELIACEAE) Cedro-cheiroso 23709	Substrato	Rolo de Papel	Andrade et al. (1994); Passos et al. (2008)
	Temperatura/Luz	25°C/ contínua	
	Pré-tratamento	-	
	Assepsia	1% da solução de NaClO ²	
	Contagem (dias)	1 ^a 14 2 ^a e final 21 e 28	
<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hill.) (MALVACEAE) Sumaúma-especiosa 23717	Substrato	Rolo de Papel	Luca (2002); Wetzel (2003); Fanti e Perez (2005); Jardim et al. (2007); Lazarotto et al. (2009)
	Temperatura/Luz	25°C/ contínua	
	Pré-tratamento	-	
	Assepsia	1% da solução de NaClO ²	
	Contagem (dias)	1 ^a 7 final 10	

Continua...

Continuação.

Espécie (família) Nome popular/RNC	Metodologia		Bibliografia consultada
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham. (VERBENACEAE) Pau-de-violão 23795	Substrato	Rolo de Papel	Zanon et al. (1997); Leonhardt et al. (2001); Alves et al. (2007)
	Temperatura/Luz	25°C/ contínua	
	Pré-tratamento	-	
	Assepsia	Solução de detergente ¹ + 10% da solução de NaClO ²	
	Contagem (dias)	1 ^a 21 final 35	
<i>Cybastax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart. (BIGNONIACEAE) Ipê-caroba-da-flor-verde 23668	Substrato	Rolo de Papel	Wetzel (1997); Santos et al. (1998); Ferronato et al. (2000); Ortolani et al. (2008); Melo (2009)
	Temperatura/Luz	25°C/ contínua	
	Pré-tratamento	-	
	Assepsia	Solução de detergente ¹	
	Contagem (dias)	1 ^a 14 final 35	
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong (FABACEAE) Tamboril-da-mata 24025	Substrato	Rolo de Papel	Lima et al. (1997); Malavasi e Malavasi (2004); Scalon et al. (2005); Silva e Santos (2009)
	Temperatura/Luz	25°C/ contínua	
	Pré-tratamento	Escarificação na extremidade oposta à micrópila	
	Assepsia	Solução de detergente ¹	
	Contagem (dias)	1 ^a 7 final 14	
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. (MALVACEAE) Mutamba-verdadeira 24131	Substrato	Sobre Papel/gerbox	Motta et al. (2006); Nunes et al. (2006); Carvalho (2007); Sobrinho e Siqueira (2008); Gonçalves et al. (2009)
	Temperatura/Luz	25°C/ contínua	
	Pré-tratamento	Tratamento térmico a 90°C	
	Assepsia	Solução de detergente ¹	
	Contagem (dias)	1 ^a 7 final 14 e 21	
<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart. (BIGNONIACEAE) Carobão 24233	Substrato	Rolo de Papel	Salomão et al. (2003); Scalon et al. (2006); Martins et al. (2008)
	Temperatura/Luz	25°C/ contínua	
	Pré-tratamento	-	
	Assepsia	Solução de detergente ¹	
	Contagem (dias)	1 ^a 21 final 28	
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham. (BIGNONIACEAE) Caroba-rosa 24235	Substrato	Rolo de Papel (substrato mais seco)	Ramos (1980); Tedesco et al. (1999)
	Temperatura/Luz	25°C/ contínua	
	Pré-tratamento	-	
	Assepsia	Solução de detergente ¹	
	Contagem (dias)	1 ^a 21 2 ^a e final 28 e 42	
<i>Lafloensia pacari</i> A. St.-Hil. (LYTHRACEAE) Pacari-verdadeiro 24305	Substrato	Rolo de Papel	Salomão et al. (2003); Medeiros e Abreu (2005); Mendonça et al. (2006); Seneme et al. (2010)
	Temperatura/Luz	25°C/ contínua	
	Pré-tratamento	-	
	Assepsia	Solução de detergente ¹	
	Contagem (dias)	1 ^a 14 final 21	

Continua...

Continuação.

Espécie (família) Nome popular/RNC	Metodologia		Bibliografia consultada	
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth. Sansão-do-campo (FABACEAE) 12505	Substrato	Rolo de Papel		
	Temperatura/Luz	25°C/ contínua		
	Pré-tratamento	Desponte na lateral da semente/terço superior		
	Assepsia	Solução de detergente ¹		
	Contagem (dias)	1 ^a	5	Martins et al. (1992); Bruno et al. (2001); Alves et al. (2002); Alves et al. (2005); Novembre et al. (2007)
final		10		
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms (FABACEAE) Tento-vermelho 24527	Substrato	Rolo de Papel		
	Temperatura/Luz	25°C/ contínua		
	Pré-tratamento	Escarificação no terço superior da lateral vermelha +embebição 24 h+reumedecimento		
	Assepsia	2% da solução de NaClO ²		
	Contagem (dias)	1 ^a	21	Lopes et al. (2004); Marques et al. (2004); Zamith e Scarano (2004)
final		28		
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan (FABACEAE) Angico-vermelho 24547	Substrato	Rolo de Papel		
	Temperatura/Luz	25°C/ contínua		
	Pré-tratamento	-		
	Assepsia	Solução de detergente ¹		
	Contagem (dias)	1 ^a	7	Ramos et al. (1995); Fowler e Carpanezzi (1998); Vaz Mondo et al. (2008)
final		14		
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp. (FABACEAE) Visgueiro-bolota 24554	Substrato	Rolo de Papel		
	Temperatura/Luz	30°C/ contínua		
	Pré-tratamento	Desponte manual		
	Assepsia	2% da solução de NaClO ² + Lavagem em água corrente		
	Contagem (dias)	1 ^a	7	Oliveira et al. (2006); Camara et al. (2008); Pinedo e Ferraz (2008); Rosseto et al. (2009)
final		14		
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub. Canafístula-branca (FABACEAE) 23304	Substrato	Rolo de Papel		
	Temperatura/Luz	25°C/ contínua		
	Pré-tratamento	Desponte na extremidade oposta a micrópila		
	Assepsia	Solução de detergente ¹		
	Contagem (dias)	1 ^a	7	Perez et al. (1999); Donadio e Demattê (2000); Perez et al. (2001); Wanli et al. (2001); Oliveira et al. (2003); Oliveira et al. (2005); Piroli et al. (2005); Oliveira et al. (2008); Nakagawa et al. (2010)
final		14		
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth. (FABACEAE) Vinhático-do-campo 24607	Substrato	Rolo de Papel		
	Temperatura/Luz	25°C/ contínua		
	Pré-tratamento	Desponte manual		
	Assepsia	20% da solução de NaClO ² + 1% da solução de NaClO ²		
	Contagem (dias)	1 ^a	10	Lacerda et al. (2004); Souza (2008)
final		16		

Continua...

				Conclusão.
Espécie (família) Nome popular/RNC	Metodologia			Bibliografia consultada
<i>Pseudobombax tomentosum</i> (C. Martius & Zuccarini) Robyns Embiruçu-peludo (MALVACEAE) 25344	Substrato	Rolo de Papel		Sousa-Silva et al. (2001); Ressel et al. (2004); Luz et al. (2008)
	Temperatura/Luz	25°C/ contínua		
	Pré-tratamento	-		
	Assepsia	0,5% da solução de NaClO ²		
	Contagem (dias)	1 ^a	10	
final		17		
<i>Pterogyne nitens</i> Tul. Pau-amendoim (FABACEAE) 25362	Substrato	Rolo de Papel		Silva et al. (1995); Nassif e Perez (1997); Nassif e Perez (2000); Nascimento et al. (2006); Wielewicky et al. (2006); Biruel et al. (2007); Santos et al. (2008)
	Temperatura/Luz	25°C/ contínua		
	Pré-tratamento	Desponte no terço superior da semente		
	Assepsia	1% da solução de NaClO ² + Solução de detergente ¹		
	Contagem (dias)	1 ^a	7	
final		14		
<i>Schizolobium parahyba</i> var. amazonicum (Huber ex Ducke) Barneby (FABACEAE) Paricá 25496	Substrato	Rolo de Papel		Carvalho (1994); Leão e Carvalho (1995); Lameira et al. (2000); Souza et al. (2003); Ramos et al. (2006)
	Temperatura/Luz	25°C/ contínua		
	Pré-tratamento	Escarificação manual + Embebição 24h		
	Assepsia	1% da solução de NaClO ² + Lavagem em água corrente + Solução de detergente ¹		
	Contagem (dias)	1 ^a	7	
final		10		
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H. S. Irwin & Barneby (FABACEAE) Sena-fedegoso 25516	Substrato	Rolo de Papel		Santarém e Aquila (1995); Eschiapatia - Ferreira et al. (1997); Lemos Filho et al. (1997)
	Temperatura/Luz	25°C/ contínua		
	Pré-tratamento	Desponte no terço superior da semente		
	Assepsia	2% da solução de NaClO ²		
	Contagem (dias)	1 ^a	7	
final		14		
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. Ex A. DC.) Standl. (BIGNONIACEAE) Ipê-dourado 23305	Substrato	Rolo de Papel		Carvalho et al. (1976); Nogueira (2001); Santos et al. (2005); Martins et al. (2008); Martinelli - Seneme et al. (2008)
	Temperatura/Luz	25°C/ contínua		
	Pré-tratamento	-		
	Assepsia	Solução de detergente ¹		
	Contagem (dias)	1 ^a	7	
final		14		
<i>Tabebuia roseo-alba</i> (Ridl.) Sand. (BIGNONIACEAE) Ipê-branco 23308	Substrato	Rolo de Papel		Degan et al. (1997); Santos et al. (2005); Stockman et al. (2007)
	Temperatura/Luz	25°C/ contínua		
	Pré-tratamento	-		
	Assepsia	Solução de detergente ¹		
	Contagem (dias)	1 ^a	10	
final		17		

¹Solução de detergente: lavagem das sementes na proporção de 5 gotas de detergente neutro para cada 100 mL de água destilada; ²Solução de NaClO: os percentuais se referem a concentração da solução de hipoclorito de sódio (2 a 2,5% de NaClO); assim, 1% da solução, equivale a 1 mL da solução que contém de 2 a 2,5% de NaClO e 99 mL de água destilada

Tabela 2. Laboratórios executores do processo de validação de métodos para teste de germinação de sementes de espécies lenhosas brasileiras.

Sigla/Estado	Laboratórios
LASO/INDEA/MT	Instituto de Defesa Agropecuária do Estado de Mato Grosso
LASO/LANAGRO/GO	Laboratório Oficial de Análise de Sementes
CATI	Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - Laboratório Central de Sementes e Mudanças /SP
LASO/LANAGRO/PA	Laboratório Oficial de Análise de Sementes
EMBRAPA/CNPMS/MG	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo
LASO/FEPAGRO/RS	Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária
LASO/LANAGRO/MG	Laboratório Oficial de Análise de Sementes
LASO/LANAGRO/PE	Laboratório Oficial de Análise de Sementes
LASO/CLASPAR/PR	Empresa Paranaense de Classificação de Produtos
LASO/LANAGRO/RS	Laboratório Oficial de Análise de Sementes
LASO/EMBRAPA/CPACT/RS	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/ Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado
LAS-UFLA	Laboratório de Análises de Sementes -Universidade Federal de Lavras/UFLA
LATS– IPEF	Laboratório de Análise e Tecnologia de Sementes/SP - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais

Em função da sequência de análise descrita no Manual de Validação da ISTA (ISTA, 2007) foi feita uma análise exploratória de valores discrepantes de plântulas normais por lote e por laboratório por meio da análise de *Boxplot*. A cada retirada de *outlier* nova investigação foi feita até que os discrepantes não fossem observados. Eliminados os valores discrepantes, foram calculados os resíduos (equação 1) do modelo de análise de variância (equação 2) e testados por Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965) a 0,01 de significância.

$$e_{ijk} = y_{ijk} - \bar{y}_{ij} \text{ (resíduos do modelo)} \quad (1)$$

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_{ij} + e_{ijk} \quad (2)$$

para $i = 1, 2, \dots, a$; $j = 1, 2, \dots, b$; $k = 1, 2, \dots, r_{ij}$

y_{ijk} é a porcentagem de plântulas normais obtida do i -ésimo lote, feita pelo j -ésimo laboratório na k -ésima repetição; \bar{y}_{ij} é a média de plântulas normais do lote i no laboratório j ; μ é o percentual médio de plântulas normais; α_i é o efeito do i -ésimo lote; β_j é o efeito do j -ésimo laboratório; γ_{ij} é o efeito da interação do i -ésimo lote no j -ésimo laboratório; r_{ij} é o número de repetições do lote i e do laboratório j e e_{ijk} é o erro ou resíduo experimental.

Atendida a pressuposição de normalidade dos resíduos, a homogeneidade das variâncias do modelo (equação 2) foi testada por Levene (LEVENE, 1960) também a 0,01 de significância. A ordem de aplicação dos testes de normalidade e homogeneidade foi apenas

uma escolha pela praticidade de manipulação no programa, uma vez que para o teste de homogeneidade não há exigência de normalidade dos resíduos. Quando pelo menos uma das pressuposições não foi atendida, os percentuais de plântulas normais (x) foram transformados por $\arcseno\sqrt{x/100}$ e novamente as pressuposições foram checadas. Somente após a confirmação de que todas as pressuposições foram atendidas, a análise de variância foi calculada e testada para os efeitos principais (laboratórios e lotes) e interação por F de Snedecor, a 0,01 de significância. O método para teste de germinação das espécies foi considerado validado quando os efeitos de laboratório e interação entre os fatores foram não significativos e somente efeito de lotes significativo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As maiores amplitudes do *Boxplot* foram encontradas em plântulas normais de *Cedrela fissilis* e *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* e as menores em *Guazuma ulmifolia* e *Peltophorum dubium* (Figuras 1 e 2). As grandes amplitudes do *Boxplot* podem ser devidas às variabilidades inerentes aos laboratórios, ao próprio método, infestação principalmente por fungos, mas também refletiram a variabilidade intrínseca, característica das espécies lenhosas brasileiras sem melhoramento genético.

A espécie *Guazuma ulmifolia* apresentou baixa amplitude para plântulas normais e como consequência, foi detectada maior quantidade de *outliers*. De forma similar, espécies com maiores amplitudes, apresentaram poucos discrepantes, como observado para o percentual de plântulas normais de *Cedrela fissilis* (Figura 1). A presença de *outliers* para plântulas normais de uma espécie não significa necessariamente alta variabilidade, mas simplesmente que para espécies com baixa variabilidade a frequência de valores discrepantes aumenta.

Embora a análise exploratória de *Boxplot* não tenha qualquer pressuposição de normalidade, por não ser inferencial, autores como Hoaglin et al. (1983) relataram que quando a distribuição é assimétrica são esperados maiores quantidade de *outliers*. A presença de *outlier* foi registrada com maior frequência em lotes de qualidade alta e baixa. Isso ocorre porque os lotes de alta e baixa qualidade causa menor variação nas porcentagens de germinação, então qualquer valor fora dessa pequena variação é considerado como *outlier*.

Para todas as espécies, os resíduos obtidos do percentual de plântulas normais do modelo apresentaram distribuição normal, alguns depois da transformação de dados (Tabela 3). Vários artigos científicos e livros associam o ajuste à distribuição normal às espécies cultivadas, que apresentam melhoramento genético e são domesticadas. O equívoco ocorre porque há uma idéia distorcida de que espécies nativas não seguem a padrões específicos como a distribuição normal, contudo desconhecem que a distribuição é a modulação matemática de eventos aleatórios e casuais. Contudo, não se exclui o fato de que quanto maior a variabilidade de um conjunto de dados, maior será a dificuldade de aderência à distribuição normal (CONAGIN et al., 1995).

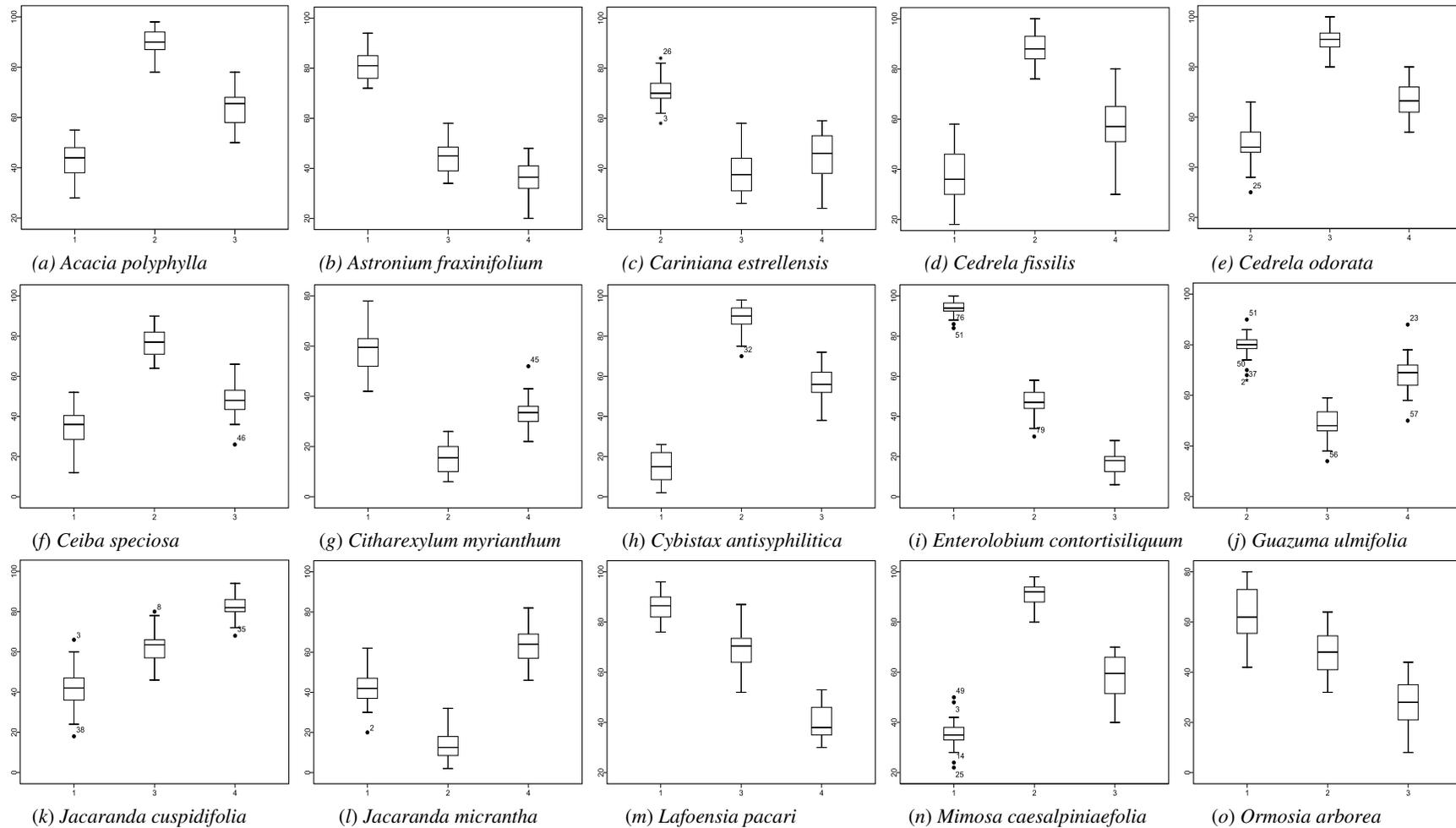


Figura 1. Boxplot para plântulas normais por lote de sementes de *Acacia polyphylla*, *Astronium fraxinifolium*, *Cariniana estrellensis*, *Cedrela fissilis*, *Cedrela odorata*, *Ceiba speciosa*, *Citharexylum myrianthum*, *Cybistax antisiphilitica*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Guazuma ulmifolia*, *Jacaranda cuspidifolia*, *Jacaranda micrantha*, *Lafoensia pacari*, *Mimosa caesalpiniaefolia* e *Ormosia arborea*.

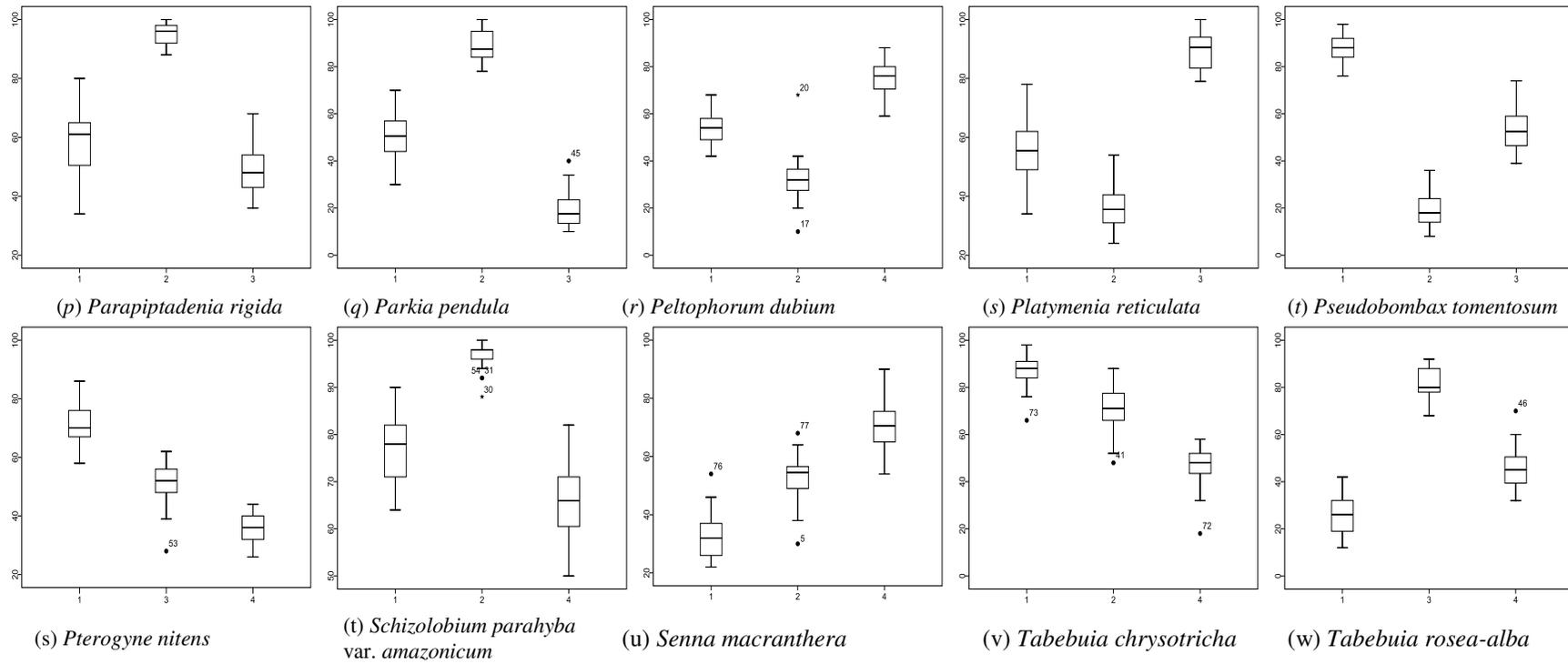


Figura 2. Boxplot para plântulas normais por lote de sementes de *Parapiptadenia rigida*, *Parkia pendula*, *Peltophorum dubium*, *Platymenia reticulata*, *Pseudobombax tomentosum*, *Pterogyne nitens*, *Schizolobium parahyba var. amazonicum*, *Senna macranthera*, *Tabebuia chrysotricha* e *Tabebuia roseo-alba*.

As variâncias foram homogêneas para as plântulas normais de todas as espécies. Cabe ressaltar que a homogeneidade não implica em inferir que as variâncias foram baixas, apenas que seus valores não foram discrepantes (Tabela 3). Variâncias podem ser extremamente altas em relação a suas médias, embora homogêneas, assim como variâncias baixas. No primeiro caso, geram altos coeficientes de variação e no segundo caso, baixos. Cochran e Cox (1957) comentam que um dos erros mais sérios na análise da variância decorre do fato de o erro experimental não ser homogêneo em todas as observações. Em função disso, o atendimento de homogeneidade foi a pressuposição mais importante testada para as 25 espécies.

A correção dos desvios de normalidade e/ou de variâncias heterogêneas com transformação de dados do tipo angular foi necessária para apenas seis das 25 espécies testadas. Na literatura sobre germinação de sementes, muitos artigos comunicam o uso da transformação de dados apenas pelo fato da característica em estudo ser expressa em porcentagem, sem qualquer teste das pressuposições do modelo. Autores como Scheffé (1959), Smith (1976) e Kirk (1982) salientaram que esta transformação, além de resolver o problema da heterogeneidade das variâncias, também permite obter valores mais próximos de uma distribuição normal. Contudo, Jaeger (2007) sugere, o uso de modelos lineares generalizados para dados com distribuição binomial.

Tabela 3. Pressuposições de normalidade dos resíduos (teste de Shapiro-Wilk) e homogeneidade das variâncias de um modelo de análise de variância em esquema fatorial lote x laboratório do processo de validação de métodos para teste de germinação de sementes de espécies florestais nativas.

Espécie ¹	Shapiro-Wilk (W)	Levene (F)
<i>Acacia polyphylla</i> ²	0,986	2,168
<i>Astronium fraxinifolium</i> ²	0,983	1,393
<i>Cariniana estrellensis</i>	0,972	1,477
<i>Cedrela fissilis</i>	0,980	1,340
<i>Cedrela odorata</i>	0,989	1,846
<i>Ceiba speciosa</i>	0,987	1,255
<i>Citharexylum myrianthum</i> ²	0,969	1,818
<i>Cybistax antisyphilitica</i> ²	0,986	1,820
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	0,983	1,685
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,980	1,885
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	0,965	1,789
<i>Jacaranda micrantha</i>	0,980	1,113
<i>Lafoensia pacari</i> ²	0,977	2,388
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> ²	0,990	1,929
<i>Ormosia arborea</i>	0,982	1,306
<i>Parapiptadenia rigida</i>	0,960	2,175
<i>Parkia pendula</i>	0,989	1,074
<i>Peltophorum dubium</i>	0,961	1,149
<i>Plathymenia reticulata</i>	0,982	1,871
<i>Pseudobombax tomentosum</i>	0,969	1,317
<i>Pterogyne nitens</i>	0,975	0,566
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>	0,986	1,788
<i>Senna macranthera</i>	0,988	1,287
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	0,994	1,695
<i>Tabebuia roseo-alba</i>	0,983	0,852

W e F: estatística dos testes de Shapiro-Wilk e Levene; valores indicam normalidade dos resíduos e variâncias homogêneas; ²valores transformados por arcoseno $\sqrt{x/100}$, onde x é o percentual de plântulas normais.

Os percentuais médios de plântulas normais por lote e por laboratório de cada uma das 25 espécies indicou que o número final de laboratórios variou entre as espécies, chegando ao máximo de 10 laboratórios para *Enterolobium contortisiliquum* (Figuras 3 e 4), embora a maioria tenha ficado próximo ao mínimo de seis laboratórios.

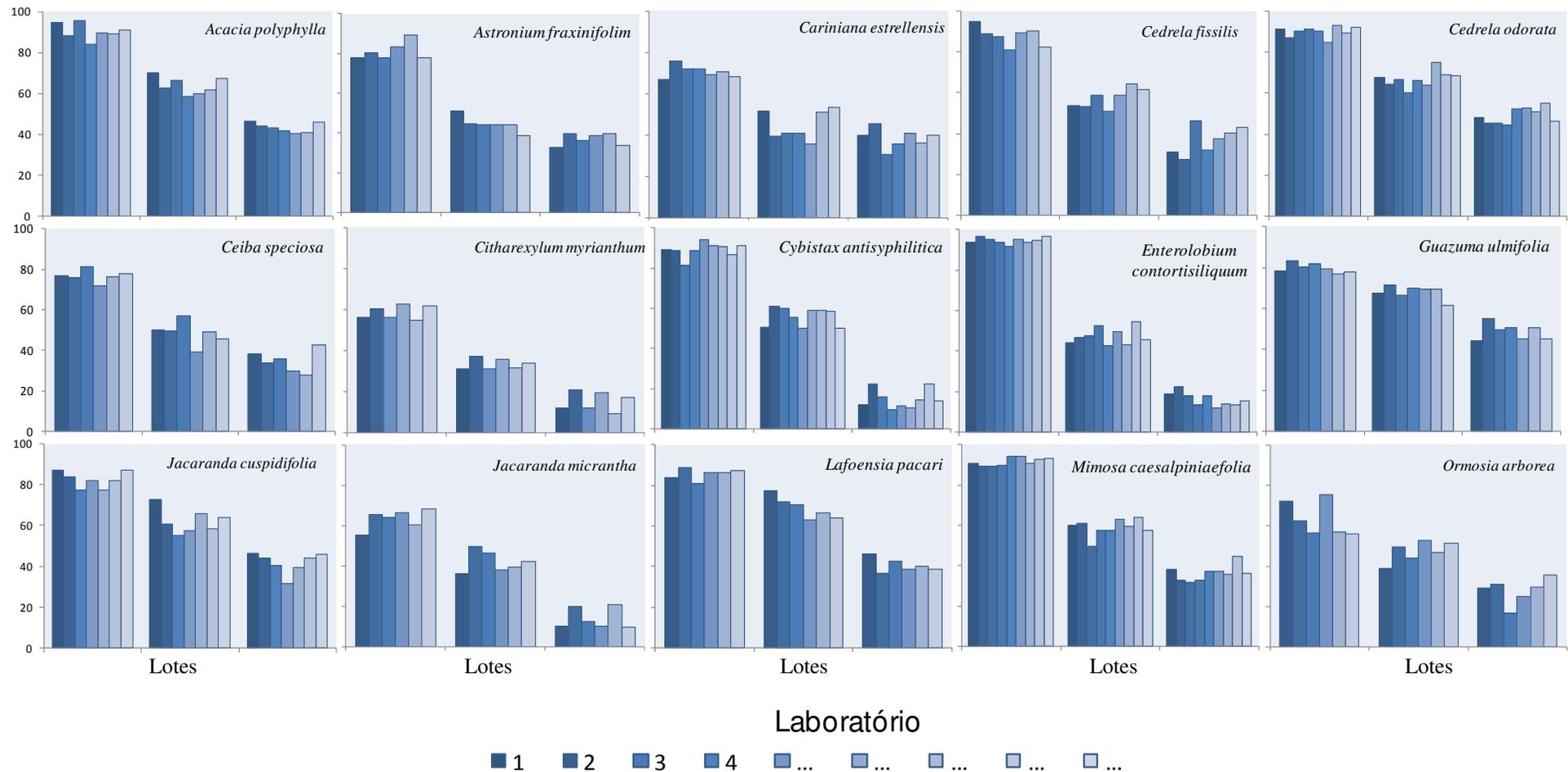


Figura 3. Percentuais médios de plântulas normais por lote e por laboratório obtidos no processo de validação de metodologia para teste de germinação de sementes de *Acacia polyphylla*, *Astronium fraxinifolium*, *Cariniana estrellensis*, *Cedrela fissilis*, *Cedrela odorata*, *Ceiba speciosa*, *Citharexylum myrianthum*, *Cybistax antisyphilitica*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Guazuma ulmifolia*, *Jacaranda cuspidifolia*, *Jacaranda micrantha*, *Lafoensia pacari*, *Mimosa caesalpiniaefolia* e *Ormosia arborea*.

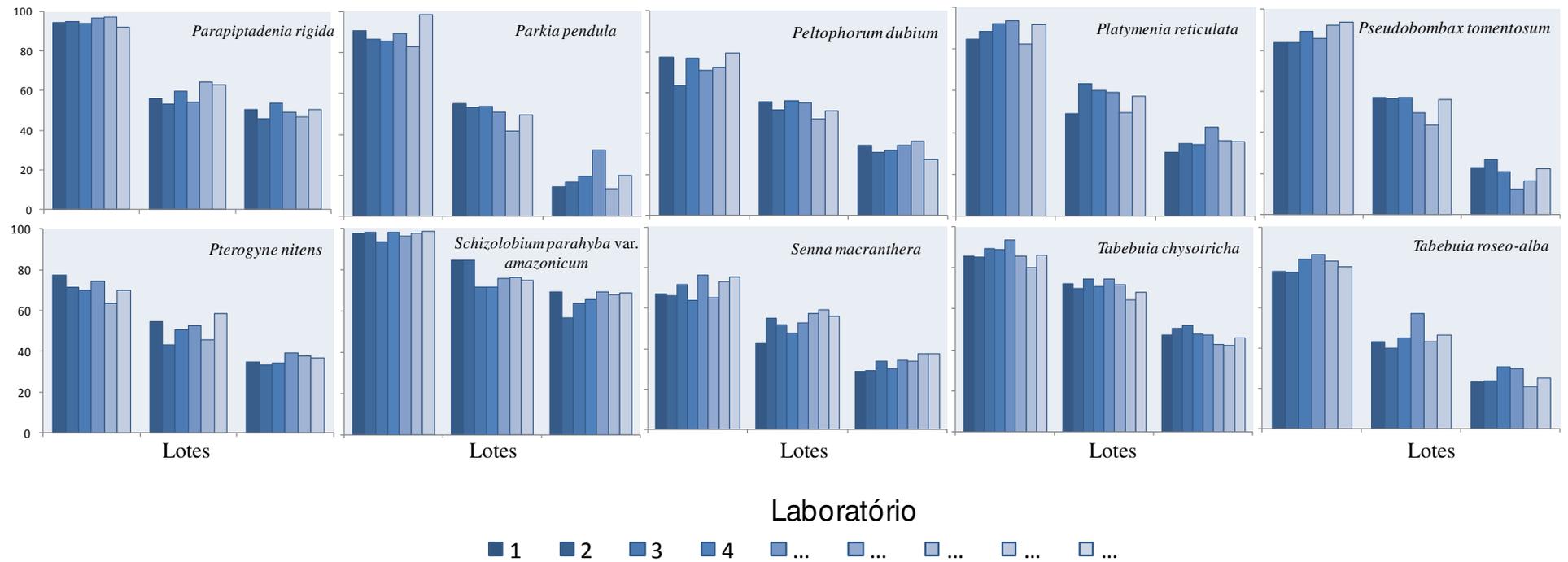


Figura 4. Percentuais médios de plântulas normais por lote e por laboratório obtidos no processo de validação de metodologia para teste de germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida*, *Parkia pendula*, *Peltophorum dubium*, *Platymenia reticulata*, *Pseudobombax tomentosum*, *Pterogyne nitens*, *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, *Senna macranthera*, *Tabebuia chrysotricha* e *Tabebuia roseo-alba*.

Uma das grandes etapas da validação foi atendida com os lotes apresentando três qualidades distintas (Figuras 3 e 4), embora as diferenças entre os lotes de qualidade intermediária e baixa de *Astronium fraxinifolium* (Figura 3) e *Parapiptadenia rigida* (Figura 4) tenham sido pequenas. Como mencionado anteriormente, os lotes de qualidade intermediária e baixa foram os que apresentaram as maiores discrepâncias de plântulas normais entre os laboratórios.

Embora a casualização tenha sido enviada aos laboratórios executores, cabe ressaltar que os laboratórios não foram casualizados, assim cada laboratório compôs um experimento independente. O Manual de validação da ISTA (2007) não trata o modelo como experimentos independentes, mas como um esquema fatorial totalmente casualizado, modelo aplicado à validação das 25 espécies. Possivelmente a ISTA considere a casualização como Cochran e Cox (1957), ou seja, uma precaução contra um distúrbio que pode ou não ocorrer e que pode ser ou não sério, se porventura ocorrer. Mesmo sendo experimentos independentes, o número mínimo de 20 parcelas experimentais e de 10 graus de liberdade do resíduo por experimento foram atendidas conforme exigências de Banzatto e Kronka (1989) e Pimentel-Gomes (1990). Uma alternativa a falta de casualização de laboratórios é a aplicação da análise conjunta, sugerida por Pimentel-Gomes (1990) e Steel e Torrie (1996).

Das variâncias (quadrados médios) calculadas para os efeitos principais (laboratório e lotes) e para a interação, as variâncias de lotes foram as maiores, mais uma vez em função da exigência dos lotes apresentarem qualidade distinta (Tabela 4). Por outro lado, baixos valores de quadrados médios para laboratório e para a interação revelaram baixo efeito de laboratórios, uma condição indicativa da baixa diferença entre eles em analisar as mesmas amostras. Da mesma forma, a interação com baixas variâncias refletiram que a ordem de qualidade dos lotes foi mantida pelos laboratórios e que os fatores são independentes.

Tabela 4. Resumo da análise de variância do processo de validação de métodos para testes de germinação de sementes de espécies florestais nativas.

Espécie	QM		
	Laboratório	Lote	laboratório*lote
<i>Acacia polyphylla</i>	53,208	5.851,018*	15,087
<i>Astronium fraxinifolium</i>	77,747	13.546,097**	50,681
<i>Cariniana estrellensis</i>	99,565	7.615,062*	105,717
<i>Cedrela fissilis</i>	182,429	18.430,440*	98,190
<i>Cedrela odorata</i>	71,541	14.570,252*	36,506
<i>Ceiba speciosa</i>	135,951	10.952,886**	52,423
<i>Citharexylum myrianthum</i>	60,080	45.54,589*	13,049
<i>Cybistax antisyphilitica</i>	31,388	22.064,802**	50,950
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	19,503	52.845,094**	43,399
<i>Guazuma ulmifolia</i>	46,113	5.788,021**	16,950
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	84,863	11.259,941*	38,853
<i>Jacaranda micrantha</i>	82,893	14.770,554*	77,158
<i>Lafoensia pacari</i>	20,633	4.995,560**	30,738
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>	22,211	11.091,465**	10,853
<i>Ormosia arborea</i>	176,933	7.330,167*	198,700
<i>Parapiptadenia rigida</i>	101,540	18.204,893*	75,587
<i>Parkia pendula</i>	191,792	29.079,500*	105,917
<i>Plathymenia reticulata</i>	197,014	17.253,181*	43,197
<i>Peltophorum dubium</i>	47,177	10.345,764**	58,948
<i>Pseudobombax tomentosum</i>	120,389	27.580,681**	87,881
<i>Pterogyne nitens</i>	87,413	7.532,157**	63,359
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>	44,396	6.641,005*	77,340
<i>Senna macranthera</i>	107,763	11.111,090*	32,593
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	89,204	12.236,914*	23,581
<i>Tabebuia roseo-alba</i>	136,521	19.481,887*	19,180

*Significativo à 0,05 pelo teste de *F* da ANOVA; ** Significativo à 0,01 pelo teste de *F* da ANOVA. QM: Quadrado Médio do Resíduo.

5 CONCLUSÕES

- Mesmo sendo uma característica expressa em porcentagem, plântulas normais da maioria das espécies florestais se ajustam a normalidade dos resíduos e apresentam variâncias homogêneas;
- A independência fatores laboratório e lote e, dos efeitos principais, apenas lotes ser significativo, a metodologia proposta para as 25 espécies florestais é considerada válida;
- Embora o manual de validação da ISTA aponte o modelo fatorial clássico para o processo de validação, uma alternativa a ser testada são os modelos de análise conjunta.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A.V. de; BORTOLOZO, F.R.; MORAES, M.L.T. de; SÁ, M.E.L. de. Determinação de parâmetros genéticos em população de gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) através das características fisiológicas da semente. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.60, p.89-97, 2001.
- ALVES, E.U., PAULA, R.C.; OLIVEIRA, A.P.; BRUNO, R.L.A.; DINIZ, A.A. Germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.24, n.1, p.169-178, 2002.
- ALVES, E.U.; BRUNO, R.L.A.; OLIVEIRA, A.P.; ALVES, A.U.; ALVES, A.U.; PAULA, R.C. Influência do tamanho e da procedência de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. sobre a germinação e vigor. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.877-885, 2005.
- ALVES, E.W.; PESCADOR, R.; STÜRMER, S.L.; UHLMANN, A. Germinação de *Citharexylum myrianthum* Cham. (Verbenaceae) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, supl. 2, p.741-743, 2007.
- ANDRADE, A.C.; SOUZA, A.F.; RAMOS, F.N.; PEREIRA, T.S. Efeito do substrato e da temperatura na germinação e no vigor de sementes de cedro - *Cedrela odorata* L. (MELIACEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.16, n.1, p.34-40, 1994.
- ARAÚJO NETO, J.C.; AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.26, n.2, p.49-256, 2003.
- ARAÚJO NETO, J.C.; AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M.; PAULA, R.C. Caracterização morfológica de frutos e sementes e desenvolvimento pós-seminal de monjoleiro (*Acacia polyphylla* DC.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.24, n.1, p.203-211, 2002.
- ARAÚJO NETO, J.C.; AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M.; RODRIGUES, T.J.D. Armazenamento e requerimento fotoblástico de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.27, n.1, p.115-124, 2005.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. FUNEP. Jaboticabal. 247p, 1989.
- BARBEDO, C.J.; MARCOS FILHO, J.; NOVEMBRE, A.D.L.C. Condicionamento osmótico e armazenamento de sementes de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.19, n.2, p.354-360, 1997.
- BILIA, D.A.C.; BARBEDO, C.J.; COICEV, L.; GUIMARÃES, F.L.C.; MALUF, A.M. Germinação de sementes de *Cedrela fissilis* Vell. e *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze – Efeito da luz e temperatura. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 46., Ribeirão Preto, 22/27 jan. 1995. **Resumos...** Ribeirão Preto, 1995. p.225.
- BIRUEL, R.P.; BORBA FILHO, A.B.; ARAÚJO, E.C.E.; FRACCARO, F.O.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos do condicionamento seguido ou não de secagem em sementes de

Pterogyne nitens Tul. sob estresse. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.17, n.2, p.119-128, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 44, de 23 de dezembro de 2010**. Brasília: MAPA/ACS, 2010. 4p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 35, de 14 de julho de 2011**. Brasília: MAPA/ACS, 2011. 2p.

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

COCHRAN, W.G.; COX, G.M. **Experimental designs**. 2.ed. London, John Wiley, 1957. 611p.

CAMARA, C.A.; ARAÚJO NETO, J.C.; FERREIRA, V.M.; ALVES, E.U.; MOURA, F.B.P. Caracterização morfométrica de frutos e sementes e efeito da temperatura na germinação de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.18, n.3, p.281-291, 2008.

CARVALHO, L. R.; SILVA, E.A.A.; DAVIDE, A.C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.28, n.2, p.15-25, 2006.

CARVALHO, N.M.; GOES, M. de; AGUIAR, I.B.; FERNANDES, P.D. Armazenamento de sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*). **Científica**, São Paulo, v.4, n.3, p.315-319, 1976.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA – CNPF; Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 640 p.

CARVALHO, P.E.R. **Mutamba - *Guazuma ulmifolia***. Colombo: Embrapa Florestas, 2007.13p. (Circular técnica 141).

COCHRAN, W.G. & COX, G.M. **Experimental designs**. 2nd. ed. New York: John Wiley., 1957. 617 p.

CONAGIN, A.; IGUE, T.; NAGAI, V. **Tabelas para determinação do número de repetições no planejamento de experimentos**, Campinas, Instituto Agronômico. 17p. (Boletim Científico, 34). 1995.

CORVELLO, W.B.V.; VILLELA, F.A.; NEDEL, J.L.; PESKE, S.T. Época de colheita e armazenamento de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.21, n.2, p.28-34, 1999.

CORVELLO, W.B.V.; VILLELA, F.A.; NEDEL, J.L.; PESKE, S.T. Maturação fisiológica de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.21, n.2, p.23-27, 1999.

DEGAN, P.; AGUIAR, I.B.; SADER, R.; PINTO, L.R. Composição química, sanidade, secagem e germinação de sementes de ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand. – Bignoniaceae). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Viçosa, v.3, n.1, p.41-47, 1997.

DONADIO, N.M.M.; DEMATTÊ, M.E.S.P. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) e jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth.) – Fabaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.22, n.1, p.64-73, 2000.

DUNCAN, D.B. Multiple range and multiple F tests. **Biometrics**, Whashington, DC, v.11, p.1-42, 1955.

ESCHIAPATIA-FERREIRA, M.S.; PEREZ, S.C.J.A. Tratamento para superar a dormência de semente de *Senna macranthera* (Collad.) Irwing et Bran. (Fabaceae- Caesalpinoidea). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.19, n.2, p.231-237, 1997.

FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G. de A. Efeitos do envelhecimento precoce no vigor de sementes de *Chorisia speciosa* St. Hil. - Bombacaceae. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.3, p.345-352, 2005.

FERRONATO, A.; DIGNART, S.; CAMARGO, I.P. Caracterização das sementes e comparação de métodos para determinar o teor de água em sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* H.B.K. - Papilionoideae) e pé-de-anta (*Cybistax antisiphilitica* Mart. - Bignoniaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.22, p. 206-214, 2000.

FIGLIOLIA, M.B.; SILVA, A.; AGUIAR, I.B.; PERECIN, D. Conservação de sementes de *Cariniana estrellensis* Kuntze em diferentes condições de acondicionamento e armazenamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.24, n.4, p.361-368, 2000.

FOWLER, J.A.P.; CARPANEZZI, A.A. Conservação de sementes de angico-gurucaia (*Parapiptadenia rigida* (Bentham) Brenan). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, v.12 n.36, p.5-10, 1998.

GONÇALVES, E.P.; PAULA, R.C. de; DEMATTÊ, M.E.S.P.; SILVA, M.A.D. da. Potencial fisiológico de sementes de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) em diferentes procedências. **Caatinga**, Moçoró, v.22, n.2, p.218-222, 2009.

HARTLEY, H.O. The maximum F-ratio as a short cut test for heterogeneity of variances. **Biometrics**, Whashington, DC, v.37; p.308-312, 1950.

HOAGLIN D.C., MOSTELLER F., TUKEY J.W. **Understanding robust and exploratory data analysis**. New York: Wiley. 1983, 135 p.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. Germination. In: ISTA. **International Rules for Seed Testing**. Bassersdorf: ISTA, 2004, 50 p.

ISTA: INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Method validation for seed testing**. Switzerland, Bassersdorf: ISTA, 2007, 70 p.

JARDIM, M.M.; PEREZ, S.C.J.G. de A.; SANTIS, L.B. Efeitos do condicionamento da putrescina na germinação de *Chorisia speciosa* St. Hil. sob estresse. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, n.2, p.882-884, 2007.

JAEGER, T.F. Categorical data analysis: Away from ANOVAs (transformation or not) and towards logit mixed models. **Journal of Memory and Language**, New York, v.59, n.42, p.434-446, 2007.

KHAMIS, H.J. The δ corrected Kolmogorov-Smirnov test with estimated parameters. **Journal of Nonparametric Statistics**. New York, v.2: p.17-27, 1992.

KIRK, R.E. **Experimental design**. Belmont:Wadsworth., 1982. 253 p.

KOPPER, A.C.; MALAVASI, M. de M.; MALAVASI, U.C. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.32, n.2, p.160-165, 2010.

LACERDA, D.R.; LEMOS FILHO, J.P.; GOULART, M.F.; RIBEIRO, R.A.; LOVATO, M.B. Seed-dormancy variation in natural populations of two tropical leguminous tree species: *Senna multijuga* (Caesalpinioideae) and *Plathymenia reticulata* (Mimosoideae). **Seed Science Research**, New York, v.14, n 23, p.127-135, 2004.

LAMEIRA, O.A.; GOMES, A.P. do R.; LOPES, S. da C.; LEÃO, N.V.M. **Efeito da escarificação sobre a germinação de sementes de paricá (*Schizolobium amazonicum*) in vitro**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 3p. (Comunicado Técnico, 21).

LAZAROTTO, M.; SANTOS, A.F.; MUNIZ, M.F.B.; FOWLER, J.A.P. **Tratamento químico de sementes de paineira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 2009. 3p. (Comunicado técnico, 239).

LEÃO, N.M.V.; CARVALHO, J.E.U. de. Métodos para superação da dormência de sementes de paricá, *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke. **Informativo ABRATES**, Brasília, DF,, v. 5, n. 2, p. 168, 1995.

LEMO FILHO, J.P.; GUERRA, S.T.M.; LOVATO, M.B.; SCOTTI, M.R.M.M. Germinação de sementes de *Senna macranthera*, *Senna multijuga* e *Stryphnodendron polyphyllum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.32, n.4, p.357-361, 1997.

LEONHARDT, C.; TILLMANN, M.A.A.; VILLELA, F.A.; MATTEI, V.L. Maturação fisiológica de sementes de tarumã-de-espinho (*Citharexylum montevidense* (Spreng.) Moldenke - Verbenaceae), no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.23, n.1, p.100-107, 2001.

LILLIEFORS, H. W. On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. **Journal of the American Statistical Association**, New York, v.62: p.399-402, 1967.

LIMA, C.M.R.; BORGHETTI, F.; SOUSA, M.V. Temperature and germination of the *Enterolobium contortisiliquum*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, São Paulo, v.9, n.2, p.97-102, 1997.

LIMA, V.V.F. de; VIEIRA, D.L.M.; SEVILHA, A.C.; SALOMÃO, A.N. Germinação de espécies arbóreas de floresta estacional decidual do vale do rio Paraná em Goiás após três tipos de armazenamento por até 15 meses. **Biota Neotropica**, Campinas, v.8, n.3, p.89-97, 2008.

LOPES, J.C.; DIAS, P.C.; MACEDO, C.M.P. de. Tratamentos para superar a dormência de sementes de *Ormosia arborea* (Vell.) Harms. **Brasil Florestal**, Brasília, DF, v.12, n.80, p. 25-35, 2004.

LUCA, A.Q. **Fenologia, potencial germinativo e taxa de cruzamento de uma população de paineira (*Chorisia speciosa* St. Hil. Bombacaceae) em área ciliar implantada**. 2002. 87 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2002.

LUZ, G.R. da; MENINO, G.C. de O.; MOTA, G. da S.; NUNES, Y.R.F. Síndromes de dispersão de espécies arbustivo-arbóreas em diferentes fitofisionomias no norte de Minas Gerais. SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO 9. **Anais...** Brasília, p.91-98, 2008

MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M. Dormancy breaking and germination of *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong seed. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.47, n.6, p.851-854, 2004.

MARQUES, M.A.; RODRIGUES, T. de J.D.; PAULA, R.C. de. Germinação de sementes de *Ormosia arborea* (Vell.) Harms submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos. **Científica**, Jaboticabal, v.32, n.2, p.141-146, 2004.

MARTINELLI-SENEME, A.; HOFFMAN, S.; POSSAMAI, E. Colheita e germinação de sementes de ipê (*Tabebuia chrysotricha*). **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.4, p.419-423, 2008.

MARTINS NETTO, D.A.; FAIAD, M.G.R. Viabilidade e sanidade de sementes de espécies florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.17, n.1, p.75-80, 1995.

MARTINS, C.C.; BELISARIO, L.; TOMAZ, C.A.; ZUCARELI, C. Condições climáticas, características do fruto e sistema de colheita na qualidade fisiológica de sementes de jacarandá. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.4, p.627-632, 2008.

MARTINS, C.C.; CARVALHO, N.M. de; OLIVEIRA, A.P. de. Quebra de dormência de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.14, n.1, p.5-8, 1992.

MARTINS, C.C.; MARTINELLI-SENEME, A.; NAKAGAWA, J. Estágio de colheita e substrato para o teste de germinação de sementes de ipê (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.1, p.27-32, 2008.

MARTINS, L.; LAGO, A.A. Conservação de semente de *Cedrela fissilis*: teor de água da semente e temperatura do ambiente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.30, n.1, p.161-167, 2008.

MEDEIROS, A.C.S.; ABREU, D.C.A. **Instruções para testes de germinação de sementes florestais nativas da Mata Atlântica**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 5p. (Comunicado técnico 151).

MELO, J.T. de; RIBEIRO, J.F.; LIMA, V.L.G. de F. Germinação de sementes de algumas espécies arbóreas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.1, n.2, p.8-12, 1979.

MELO, P.R.B. **Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de ipê-verde (*Cybistax antispyhilitica* (Mart.) Mart.)**. 2009. 136 f. Tese (Doutorado em Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho), Jaboticabal. 2009.

MENDONÇA, E.A.F; COELHO, M.F.B; LUCHESE, M. Teste de tetrazólio em sementes de mangaba-brava (*Lafoensia pacari* St. Hil. - Lythraceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.8, n.2, p.33-38, 2006.

MENEGHELLO, G.E.; MATTEI, V.L. Semeadura direta de timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*), canafístula (*Peltophorum dubium*) e cedro (*Cedrela fissilis*) em campos abandonados. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.14, n.2, p.21-27, 2004.

MOTTA, M.S.; DAVIDE, A.C.; FERREIRA, R.A. Longevidade de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam. - Sterculiaceae) no solo em condições naturais. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.28, n.2, p.07-14, 2006.

NAKAGAWA, J.; MORI, E.S.; PINTO, C.S.; FERNANDES, K.H.P.; SEKI, M.S.; MENEGHETTI, R.A. Maturação e secagem de sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert (canafístula). **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.1, p.49-56, 2010.

NASCIMENTO, W.M.O.; CRUZ, E.D.; MORAES, M.H.D.; MENTEN, J.O.M. Qualidade sanitária e germinação de sementes de *Pterogyne nitens* Tul. (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.28, n.1, p.149-153, 2006.

NASSIF, S.M.L.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeito da temperatura na germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.22, n.1, p.1-6, 2000.

NASSIF, S.M.L.; PEREZ, S.C.J.G.A. Germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul.): influência dos tratamentos para superar a dormência e profundidade de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.29, n.2, p.171-178, 1997.

- NOGUEIRA, A.C. Germinação de sementes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex. DC.). Standl. em diferentes substratos e temperaturas. **Informativo ABRATES**, Brasília, DF, v.11, n.2, p.274, 2001.
- NOVEMBRE, A.D.L.C.; FARIA, T.C.; PINTO, D.H.V.; CHAMMA, H.M.C.P. Teste de germinação de sementes de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. – Fabaceae-Mimosoideae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.29, n.3, p.42-45, 2007.
- NUNES, Y.R.F.; FAGUNDES, M.; SANTOS, M.R.; BRAGA, R.F.; GONZAGA, A.P.D. Germinação de sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae) e *Heteropterys byrsonimifolia* A. Juss. (Malpighiaceae) sob diferentes tratamentos de escarificação tegumentar. **Unimontes Científica**, Montes Claros, v.8, n.1, p.43-52, 2006.
- OLIVEIRA, L.M.; CARVALHO, M.L.M.; DAVIDE, A.C. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert Leguminosae-Caesalpinioideae. **Cerne**, Lavras, v.11, n.2, p.159-166, 2005.
- OLIVEIRA, L.M.; DAVIDE, A.C.; CARVALHO, M.L.M. Avaliação de métodos para quebra da dormência e para a desinfestação de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.5, p.597-603, 2003.
- OLIVEIRA, L.M.; DAVIDE, A.C.; CARVALHO, M.L.M. Teste de germinação de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert – Fabaceae. **Floresta**, Curitiba, v.38, n.3, p.545-551, 2008.
- OLIVEIRA, M.C.P.; FERRAZ, I.D.K.; OLIVEIRA, G.J. Dispersão e superação da dormência de sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Walp. (visgueiro) na Amazônia Central, AM, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v.33, n.4, p.485-493, 2006.
- ORTOLANI, F.A.; MATAQUEIRO, M.F.; MORO, J.R.; MORO, F.V.; DAMIÃO FILHO, C.F. Morfo-anatomia de plântulas e número cromossômico de *Cybistax antisiphilitica* (Mart.) Mart. (Bignoniaceae). **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v.22, n.2, p. 345-353, 2008.
- PASSOS, M.A.A.; SILVA, F.J.B.C.; SILVA, E.C.A.; PESSOA, M.M.L.; SANTOS, R.C. Luz, substrato e temperatura na germinação de sementes de cedro-vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.43, n.2, p.281-284, 2008.
- PEREZ, S.C.J.G.A.; FANTI, S.C.; CASALI, C.A. Dormancy break and light quality effects on seed germination of *Peltophorum dubium* Taub. **Revista Árvore**, Viçosa, v.23, n.2, p.131-137, 1999.
- 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.55-166, 2001.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Nobel. 1990. 468 p.
- PINEDO, G.J.V.; FERRAZ, I.D.K. Hidrocondicionamento de *Parkia pendula* [Benth ex Walp]: Sementes com dormência física de árvore da Amazônia. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.1, p.39-49, 2008.

PIROLI, E.L.; CUSTÓDIO, C.C.; ROCHA, M.R.V.; UDENAL, J.L. Germinação de sementes de canafístula *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. tratadas para superação da dormência. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v.1, n.1, p.13-18, 2005.

RAMOS, A. **Influência de cinco tipos de embalagens na germinação e no vigor de sementes de angico – *Paraptadenia rigida* (Benth.) Brenan, caixeta – *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC e caroba – *Jacaranda micrantha* (Cham.) armazenadas em câmara fria e à temperatura ambiente.** 1980. 134f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1980.

RAMOS, A.; BIANCHETTI, A.; MARTINS, E.G.; FOWLER, J.A.P; ALVES, V.F. **Substratos e temperaturas para a germinação de sementes de angico (*Parapiptadenia rigida*).** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1995. 1p. (Comunicado Técnico, 3).

RAMOS, M.B.P.; VARELA, V.P.; MELO, M. de F.F. Influência da temperatura e da água sobre a germinação de sementes de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke – Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.28, n.1, p.163-168, 2006.

RESSEL, K.; GUILHERME, F.A.G.; SCHIAVINI, I.; OLIVEIRA, P.E. Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.27, n.2, p.311-323, abr-jun. 2004.

ROSSETO, J.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; RONDON NETO, R.M.; SILVA, I.C.O. Germinação de sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (Fabaceae) em diferentes temperaturas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.1, p.47-55, 2009.

SALOMÃO, A.N.; SOUSA-SILVA, J.C.; DAVIDE, A.C.; GONZÁLES, S. TORRES, R.A.A., WETZEL, M.M.V.S., FIRETTI, F.; CALDAS, L.S. 2003. **Germinação de sementes e produção de mudas de plantas do cerrado.** Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2003. 96p.

SANTARÉM, E.R.; AQUILA, M.E.A. Influência de métodos de superação da dormência e do armazenamento na germinação de sementes de *Senna macranthera* (Colladon) Irwin & Barneby (Leguminosae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.17, n.2, p.205–209, 1995.

SANTOS JÚNIOR, N.A.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C. Estudo da germinação e sobrevivência de espécies arbóreas em sistema de semeadura direta, visando à recomposição de Mata Ciliar. **Cerne**, Lavras, v.10, n.1, p.103-117, 2004.

SANTOS, D.L.; SUGAHARA, V.Y.; TAKAKI, M. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich, *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl. e *Tabebuia roseo-alba* (Ridl) Sand – Bignoniaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.1, p.87-92, 2005.

SANTOS, M.F.; RIBEIRO, W.R.C.; FAIAD, M.G.R.; SALOMÃO, A.N. Avaliação da qualidade sanitária e fisiológica das sementes de caroba (*Cybistax antisyphilitica* (Mart.) Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.20, n.1, p.1-6, 1998.

SANTOS, M.J.C.; NASCIMENTO, A.V.S.; MAURO, R.A. Germinação do amendoim bravo (*Pterogyne nitens* Tul) para utilização na recuperação de áreas degradadas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.3, n.1, p.31-34, 2008.

SCALON, S.P.Q.; MUSSURY, R.M.; SCALON FILHO, H.; FRANCELINO, C.S.F.; FLORÊNCIO, D. K.A. Armazenamento e tratamentos pré-germinativos em sementes de jacarandá (*Jacaranda cuspidifolia* Mart.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p.179-185, 2006.

SCALON, S.P.Q.; MUSSURY, R.M.; WATHIER, F.; GOMES, A.A.; SILVA, K.A.; PIEREZAN, L.; SCALON FILHO, H. Armazenamento, germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Acta Scientiarum**, Maringa, v.27, n. 2, p.107-112, 2005.

SENEME, A.M.; HOFFMAN, S.; POSSAMAI, E.; MORAES, C.P. Germinação e qualidade sanitária de sementes de dedaleiro (*Lafoensia pacari* St. Hil., Lythraceae). **Scientia Agraria**, Curitiba, v.11, n.1, p.019-024, 2010.

SCHEFFÉ, H. **The analysis of variance**. New York: Wiley. 1959. 467 p.

SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrics**, Whashington, DC, v.52: p.591-611, 1965.

SILVA, A.; FIGLIOLIA, M.B.; AGUIAR, I.B. Germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. (monjoleiro) e de *Aspidosperma ramiflorum* Müll. Arg. (guatambu). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.37, n.3, p.353-361, 2007.

SILVA, L.M.M.; MATOS, V.P.; PEREIRA, D.D.; LIMA, A.A. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Luetzelburgia auriculata* Duck (pau-serrote) e *Pterogyne nitens* Tul (madeira nova do brejo) – Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.17, n.2, p.154-159, 1995.

SILVA, M.S.; SANTOS, S.R.G. Tratamentos para superar dormência em sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morang – tamboril. **Ciência Florestal**, Santa Maria v.12, n.40, p.161-165, 2009.

SMITH, J.E.K. Data transformations in analysis of variance. **Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior**, New York, v.15, p.339-346, 1976.

SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G. **Statistical methods**. 8th ed.. Ames: Iowa State University. 1989. 593 p,

SOBRINHO, S.P.; SIQUEIRA, A.G. Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam. – Sterculiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.30, n.1, p.114-120, 2008.

SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. **Biometry**. 3rd. ed. New York: W.H. Freeman and Company. 1997. 897 p.

SOUSA-SILVA, J.C.; RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C.E.L. da; ANTUNES, N. B. **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina: Embrapa-Cerrados. 2001. 899 p.

SOUZA, C.R. de; ROSSI, L.M.B.; AZEVEDO, C.P. de A.; VIEIRA, A.H. **Paricá: *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2003, 11p. (Circular Técnica, 18)

SOUZA, D.M. dos S. **Influência da qualidade da luz na germinação de sementes de espécies arbóreas nativas**. 2008. 20 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). UFRJ, Seropédica. 2008.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. 2nd. ed. New York. McGraw-Hill Book Company. 1980. 633 p.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics with special reference to the biological sciences**. New York: McGraw Hill, 1996, 481p.

STOCKMAN, A.L.; BRANCALION, P.H.S.; NOVEMBRE, A.D.L.C.; CHAMMA, H.M.C.P. Sementes de ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand. - Bignoniaceae): temperatura e substrato para o teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.29, n.3, p. 139-143, 2007.

TEDESCO, N.; CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V. Influência do vermicomposto na produção de mudas de caroba (*Jacaranda micrantha* Chamisso). **Revista Árvore**, Viçosa, v.23, n.1, p.1-8, 1999.

TUKEY, J.W. Comparing individual means in the analysis of variance. **Biometrics**, Whashington, DC, v.5, p.99-114, 1949.

VAZ MONDO, V.H.; BRANCALION, P.H.S.; CÍCERO, S.M.; NOVEMBRE, A.D. da L.C.; DOURADO NETO, D. Teste de germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.30, n.2, p.177-183, 2008.

WANLI, Z.; LEIHONG, L.; PEREZ, S.C.J.G.A. Pré-condicionamento e seus efeitos em sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.23, n.1, p.146-153, 2001.

WETZEL, M.M.V.S. **Época de dispersão e fisiologia de sementes do cerrado**. 173 f. Tese (Doutorado em Ecologia), Universidade de Brasília. Brasília. 1997.

WETZEL, M.M.V.S.; REIS, R.B.; RAMOS, K.M. **Metodologia para criopreservação de sementes de espécies florestais nativas**. Brasília, DF,; EMBRAPA-CENARGEN, 2003. 5p. (Circular Técnica, 26).

WIELEWICKI, A.P.; LEONHARDT, C.; SCHLINDWEIN, G; MEDEIROS, A.C.S. Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies florestais presentes na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.28, n.3, p.191-197, 2006.

ZAMITH, L.R.; SCARANO, F.R. Produção de mudas de espécies das Restingas do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.18, n.1, p.161-176, 2004.

ZANON, A.; CARPANEZZI, A.A.; FOWLER, J.A.P. germinação em laboratório e armazenamento de sementes de tarumã-branco (*Citharexylum myrianthum* Cham.). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Brasília, DF, v.13, n.35, p.75-82, 1997.