

Universidade Federal de Minas Gerais – Instituto de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal

**Comportamento germinativo de espécies do gênero *Stachytarpheta*
Vahl. (Verbenaceae) ocorrentes nos campos rupestres da Cadeia
do Espinhaço em Minas Gerais**

Fernando Marino Gomes dos Santos

Dissertação apresentada ao Instituto de
Ciências Biológicas da Universidade
Federal de Minas Gerais como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Mestre em Biologia Vegetal.

Orientadora: Prof. Dra. Queila de Souza Garcia

Belo Horizonte, Março de 2008

Ficha Catalográfica

SANTOS, Fernando Marino Gomes.

65 pgs + 6pp

Disertação de Mestrado – Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Botânica.

1. *Stachytarpheta*. 2. Germinação. 3. Campos Rupestres. 4. Cadeia do Espinhaço. 5. Dormência 6. Verbenaceae 7. Endemismo

Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. Departamento de Botânica. Belo Horizonte – Minas Gerais, 2008.

Agradecimentos

À minha orientadora, Queila, pelos conselhos, ensinamentos, amizade, disponibilidade, sermões, uma verdadeira mãe, por tudo nestes anos de estudos e convívio juntos.

Ao Dr. José Pires de Lemos Filho e Dra. Marli Aparecida Ranal por terem aceitado participar da banca.

À Letícia Anselmo e à Patrícia Gonçalves, grandes companheiras de viagens e de trabalho, sempre dispostas a ajudar, a contribuir e ensinar. Por encontrarem as plantas que eu nunca via no campo. Sem vocês não teria conseguido fazer este trabalho sozinho.

Aos grandes amigos do laboratório por tudo que passamos nestes anos, vocês também foram fundamentais nesta etapa.

Aos ajudantes de campo e coletores, Pedrinho, Nara, Fernanda Antunes, Victor, Ana Cheib, Flávio do Carmo, Varginha, Ernesto, Prof. Fernando, Leandro Jardim, Aristônio, Bruninho, Jota, Bê Dourado, Marina Neiva, Marina Dutra, Bira, Daniel, Thaís e Mocotó.

Aos colegas da taxonomia, pelos ensinamentos, farras e trabalho, e por me aturarem no laboratório este tempo todo.

Aos funcionários e técnicos, do Departamento de Botânica pelo convívio e ajudas nestes anos.

Aos professores da Botânica, amigos e tutores, por me ensinaram a gostar desta Ciência que cada vez mais me fascina.

Aos colegas da pós da Botânica por tudo, a amizade, os encontros diários, as conversas, a disponibilidade e principalmente pela descontração.

À Thais Elias Almeida por fornecer as bases e ajudar na elaboração do mapa.

Ao Dr. Fábio Vieira pelo auxílio e prontidão na análise estatística e a Dra. Marli Aparecida Ranal e Dra. Denise Garcia de Santana pelas dicas na estatística.

À Sandy Atkins (Kew Garden), que apesar da distância sempre demonstrou disposição em identificar as *Stachytarpheta*, além de ter enviando o material bibliográfico que foi de extrema importância para a conclusão deste trabalho.

Ao Dr. Moacir Dias Filho por enviar os artigos sobre *Stachytarpheta cayennensis* que também foram bastante úteis.

Aos motoristas do ICB, Luiz, Marcelo, Messias e Ricardo, que nos guiaram nas viagens para o campo.

Aos amigos do Jardim Botânico, principalmente a Míriam Pimentel, pelos anos de trabalho e aprendizado juntos.

Ao pessoal do IEF, pela concessão das licenças de coleta e aos funcionários dos parques visitados, principalmente do Rio Preto.

À galera a Biologia, amigos pra vida toda, Pedrinho, Nara, Sulz, Bigode, Nando, Bruninho, Jota, Raoni, Ju Mol, Rocha, Fred E.B., Queiroga, Kelê, Chico Lobo, Chico Prós, Jarbas, Fernanda, Valdomiro, Leitim, Zureta, Mônica, Gina, Bê, Flávia, Ana Cheib, Leandro, Daniel, Thaís, Aristônio, Lelê, Victor, Felipe Leite, Bê Sideral, Bia, Lia, Aninha, Ludmilla, Tate, Marina, Fernanda Calanga, Cris, Jarina, Fê Caldas, Marina Beirão, Luiza e todos os outros igualmente importantes. Não dá para citar todo mundo.

Aos irmãos do PCG, companheiros em todos os momentos, nunca deixando de lado a descontração. Até tú Yoko!

Aos amigos Anzol, Paçoca, Feijones, Jú, Dudu Afonsin, Danielzinho, Costinha, Pri, Jean e Fausto também.

Aos amigos do Futebol de terça do Braga e do Serra.

Aos meus pais, Mário e Iraídes, meus maiores exemplos, pelo amor, compreensão, ensinamentos, oportunidades, sou muito grato por tudo. Amo vocês.

Aos meus irmãos, Léo e Marinho, melhores amigos, presentes em todos os momentos, por tudo que já passamos e vamos passar. Amo vocês também.

À Bit e Alice, grandes amigas que estão sempre presentes.

A minha família, vó Juraci, tias, tios, primos, primas, fundamentais na minha vida também.

À Deus, pelo susto que tive este ano que passou e oportunidade de continuar minha trajetória.

A todos aqueles que participaram de alguma forma ajudaram, mas não foram mencionados aqui.

Obrigado.

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
1 Introdução.....	10
2 Metodologia.....	15
3 Resultados.....	26
3.1 Germinação Interespecífica.....	26
3.2 Germinação Intraespecífica.....	38
4 Discussão.....	41
Referências bibliográficas.....	53
Apêndices.....	66

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Relação das espécies, número das populações e suas localidades de coleta, altitude, latitude, longitude e n° de registro no BHCB.....	21
Tabela 2 Informações sobre habitat e hábito das populações de <i>Stachytarpheta</i> (Verbenaceae) estudadas.....	22
Tabela 3 Espécies, número das populações, comprimento (média ± desvio padrão), largura (média ± desvio padrão), massa fresca e massa seca das sementes (média ± erro padrão) e teor de água das sementes (média ± desvio padrão)	28
Tabela 4 Faixa de temperatura ótima de germinação para espécies de <i>Stachytarpheta</i> (Verbenaceae).....	31
Tabela 5 Germinabilidade, viabilidade e tempo médio de sementes de <i>Stachytarpheta</i> expostas ao ácido giberélico GA ₃ (250 e 500 ppm) (Mediana □ 25%-75% Mín-Máx).....	37

ÍNDICE DAS PRANCHAS

Prancha 1. Fotos de Campo ferruginoso, Belo Vale, MG; Mineração CSN, Belo Vale, MG; Visão Geral próxima ao Pico Dois Irmãos (P.E. Rio Preto); Termômetro sobre o solo (13h), (P.N. da Serra do Cipó); Cerrado, Serra do Cabral, MG; Areial (P.E. de Grão Mogol); Vista Vellozias gigantes (P.N. da Serra do Cipó); Serra de Grão-Mogol, MG; Pico do Itacolomi (P.E. do Itacolomi); Serra de Capanema, Ouro Preto, MG.....	17
Prancha 2 – Fotos de <i>Stachytarpheta</i> : <i>S. ajugifolia</i> Schauer; <i>S. cayennensis</i> (Rich.) Vahl; <i>S. discolor</i> Cham.; <i>S. commutata</i> Schauer pop 1; <i>S. confertifolia</i> Mold; <i>S. glabra</i> Cham. pop. 5; <i>S. confertifolia</i> x <i>S. glabra</i> ; <i>S. harleyi</i> Atkins; <i>S. martiana</i> Schauer; Detalhe flores híbrido e parentais	18
Prancha 3 – Fotos de <i>Stachytarpheta</i> sp.; Sementes de <i>Stachytarpheta</i> ; <i>S. mexiae</i> Mold.; Hábito de <i>S. mexiae</i> Mold em beira de Capão no P.E. Rio Preto; <i>S. spathulata</i> subsp. <i>spathulata</i> Mold. ; <i>S. reticulata</i> Mart. ex Schauer pop 3; <i>S. reticulata</i> Mart. ex Schauer pop 2; <i>S. spathulata</i> subsp. <i>mogolensis</i> Atkins.....	19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa das localidades de coleta das sementes de <i>Stachytarpheta</i> spp. na Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais.....	20
Figura 2. Germinação de sementes de <i>S. ajugifolia</i> e <i>S. cayennensis</i> sob presença e ausência de luz em diferentes temperaturas	26
Figura 3. Mediana da germinabilidade em luz das sementes de <i>Stachytarpheta</i> ocorrentes nos campos rupestres de Minas Gerais sob diferentes condições de temperatura (Mediana □ 25%-75% Mín-Máx).....	29
Figura 4. Mediana do tempo médio de germinação em luz das sementes de <i>Stachytarpheta</i> ocorrentes nos campos rupestres sob diferentes condições de temperatura(Mediana □ 25%-75% Mín-Máx)	32
Figura 5. Histograma de freqüência de distribuição do tempo médio (dias) por tratamento de temperatura (n= número de observações em cada temperatura).....	33
Figura 6. Máxima germinabilidade obtida sob diferentes temperaturas e viabilidade de sementes (%) de diferentes espécies/populações de <i>Stachytarpheta</i> (Verbenaceae) (Mediana □ 25%-75% Mín-Máx)	33
Figura 7. Germinabilidade de sementes de quatro espécies de <i>Stachytarpheta</i> recém-colhidas e estocadas a seco em temperatura ambiente por 12 meses sob diferentes temperaturas (Mediana □ 25%-75% Mín-Máx).....	35
Figura 8. Tempo médio de germinação (dias) de sementes de quatro espécies de <i>Stachytarpheta</i> recém-colhidas e estocadas à seco em temperatura ambiente por 12 meses sob diferentes temperatura (Mediana □ 25%-75% Mín-Máx).....	36
Figura 9. Germinabilidade (%) e tempo médio de germinação (dias) de populações de 4 espécies de <i>Stachytarpheta</i> (Verbenaceae) (Mediana □ 25%-75% Mín-Máx).....	40

RESUMO

O presente trabalho estudou a ecologia da germinação de sementes de 13 espécies, 22 populações de *Stachytarpheta* Vahl e um híbrido entre as espécies *S. glabra* Cham. e *S. confertifolia* Mold., ocorrentes nos campos rupestres da porção do estado de Minas Gerais da Cadeia do Espinhaço. Foram avaliadas a biometria, a influência da luz e da temperatura, além do efeito dos pré-tratamentos de estocagem e aplicação do hormônio vegetal giberelina (GA₃) sobre a germinação das sementes, uma vez que as sementes recém-colhidas normalmente apresentavam baixa germinabilidade. Diferenças intraespecíficas na germinação de quatro espécies também foram avaliadas. A viabilidade das sementes foi testada pelo teste do tetrazólio. Os experimentos foram conduzidos em câmara de germinação com seis temperaturas constantes (15 a 40°C; em intervalos de 5°C) sob fotoperíodo de 12 horas e sob escuro contínuo, além da alternância de 30/15°C (L/E). Os experimentos com giberelina (GA₃) foram realizados a 30°C, nas concentrações de 250 e 500 ppm. As espécies de *Stachytarpheta* estudadas apresentam sementes pequenas, a maioria fotoblásticas, apresentando maiores germinabilidades a 25 e 30°C e sob alternância de temperaturas. Apresentaram diferenças inter e intraespecíficas em sua germinação, comprovando a existência de diferentes padrões de germinação com diferenças quanto à dormência dentro do gênero, indicando associação da resposta germinativa encontrada com o habitat ocupado pela espécie. As espécies típicas de campos rupestres apresentaram dormência, comprovada pela germinabilidade das sementes recém colhidas inferior à sua viabilidade, enquanto as sementes de *S. reticulata*, espécie típica de Cerrado e de *S. cayennensis*, espécie com ampla distribuição, apresentaram alta germinabilidade. Os resultados dos pré-tratamentos mostram que estes quebraram a dormência das sementes da maioria das espécies, aumentando significativamente a percentagem de germinação das espécies estudadas. Esses dados indicam que a dormência das sementes de *Stachytarpheta* é do tipo fisiológica de nível não-profundo.

ABSTRACT

The present work studied the seed germination ecology of thirteen *Stachytarpheta* Vahl species, twenty-two populations and a hybrid between *S. glabra* Cham. and *S. confertifolia* Mold., occurring in the Rock Outcrops of the Espinhaço Range in its Minas Gerais state portion, in Brazil. Were evaluated biometrics, light and temperature influences, in addition to the pre-treatment effects of dry storage and gibberellin application (GA₃) on seed's germination. These pre-treatments were applied as recently collected seeds normally had shown low germination rates. Intraspecific differences in the germination of four species were also evaluated. The seed's viability was tested through the tetrazolium test. The assays were conducted in germination chamber with 6 constant temperatures (15 to 40°C; with intervals of 5°C) under 12 hours photoperiod and dark, and under the fluctuating temperature of 30/15°C (L/E). The gibberellin assays (GA₃) were performed at 30°C with concentrations of 250 and 500 ppm. The results show that the *Stachytarpheta* species have small seeds; most of them being photoblastic positive, showing higher germination rates at 25 and 30°C and at the fluctuating temperature. However inter and intraspecific differences in germination behavior were found, showing the existence of different germination patterns with differences in dormancy within the genus. These results indicate that the germination ecology has an association with the habitat occupied by the species. Rock outcrops species have seed dormancy, presenting germination rates always lower than their viability, while *S. reticulata*, typical Cerrado species and *S. cayennensis*, widespread species did not show dormancy. The pre-treatments results indicate that these break the dormancy for most tested species, increasing significantly the germination percentage of these. The results show that *Stachytarpheta* seeds dormancy has non-deep physiological dormancy.

1 - Introdução

A Cadeia do Espinhaço forma uma alongada cadeia de montanhas nos estados da Bahia e Minas Gerais, com uma vegetação xerófitica e diversificada (Giulietti & Pirani 1997). Estas montanhas apresentam uma série de estratos vegetacionais altitudinais onde são encontrados campos rupestres e matas nebulares (geralmente no estrato mais alto), cerrados e campos (no estrato intermediário) e florestas semidecíduas e perenifólias, incluindo floresta de galeria e florestas de brejo ao longo deste gradiente altitudinal (Harley 1995; Giulietti & Pirani 1997). Porém, a cobertura vegetal dominante na Cadeia do Espinhaço são os campos rupestres, caracterizados por um estrato herbáceo mais ou menos contínuo e por arbustos ou subarbustos esparsos, esclerófilos, sempre verdes, freqüentemente com folhas imbricadas ou em roseta, ocorrendo convergência morfológica em várias famílias (Menezes & Giulietti 2000). Normalmente ocorre acima dos 800 m de altitude, formando um rico mosaico sob controle da topologia local, do clima específico e da natureza dos substratos, que impõem uma série de restrições ao estabelecimento das plântulas (Giulietti *et al.* 1987; Porto & Silva 1989; Silva & Rosa 1990; Vicent *et al.* 2002).

Os solos da Cadeia do Espinhaço são oriundos da decomposição de quartzitos e arenitos, sendo caracteristicamente pedregosos, rasos, pobres, ácidos, com altos níveis de alumínio, arenosos, secos e com baixa capacidade de retenção de água (Moreira 1965), embora sejam ricos em minérios (ferro, bauxita, manganês e ouro), principalmente nas áreas dos campos ferruginosos (Porto & Silva 1989). Apresentam coloração escura nos horizontes superficiais, devido à acumulação de matéria orgânica e seus baixos níveis de fertilidade são relacionados à perda de nutrientes por lixiviação, devido a alta drenagem a qual estes solos são expostos (Benites *et al.* 2007). A baixa fertilidade contribuiu para o desenvolvimento de uma flora única, rica em estratégias de sobrevivência, como adaptações fisiológicas e morfológicas dos vegetais, que permitem seu estabelecimento em condições tão adversas (Benites *et al.* 2007).

O clima no Espinhaço é mesotérmico (Cwb de Köppen, 1931), denominando-se tropical de altitude, com verões brandos com alta precipitação e a temperatura média anual oscilando entre 17 e 24°C, tornando-se mais quente em direção ao norte (SEA/EMATER 1980). A média anual de precipitação da região varia de 1000 a

valores maiores que 1500 mm, também tornando-se mais seco em direção ao norte do estado da Bahia, com período úmido de sete a oito meses e um período seco de três a quatro meses (SEA/EMATER 1980). Embora prevaleça o clima altamente sazonal, nuvens carregadas de umidade fornecem orvalho mesmo durante a estação seca, o que sugere flutuações de temperatura diárias marcantes (Harley 1988; Giulietti & Pirani, 1997).

Todas estas peculiaridades do clima, do solo e dos microhabitats fazem dos campos rupestres um dos habitats mais ricos e diversos do mundo (Giulietti *et al.* 1987; Harley 1988; Giulietti & Pirani 1988; 1997). Ao longo do Espinhaço, ocorrem mais de 4000 espécies de angiospermas, sendo considerado o centro de diversidade de diversas famílias como Velloziaceae, Xyridaceae, Melastomataceae e Eriocaulaceae; e de gêneros incluindo *Stachytarpheta* e *Lippia* (Verbenaceae), *Pseudotrimezia* (Iridaceae) e *Cipocereus* (Cactaceae) (Giulietti *et al.* 1997; Giulietti *et al.* 2005).

O gênero *Stachytarpheta* (Verbenaceae) possui 133 espécies. Apresenta seu principal centro de diversidade na Cadeia do Espinhaço, onde ocorrem mais da metade das espécies brasileiras (44 spp.), sendo que destas, 30 ocorrem em Minas Gerais, com 23 endêmicas ao estado (Atkins 2005). Os indivíduos são normalmente arbustos ou subarbustos ramificados, raro ervas, apresentando de 0,5-1,5 m de altura, embora certas espécies possam alcançar até 4 m. Suas flores ficam arranjadas de forma espiralada ao longo do eixo da inflorescência de maneira muito compacta, atingindo até 60 cm de comprimento. Apresentam corolas bastante vistosas e facilmente localizadas à distância no campo, sendo comumente azuis, mas podem apresentar várias colorações dependendo da espécie, como vermelhas, lilases, laranjas, brancas ou negras (Salimena & Giulietti 1998; Atkins 2005).

As espécies de *Stachytarpheta* são principalmente encontradas nos campos rupestres (quartzíticos ou ferruginosos) da Cadeia do Espinhaço, ocorrendo mais raramente em áreas de Cerrado, nas restingas ou em áreas degradadas, como pastagens e margens de estradas (Atkins 2005). A maioria das espécies é endêmica restrita, distribuindo-se por áreas muito pequenas, praticamente não havendo sobreposição na sua distribuição. O endemismo e a forte pressão antrópica sofrida por seus habitats, levam essas espécies a estarem em vias de extinção, como é o caso de *S. procumbens* Mold., espécie com distribuição restrita à Serra do Cipó e listada na categoria em perigo e de *S. radlkoferiana* Mansf. e *S. almanensis* Masnf.,

com distribuição restrita à região do Espinhaço Baiano, relacionadas na categoria vulnerável (Biodiversitas 2008). *S. glabra* Cham. e *S. reticulata* Mart. ex Schauer apresentam distribuição mais ampla, sendo encontradas populações por toda a Cadeia do Espinhaço Mineira. Outras espécies distribuem-se por toda a América tropical, desde as Ilhas do Caribe até a Argentina, sendo ainda naturalizadas por regiões tropicais e subtropicais do mundo como é o caso de *S. cayennensis* (Rich.) Vahl. (Atkins 2005).

A crescente ameaça que os campos rupestres da Cadeia do Espinhaço vêm sofrendo torna urgente a adoção de medidas para a conservação de todo o complexo, uma vez que 40% das espécies vegetais ameaçadas de extinção do Estado de Minas Gerais são encontradas no Espinhaço (Drummond *et al* 2005). A coleta indiscriminada de plantas (sempre-vivas, arnicas, orquídeas, bromélias e canelas-de-ema) e madeira, a alteração dos campos pelas pastagens, queimadas e as atividades minerárias são as principais alterações a que estes ambientes estão sujeitos (Giulietti & Pirani, 1997; Menezes & Giulietti 2000; Drummond *et al.* 2005). Os impactos que estas perturbações causam sobre as populações de plantas, especialmente sobre as espécies raras e endêmicas são desconhecidos (Ribeiro & Fernandes 1999, 2000). Deste modo, torna-se fundamental o conhecimento sobre os requerimentos e distribuição sazonal da germinação, padrões de dormência, tamanho das sementes, bem como suas taxas de viabilidade e longevidade para estudos de recuperação de ambientes degradados (Jensen 2004).

Apesar da enorme riqueza da biodiversidade existente na Cadeia do Espinhaço, poucos estudos de biologia reprodutiva têm sido realizados com espécies de campos rupestres (Melo *et al.* 1998; Madeira & Fernandes 1999; Jacobi *et al.* 2000), sendo os estudos que enfocam dormência de sementes ainda mais escassos. Neste aspecto, destacam-se trabalhos envolvendo poucas espécies de um mesmo gênero (Mercier & Guerreiro Filho 1989; Gomes *et al.* 2001; Garcia & Diniz 2003; Abreu & Garcia 2005; Oliveira & Garcia 2005; Velten & Garcia 2005; Garcia *et. al* 2007). Em Verbenaceae, destaca-se o estudo de Pimenta *et al.* (2007) sobre a germinação de 10 espécies de *Lippia* endêmicas da Cadeia do Espinhaço. Para o gênero *Stachytarpheta*, os trabalhos sobre germinação envolvem apenas espécies invasoras (Dias Filho 1999; Kuo 2003).

A germinação de sementes é um processo complexo que depende de diversos fatores, como temperatura, luz, substrato, água e composição de gases na

atmosfera (Baskin & Baskin 1988; Ghera *et al.* 1992). A temperatura é considerado o fator mais importante na sincronização da germinação com as condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento e estabelecimento da plântula (Baskin & Baskin 1988; Probert 1992), promovendo o aparecimento de características germinativas diversificadas entre as espécies vegetais (Thompson & Cerani 2003).

O tamanho das sementes também exerce grande influência nos processos de germinação, crescimento e sobrevivência das plântulas (Harper *et al.* 1970; Jurado & Westoby 1992). Sementes grandes produzem plântulas com maior provisão de reservas, aumentando assim suas chances de estabelecimento mesmo sob condições desfavoráveis, enquanto sementes pequenas representam um menor investimento maternal na produção de maior quantidade de sementes (Leishman *et al.* 2000; Moles & Westoby 2004; Moles *et al.* 2004). Assim, sementes pequenas normalmente requerem um conjunto de condições ambientais especiais para germinarem, na tentativa de evitar a germinação em condições desfavoráveis ao seu estabelecimento (Venable & Brown 1988; Meyer & Kitchen 1994; Houzel & Otte 2004), principalmente em ambientes sujeitos a variações sazonais (Venable & Brown 1988; Philippi & Seger 1989; Meyer & Monsen 1991).

A necessidade de sincronizar a época e os requerimentos para a germinação levou ao desenvolvimento de um mecanismo conhecido como dormência de sementes, definido como a incapacidade de uma semente viável germinar em um período específico de tempo sob qualquer combinação de fatores ambientais, que permitem sua germinação após a quebra desta (Baskin & Baskin 2004). Existem vários tipos de dormência, sendo estes divididos em classes, com diferentes níveis e tipos, podendo ocorrer mais de um tipo em uma mesma espécie (Bradbeer 1988; Baskin & Baskin 1998; 2003; 2004). Os tipos de dormência são distinguidos com base na permeabilidade do envoltório das sementes à água, grau de desenvolvimento do embrião e se este é fisiologicamente dormente ou não (Nikolaeva 1977; Baskin & Baskin 1998). Na natureza, sua quebra pode ser realizada gradualmente ou por um evento ambiental particular, sendo dependente do tipo de dormência. Em laboratório, a quebra da dormência é realizada pela aplicação de pré-tratamentos, na tentativa de reproduzir condições ambientais, buscando estimular e uniformizar a germinação (Schmidt 2002).

Dormência em sementes é um processo bastante comum, sendo encontrada em espécies de todos os hábitos e ecossistemas terrestres. A proporção de

sementes dormentes aumenta com a diminuição na precipitação e temperatura, tanto em ambientes tropicais como nos temperados, estando presente em 80% das espécies de Savanas e de desertos quentes estudadas até o momento (Baskin & Baskin 1998).

Análises comparativas de tamanho (Venable & Brown 1988; Mazer 1989; Leishman *et al.* 1995; Lord *et al.* 1995) e germinação de sementes (Grime *et al.* 1981; Baskin & Baskin 1988) demonstram a diversidade de estratégias existentes dentro e entre diferentes taxa, respondendo a padrões que podem variar dependendo do habitat, estratégias de vida, relações filogenéticas e distribuição geográfica (Schütz & Rave 1999; Ellisson 2001). É esperado que espécies dentro de um mesmo gênero apresentem estratégias evolucionárias similares (Van Assche 2002). Porém, diversos estudos comparativos de germinação entre populações demonstraram que as diferenças nas respostas ecológicas encontradas são causadas principalmente por adaptações ao habitat ocupado (McWilliams *et al.* 1968; Seneca 1972; Meyer & Monsen 1991; Meyer *et al.* 1995; Schütz & Milberg 1997; Schütz & Rave 1999; Ellison 2001; Van Assche *et al.* 2002), embora o fator genético também tenha participação nesta variabilidade (Levin & Kerster 1974; Garbutt & Witcombe 1986; Baskin & Baskin 1998; Meyer & Allen 1999). Uma saída para estudar estas variações na germinação é examinar respostas germinativas entre populações ao longo da faixa de distribuição da espécie ou entre espécies filogeneticamente próximas, para que as outras características da história de vida sejam mantidas dentro de uma pequena faixa de variação (Venable 1984).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo principal avaliar a ecofisiologia da germinação das sementes de espécies e populações do gênero *Stachytarpheta* (Verbenaceae), ocorrentes na Cadeia do Espinhaço na porção de Minas Gerais. Para atingir esse objetivo foram testadas as seguintes hipóteses: (1) existem semelhanças na resposta germinativa das sementes dentro do gênero *Stachytarpheta*; (2) o tamanho e a massa da semente, bem como o habitat ocupado pela espécie interferem na resposta germinativa; (3) existem diferenças na germinação entre populações de uma mesma espécie provenientes de diferentes locais de coleta ao longo do Espinhaço.

2 - Metodologia

Área de Estudo - A Cadeia do Espinhaço apresenta mais de 1100 km de extensão de Norte a Sul e 50 a 100 km na direção Leste a Oeste, ocupando quase 7000 Km² de área. Inicia-se na Serra de Ouro Branco, na região central de Minas Gerais, estendendo-se até o norte da Bahia, na região da Chapada Diamantina. Localiza-se entre as latitudes de 10°- 20° 35`S e longitudes de 40° 10`- 44° 30`W e sua altitude varia entre 800-1500 m, apresentando picos de até 2000 m (Harley 1995). No estado de Minas Gerais são reconhecidas seis importantes regiões que compõem a Cadeia, incluindo a região do Quadrilátero Ferrífero, constituído principalmente pelas Serras de Ouro Branco, de Ouro Preto, do Curral e da Moeda; a Serra do Caraça; a região da Serra do Cipó; o Platô de Diamantina; a região da Serra do Cabral e a região da Serra de Grão-Mogol (Giulietti & Pirani 1997).

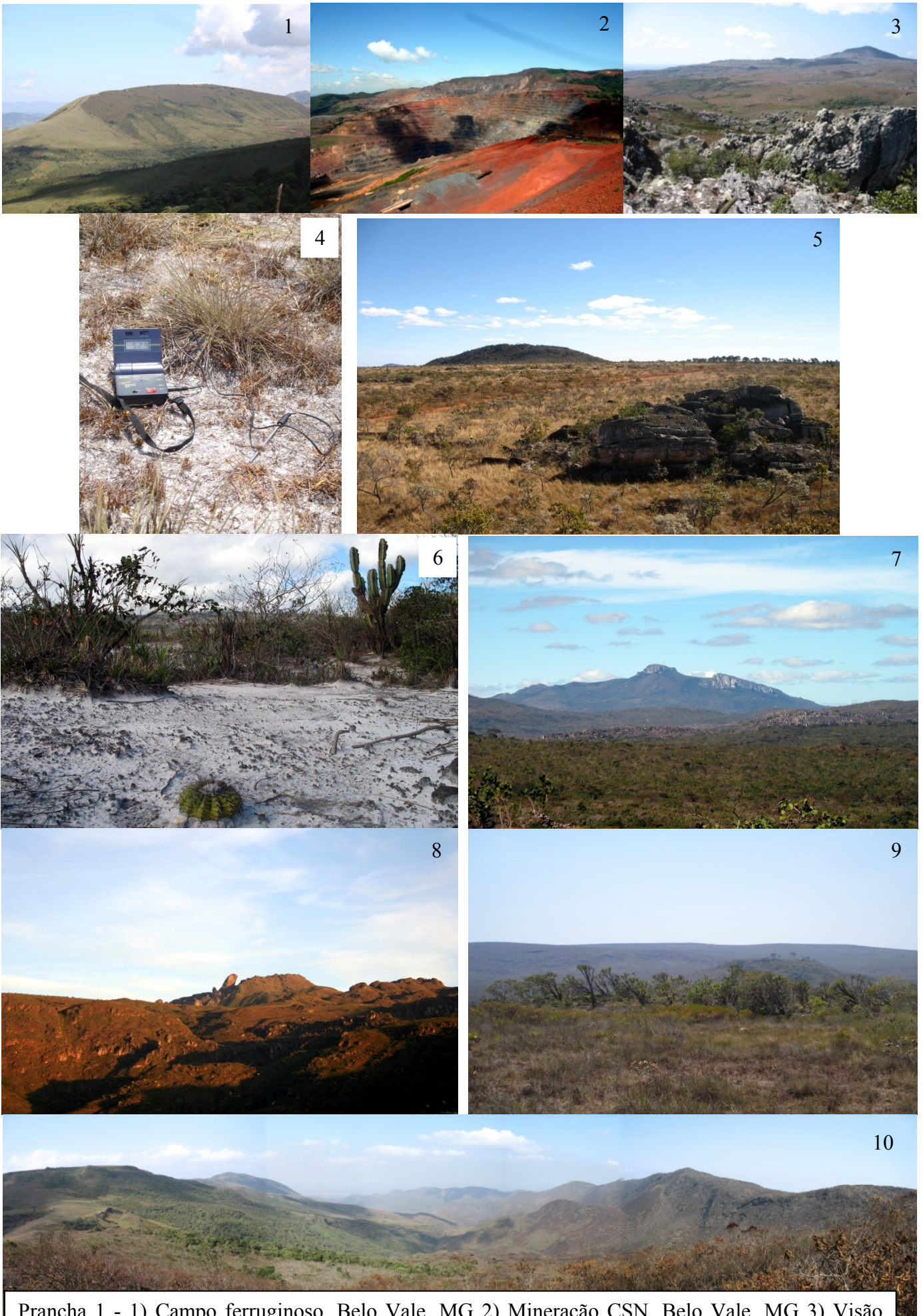
Mais ao Sul, são encontradas as serras de Tiradentes, próximo a São João Del Rey, Carrancas, próximo a Lavras e Ibitipoca, próximo a Juiz de Fora, que se distam cerca de 90 a 120 Km de Ouro Preto, limite Sul do Espinhaço, formando áreas isoladas com vegetação de Campos Rupestres com floras pouco diferentes daquelas da Cadeia do Espinhaço em si (Giulietti *et al.* 1987), sendo consideradas por alguns autores como o mesmo tipo fito-fisionômico.

Material Botânico – Foram coletados frutos maduros de no mínimo 20 indivíduos, abrangendo toda a extensão das populações analisadas. Foram estudadas 13 espécies, 22 populações de *Stachytarpheta* Vahl e um híbrido entre as espécies *S. glabra* Cham. e *S. confertifolia* Mold., nos campos rupestres da porção do estado de Minas Gerais da Cadeia do Espinhaço. O material botânico em estado fértil das espécies foi herborizado e depositado no herbário do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG (BHCB). A identificação das espécies foi realizada com o auxílio de literatura específica, consulta a especialistas e por comparações com material depositado no Herbário BHCB. As coletas foram realizadas durante os anos de 2006 e 2007, em diversas Unidades de Conservação sob jurisdição Federal e Estadual (tabela 1). Informações sobre o habitat, hábito e tamanho das populações estão contidas na tabela 2. Após a coleta, os frutos (esquizocarpos) foram triados e separados do cálice frutífero, característico do gênero. Em seguida, as duas sementes contidas em cada fruto foram separadas para a realização dos testes de

germinação em laboratório e o restante das sementes foi armazenado em frascos âmbar à temperatura ambiente.

Biometria – Para obtenção dos dados de comprimento e largura, uma amostra de 100 sementes por espécie/população foi analisada, sendo as medidas feitas com auxílio de um paquímetro digital. O comprimento foi considerado como a maior distância entre as extremidades da semente e a largura sua maior extensão na perpendicular do comprimento. Devido ao tamanho reduzido das sementes, as massas fresca e seca, e o teor de água das sementes foram determinados a partir da pesagem inicial de 4 repetições de 25 sementes recém-colhidas. As sementes foram colocadas em estufa a 105°C até a estabilização da massa, resfriadas à temperatura ambiente em dessecador e repesadas para obtenção da massa seca. Posteriormente, foram estimadas as massas seca e fresca por semente e o grau de umidade foi expresso em porcentagem, sendo calculado em relação aos valores de massa fresca e massa seca obtidos (Garcia & Diniz, 2003).

Viabilidade das sementes – Foi utilizada uma amostra de 100 sementes para cada espécie/população estudada, distribuídas em quatro repetições de 25 sementes. As sementes foram pré-acondicionadas em papel úmido por um período de 24 horas. Em seguida, as sementes foram imersas em 10 ml de solução de cloreto de tetrazólio a 1,0%, uma vez que concentrações menores eram incapazes de corar as sementes. As sementes foram mantidas em câmara de germinação a 25°C por um período de 24 horas. As sementes foram então cortadas, sendo consideradas viáveis as que apresentaram o embrião corado de vermelho (Cottrell 1947).



Prancha 1 - 1) Campo ferruginoso, Belo Vale, MG 2) Mineração CSN, Belo Vale, MG 3) Visão Geral próxima ao Pico Dois Irmãos , P.E. Rio Preto, MG 4) Termômetro sobre o solo (13h), P.N. da Serra do Cipó 5) Cerrado, Serra do Cabral, MG 6) Areal, P.E. de Grão Mogol, MG 7) Vista Vellozias gigantes P.N. da Serra do Cipó 8) Serra de Grão-Mogol, MG 9) Pico do Itacolomi, P.E. do Itacolomi, Ouro Preto, MG 10) Serra de Capanema após queimada, Ouro Preto, MG

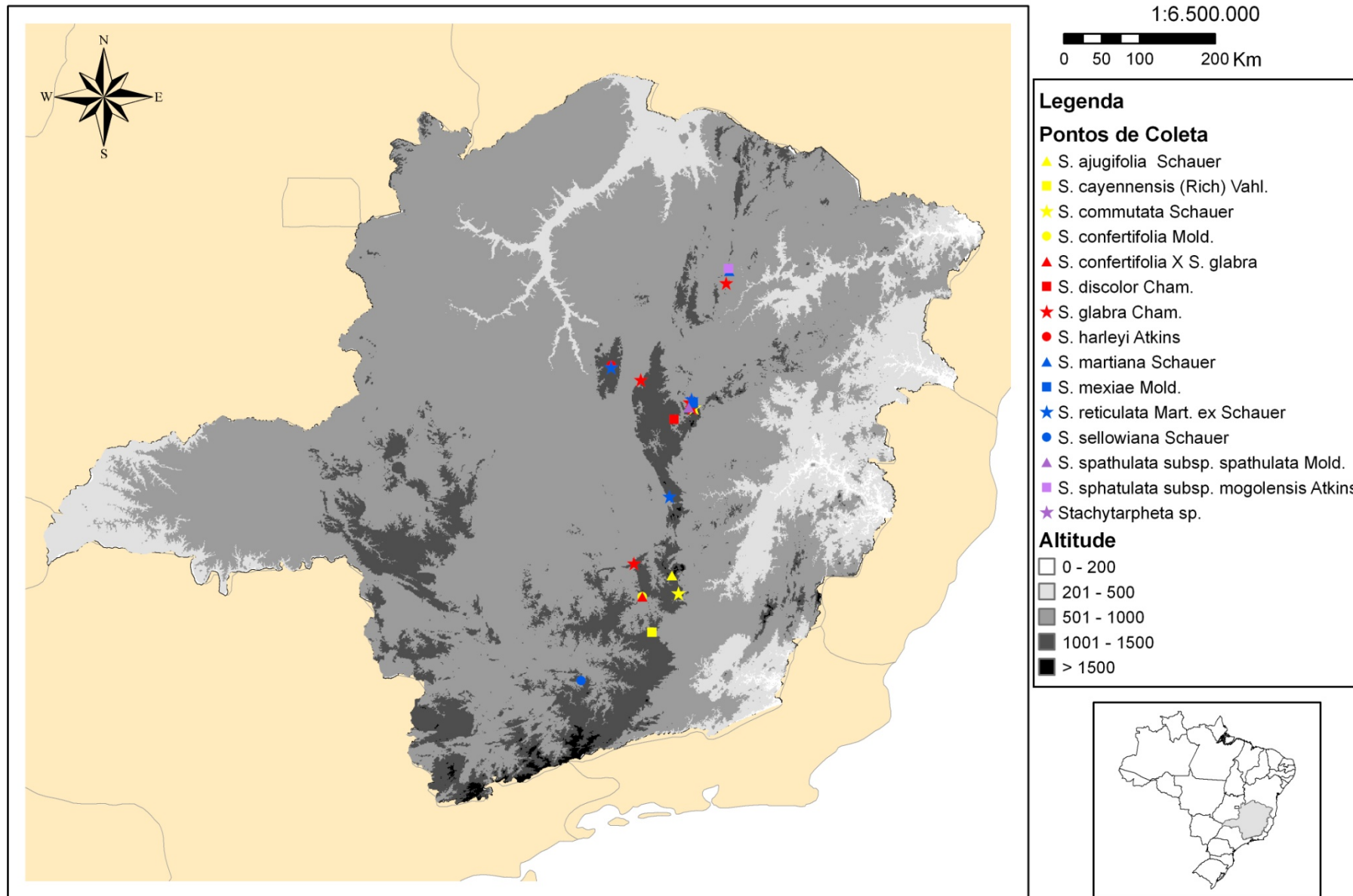


Prancha 2 - Fotos *Stachytarpheta* (Verbenaceae) 1) *S. ajugifolia* Schauer 2) *S. cayennensis* (Rich.) Vahl 3) *S. discolor* Cham 4) *S. commutata* Schauer pop 1 5) *S. confertifolia* Mold 6) *S. glabra* Cham. pop. 5 7) *S. confertifolia* x *S. glabra* 8) *S. harleyi* Atkins 9) *S. martiana* Schauer 10) Detalhe flores híbrido e parentais 18



Prancha 3 - 1) *Stachytarpheta* sp. 2) Sementes de várias espécies de *Stachytarpheta* 3) *S. mexiae* Mold. 4) Hábito de *S. mexiae* Mold em beira de Capão no P.E. Rio Preto 5) *S. spathulata* subsp. *spathulata* Mold. 6) *S. reticulata* Mart. ex Schauer pop 3 6) *S. reticulata* Mart. ex Schauer pop 2 7) *S. spathulata* subsp. *mogolensis* Atkins

Figura 1 - Mapa de distribuição das coletas de *Stachytarpheta* spp. na Cadeia do Espinhaço, MG



Mapa do Brasil e Minas Gerais fonte: IBGE escala 1:500.000 Mapa Altitude fonte: Worlclim escala 1:500.000
 Projeção: Policônica Datum: SAD 69

Elaboração do Mapa: Fernando Marino
 Mar / 08

Tabela 1 – Espécies e populações de *Stachytarpheta* (Verbenaceae) estudadas, locais de coleta, altitude e nº do vouchers (BHCB).

Espécie	Localidade/Município	Nº da pop.	Coordenada Geográfica		Altitude	Voucher BHCB
<i>Stachytarpheta</i> sp.	P.E. do Rio Preto, São Gonçalo do Rio Preto	-	18°12'32``S	43°20'11``W	1437 m	111794/ 109780
<i>S. ajugifolia</i>	Serra do Capanema, Ouro Preto	-	20°12'05``S	43°34'27``W	1904 m	112541
<i>S. cayennensis</i>	Fazenda Pedra do Sino, Carandaí	-	20°52'40``S	43°48'51``W	1080 m	99159
<i>S. commutata</i>	P.E. do Itacolomy, Ouro Preto	1	20°25'02``S	43°29'48``W	1480 m	105428
	P.E. do Rio Preto, São Gonçalo do Rio Preto	2	18°12'26``S	43°18'40``W	1758 m	111772
<i>S. confertifolia</i>	Mineração CSN, Belo Vale	-	20°27'07``S	43°55'36``W	1529 m	97947
<i>S. confertifolia</i> X <i>S. glabra</i>	Mineração CSN, Belo Vale	-	20°27'07``S	43°55'36``W	1529 m	97948
<i>S. discolor</i>	Estrada Diamantina-Milho Verde, Diamantina	-	18°20'42``S	43°32'57``W	1155 m	105417
<i>S. glabra</i>	Morro do Chapéu, Cristália	1	16°43'29``S	42°55'40``W	1146 m	109692
	Distrito de Curimataí, Buenópolis	2	17°52'39``S	43°56'52``W	592 m	109774
	P.E. do Rio Preto/ Heliporto,	3	18°08'44``S	43°21'53``W	872 m	105412
	P.E. do Rio Preto/ Pico, São Gonçalo do Rio Preto	4	18°12'32``S	43°20'11``W	1437 m	-----
	P.E. da Serra do Rola Moça, Nova Lima	5	20°03'36``S	44°01'47``W	1372 m	75489
<i>S. harleyi</i>	P.E. da Serra do Cabral, Joaquim Felício	-	17°42'10``S	44°17'45``W	1194 m	109776
<i>S. martiana</i>	P.E. de Grão-Mogol, Grão-Mogol	-	16°34'48``S	42°53'28``W	737 m	109695
<i>S. mexiae</i>	P.E. do Rio Preto, São Gonçalo do Rio Preto	-	18°09'18``S	43°19'16``W	1500 m	111759
<i>S. reticulata</i>	P.E. da Serra do Cabral, Joaquim Felício	1	17°43'46``S	44°18'03``W	776 m	109775
	P.E. do Rio Preto, São Gonçalo do Rio Preto	2	18°06'25``S	43°20'32``W	877 m	105777
	P.N. da Serra do Cipó, Santana do Riacho	3	19°15'59``S	43°36'15``W	1003 m	97951
<i>S. sellowiana</i>	Serra de Carrancas, Carrancas	-	21°27'09``S	44°39'18``W	982 m	105858
<i>S. spathulata. mogolensis</i>	P.E. de Grão-Mogol, Grão-Mogol	-	16°33'04``S	42°54'00``W	659 m	109694
<i>S. spathulata. Spathulata</i>	P.E. do Rio Preto, São Gonçalo do Rio Preto	-	18°12'10``S	43°22'29``W	1392 m	111785/ 111800

Obs.: P.E. = Parque Estadual; P.N. = Parque Nacional

Tabela 2 – Informações de habitat e hábito das populações de *Stachytarpheta* (Verbenaceae) estudadas.

Espécie	Pop.	Informações de Habitat/Hábito
<i>Stachytarpheta</i> sp.		Campo rupestre quartizítico; subarbusto de até 1,00 m formando touceiras; crescendo em meio a populações de <i>S. glabra</i> ; populações formadas por poucos indivíduos.
<i>S. ajugifolia</i> Schauer		Campo rupestre ferruginoso; arbusto de até 1,80 m crescendo em fendas, apresentando maior porte quando menos exposta ao vento, forma grandes populações.
<i>S. cayennensis</i> (Rich) Vahl.		Beira de estrada e borda de mata semi-decidual; subarbusto de até 0,30 m, espécie naturalizada, forma grandes populações.
<i>S. commutata</i> Schauer	1	Campo rupestre quartizítico; arbusto de até 1,00 m crescendo em fendas no substrato, forma grandes populações na região.
	2	Campo rupestre próximo ao Pico Dois Irmãos; arbusto de até 0,50 m, área de grande exposição ao vento, população concentrada na área do pico.
<i>S. confertifolia</i> Mold.		Campo rupestre ferruginoso; erva de até 0,30 m, procumbente, população com numerosos indivíduos, embora única conhecida no estado.
<i>S. confertifolia</i> X <i>S. glabra</i>		Campo rupestre ferruginoso; arbusto de até 0,50 m, com hábito rasteiro, normalmente ocorrendo em locais mais sombreados, sob arbustos de maior porte; apresenta caracteres morfológicos intermediários entre <i>S. glabra</i> e <i>S. confertifolia</i> . População de híbridos menor que a dos parentais.
<i>S. discolor</i> Cham.		Campo rupestre quartizítico com solo arenoso; arbusto de até 1,50 m; população com muitos indivíduos.
<i>S. glabra</i> Cham.	1	Campo rupestre quartizítico próximo ao pico; arbusto de até 1,00 m crescendo em fendas e substrato arenoso, população com poucos indivíduos.
	2	Campo rupestre quartizítico; arbusto de até 1,50 m crescendo em fendas e substrato arenoso, forma populações com muitos indivíduos.
	3	Campo rupestre quartizítico com solo mais arenoso, área de drenagem; arbusto de até 2,00 m, forma população com muitos indivíduos.
	4	Campo rupestre quartizítico; arbusto de até 1,50 m, crescendo em fendas e substrato arenoso, forma populações com muitos indivíduos.
	5	Campo rupestre ferruginoso; arbusto de até 1,00 m crescendo sob canga couraçada ou em fendas em meio a esta; forma populações com muitos indivíduos.
<i>S. harleyi</i> Atkins		Campo rupestre quartizítico; arbusto de até 0,50 m crescendo em fendas e substrato arenoso, população pequena.

Espécie	Pop.	Informações de Habitat/Hábito
<i>S. martiana</i> Schauer		Campo rupestre quartzítico; arbusto de até 1,50 m crescendo protegido em meio a outros arbustos de maior porte; somente uma pop. peq. encontrada.
<i>S. mexiae</i> Mold.		Capões de altitude; arbusto de até 3,0 m crescendo em borda de capões de mata semi-decidual; forma populações com muitos indivíduos.
<i>S. reticulata</i> Mart. ex Schauer	1	Área de Campo sujo em Cerrado; arbusto de até 1,50 m bem ramificado; forma população com muitos indivíduos.
	2	Área de Campo sujo em Cerrado; arbusto de até 1,50 m bem ramificado; forma população com muitos indivíduos.
	3	Área de campo Cerrado próxima a afloramento quartzítico, arbusto de até 1,00 m, não-ramificado; forma populações com muitos indivíduos.
<i>S. sellowiana</i> Schauer		Campo rupestre quartzítico com solo arenoso, em área de chapada; subarbusto de até 1,00 m; forma população com muitos indivíduos.
<i>S. spathulata</i> subsp. <i>mogolensis</i> Atkins		Campo rupestre quartzítico; arbusto de até 1,50 m; forma populações com muitos indivíduos.
<i>S. spathulata</i> subsp. <i>spathulata</i> Mold.		Campo rupestre quartzítico; subarbusto de até 0,50 m; forma populações com poucos indivíduos em vários afloramentos rochosos.

Testes de Germinação - Sementes recém-colhidas, intactas e aparentemente viáveis foram colocadas em placas de Petri de 9 cm de diâmetro (4 réplicas com 25 sementes por tratamento), forradas com dupla camada de papel de filtro umedecido com solução de nistatina (100 U./l) (Lemos Filho *et al.* 1997). As placas de Petri foram colocadas em câmaras de germinação sob fotoperíodo de 12 horas, $30 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de irradiação fotossinteticamente ativa e sob escuro contínuo nas temperaturas constantes de 15, 20, 25, 30, 35 e 40 °C. O tratamento mantido no escuro foi obtido envolvendo as placas de Petri em sacos pretos de polietileno e as sementes que permaneceram nesta condição foram examinadas sob luz verde de segurança. O tratamento mantido no escuro foi realizado somente sob temperaturas constantes. A germinação foi avaliada diariamente até a estabilização da resposta e a protusão da radícula através do tegumento da semente foi o critério utilizado para a contagem da germinação (Lucas & Arrigoni, 1992). Foi realizado um tratamento sob alternância de temperatura a 15/30°C (12/12h), sendo o período de luz coincidente com a temperatura mais alta, utilizando sementes de uma população de cada espécie estudada.

As espécies *S. commutata* Schauer, *S. glabra* Cham., *S. reticulata* Mart. ex Schauer e *S. spathulata* Mold. tiveram mais de uma população analisada, sendo realizados os mesmos experimentos de germinação sob temperaturas constantes para cada uma das populações. As populações da mesma espécie foram identificadas por numeração para facilitar a descrição dos resultados (tabelas 1 e 2).

A germinação das sementes das espécies *S. cayennensis* (Rich) Vahl., *S. confertifolia* Mold., *S. discolor* Cham. e *S. glabra* Cham., populações 3 e 5, P.E. do Rola Moça e P.E. do Rio Preto, respectivamente, foram estocadas por um período de 12 meses em tubos âmbar à temperatura ambiente em laboratório e colocadas para germinar sob os mesmos tratamentos de luz e temperatura aos quais foram expostas as sementes recém-colhidas.

Os tratamentos utilizando ácido giberélico GA₃ (Sigma cod.67645-1g) foram realizados com 12 espécies (uma população por espécie), nas concentrações de 250 ppm e 500 ppm, utilizando-se 10 mL de solução por repetição, mantendo-se um controle com água destilada (Nadjafi *et al.* 2006). Os experimentos foram realizados em câmara de germinação sob fotoperíodo de 12 horas ($30 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) na temperatura constante de 30°C. As sementes foram deixadas nas soluções por 48h

e transferidas para água destilada, onde permaneceram até o fim do experimento (Nadjafi *et al.* 2006, modificado).

Análise Estatística – Foram calculados a percentagem e o tempo médio de germinação das sementes das espécies de *Stachytarpheta*, segundo Labouriau (1983). Os dados foram submetidos a testes estatísticos de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e homogeneidade pelo teste de Brown-Forsythe, realizados no software JMP (SAS Institute Inc.), visando atender as premissas da estatística paramétrica. Apenas a germinabilidade das sementes de *S. cayennensis* recém-colhidas e armazenadas, e o pré-tratamento de giberelina (exceto populações *S. ajugifolia*, *S. mexiae* e *S. harleyi*) apresentaram dados normais e homogêneos, sendo então aplicados ANOVA seguido pelo teste de Tukey a 0,05% de significância, realizados no software JMP (SAS Institute Inc.). Os demais dados não apresentaram normalidade ou homogeneidade, sendo aplicada a estatística não-paramétrica.

Foram calculadas as medianas dos valores obtidos de percentagem de germinação de todas as populações de uma determinada espécie para representar o comportamento da mesma. A temperatura ótima (Labouriau 1983) foi determinada apenas para a germinação na presença de luz, uma vez que no escuro as sementes germinaram com percentagens muito reduzidas.

Na comparação entre as diferentes temperaturas dentro da mesma população e entre diferentes populações, e no tempo médio dos tratamentos com giberelina foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis, seguido da comparação em pares pelo teste de Conover, a 0,05% de significância (Conover 1999). Na comparação entre os tratamentos sob luz e escuro, entre sementes recém-colhidas e estocadas por 12 meses foi aplicado o teste de Mann-Whitney, a 0,05% de significância (Zar 1984). Nas espécies em que só houve germinação em duas temperaturas, as comparações foram feitas pelo teste de Mann-Whitney. As análises estatísticas foram realizadas no Software BRIGHTSTAT, disponível na internet (BRIGHTSTAT 2008).

3 – Resultados

As sementes de *Stachytarpheta* são relativamente pequenas, alongadas e a coloração varia de castanho claro a preto. O comprimento das sementes variou de 3,76 a 7,09 mm, com média de 4,99 mm e a largura de 0,78 a 2,22 mm, com média igual a 1,34 mm (tabela 3). Os valores de massa fresca variaram de 1,11 a 12,8 mg e a massa seca de 0,99 a 11,4 mg, sendo as sementes de *S. martiana* as de maiores massas (12,8 e 11,4 mg, respectivamente) e as de *S. cayennensis* as menores (1,11 e 0,99 mg, respectivamente). O teor de umidade das sementes variou de 8,3 a 16,3%.

3.1 Germinação Interespecífica

Os experimentos realizados com sementes recém-colhidas mostram que 92% das espécies estudadas apresentaram sementes fotoblásticas. Das 13 espécies estudadas, duas germinaram no escuro, porém, apenas uma se mostrou indiferente. *S. ajugifolia* germinou no escuro na faixa entre 20 e 30°C, com valores diferentes aos obtidos na luz apenas a 25°C (fig. 2). *S. cayennensis* apesar de apresentar germinação no escuro, os valores na presença de luz foram sempre superiores às obtidas no escuro (fig. 2).

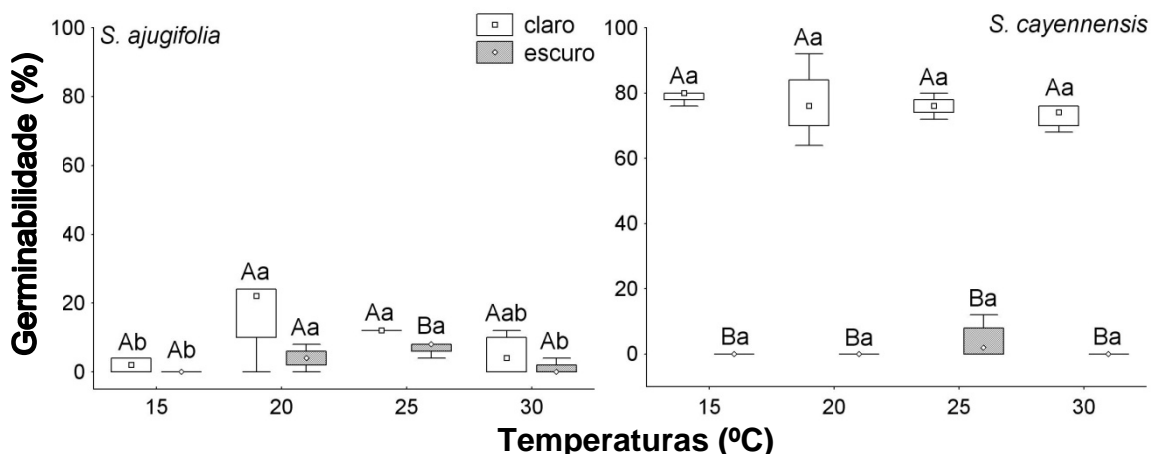


Figura 2 - Germinação de sementes de *S. ajugifolia* e *S. cayennensis* na presença e ausência de luz em diferentes temperaturas. As letras maiúsculas comparam tratamentos de luz e escuro na mesma temperatura e letras minúsculas comparam diferentes temperaturas dentro da mesma condição de luz. Em *S. cayennensis* foi aplicado o teste ANOVA, seguido pelo teste de Tukey a 0,05% de significância e em *S. ajugifolia* foi aplicado o teste de Mann-Whitney, a 0,05% de significância (□ Mediana □ 25%-75% Mín-Máx).

As espécies estudadas apresentaram baixa germinabilidade sob temperaturas constantes na presença de luz, exceto *S. reticulata*, cujas percentagens de germinação variaram entre 30 e 52% e *S. cayennensis* que apresentou os maiores percentuais, entre 74 e 80%. As demais espécies apresentaram germinabilidades entre 0 e 22%, sendo que *S. harleyi*, *S. martiana*, *Stachytarpheta* sp. e o híbrido *S. confertifolia* X *S. glabra* não germinaram em nenhuma das temperaturas constantes testadas. *S. glabra* apresentou mediana dos valores de germinabilidade igual a zero, uma vez que três das cinco populações testadas não germinaram em nenhuma das temperaturas (figura 3 e tab anexa 1).

A alternância de temperatura (15/30°C) aumentou significativamente a germinabilidade de *Stachytarpheta* sp., *S. confertifolia*, *S. glabra* e *S. sellowiana* e inibiu a germinação de *S. cayennensis* em relação à germinação sob temperaturas constantes. As demais espécies apresentaram germinabilidade semelhante à obtida nos tratamentos com temperaturas constantes (figura 3).

A faixa de temperatura na qual houve germinação concentrou-se entre 15 e 30°C, sendo *S. confertifolia*, *S. discolor*, e *S. spathulata* subsp *spathulata* as únicas espécies que germinaram em temperaturas acima de 30°C. A temperatura ótima para germinação concentrou-se entre 25 e 30°C, exceto para *S. ajugifolia* Schauer (faixa de 20 a 25°C). As espécies *S. confertifolia*, *S. sellowiana* e *Stachytarpheta* sp. apresentaram como temperatura ótima a alternância (15-30°C) e *S. discolor* e *S. spathulata*, a alternância (15-30°C), além das temperaturas constantes de 25 e 30°C, respectivamente (tab 4).

Tabela 3 – Medidas de comprimento, largura, massa seca, massa fresca e teor de água de sementes de espécies de *Stachytarpheta* (média ± desvio padrão). (N = 100 para comprimento e largura e N = 1 semente para massa fresca, seca e grau de umidade N= 25 sementes x 4 repetições).

Espécie	Pop	Alometria (mm)		Massa (mg)		Teor de Umidade
		Comp	Larg	Fresca	Seca	(%)
<i>Stachytarpheta</i> sp.	-	5,45 ± 0,59	0,92 ± 0,055	2,08 ± 0,0015	1,74 ± 0,0012	16,3 ± 0,0013
<i>S. cayennensis</i>	-	3,76 ± 0,41	0,82 ± 0,08	1,11 ± 0,001	0,99 ± 0,0015	11,7 ± 0,0005
<i>S. commutata</i>	1	4,21 ± 0,62	0,96 ± 0,08	1,91 ± 0,006	1,63 ± 0,006	14,9 ± 0,0021
	2	4,67 ± 0,74	0,88 ± 0,072	1,62 ± 0,0035	1,40 ± 0,0041	13,58 ± 0,001
<i>S. confertifolia</i>	-	3,88 ± 0,38	1,06 ± 0,11	2,56 ± 0,006	2,24 ± 0,004	12,5 ± 0,0018
<i>S. confertifolia</i> X <i>S. glabra</i>	-	4,32 ± 0,58	0,95 ± 0,094	2,33 ± 0,0044	2,05 ± 0,0033	11,36 ± 0,0011
<i>S. discolor</i>	-	5,03 ± 0,61	1,06 ± 0,43	2,40 ± 0,0029	2,09 ± 0,0028	11,7 ± 0,003
	1	5,19 ± 0,79	1,18 ± 0,072	2,80 ± 0,0033	2,45 ± 0,0034	12,5 ± 0,0009
	2	4,83 ± 0,64	1,20 ± 0,081	2,79 ± 0,0045	2,44 ± 0,0033	12,5 ± 0,00279
<i>S. glabra</i>	3	5,39 ± 0,37	0,93 ± 0,080	2,13 ± 0,002	1,92 ± 0,005	9,4 ± 0,0027
	4	5,30 ± 0,61	0,93 ± 0,077	2,48 ± 0,0038	2,19 ± 0,0035	11,69 ± 0,0015
	5	5,24 ± 0,58	0,98 ± 0,067	2,48 ± 0,0030	2,18 ± 0,0024	12,1 ± 0,003
	-	4,42 ± 0,41	0,98 ± 0,075	1,69 ± 0,0009	1,55 ± 0,0009	9,5 ± 0,0018
<i>S. harleyi</i>	-	6,82 ± 0,77	2,22 ± 0,20	12,8 ± 0,0018	11,4 ± 0,0016	10,9 ± 0,002
<i>S. martiana</i>	-	4,30 ± 0,56	1,07 ± 0,134	2,01 ± 0,0044	1,70 ± 0,0042	14,92 ± 0,0005
	1	5,81 ± 0,63	1,46 ± 0,14	3,31 ± 0,009	2,95 ± 0,005	11,0 ± 0,004
<i>S. reticulata</i>	2	6,12 ± 0,85	1,32 ± 0,145	2,94 ± 0,0050	2,59 ± 0,0034	11,22 ± 0,0022
	3	7,09 ± 0,63	1,57 ± 0,13	3,58 ± 0,007	3,08 ± 0,006	11,2 ± 0,003
<i>S. sellowiana</i>	-	4,28 ± 0,59	1,49 ± 0,19	3,57 ± 0,007	3,20 ± 0,007	10,1 ± 0,0015
<i>S. sphaatulata</i> subsp. <i>sphaatulata</i>	-	4,03 ± 0,45	0,93 ± 0,608	1,54 ± 0,0017	1,35 ± 0,0009	12,34 ± 0,0023
<i>S. sphaatulata</i> subsp. <i>mogolensis</i>	-	4,51 ± 0,61	0,78 ± 0,062	1,33 ± 0,0026	1,22 ± 0,0013	8,3 ± 0,0017
Média	-	4,99	1,34	2,83	2,49	11,50

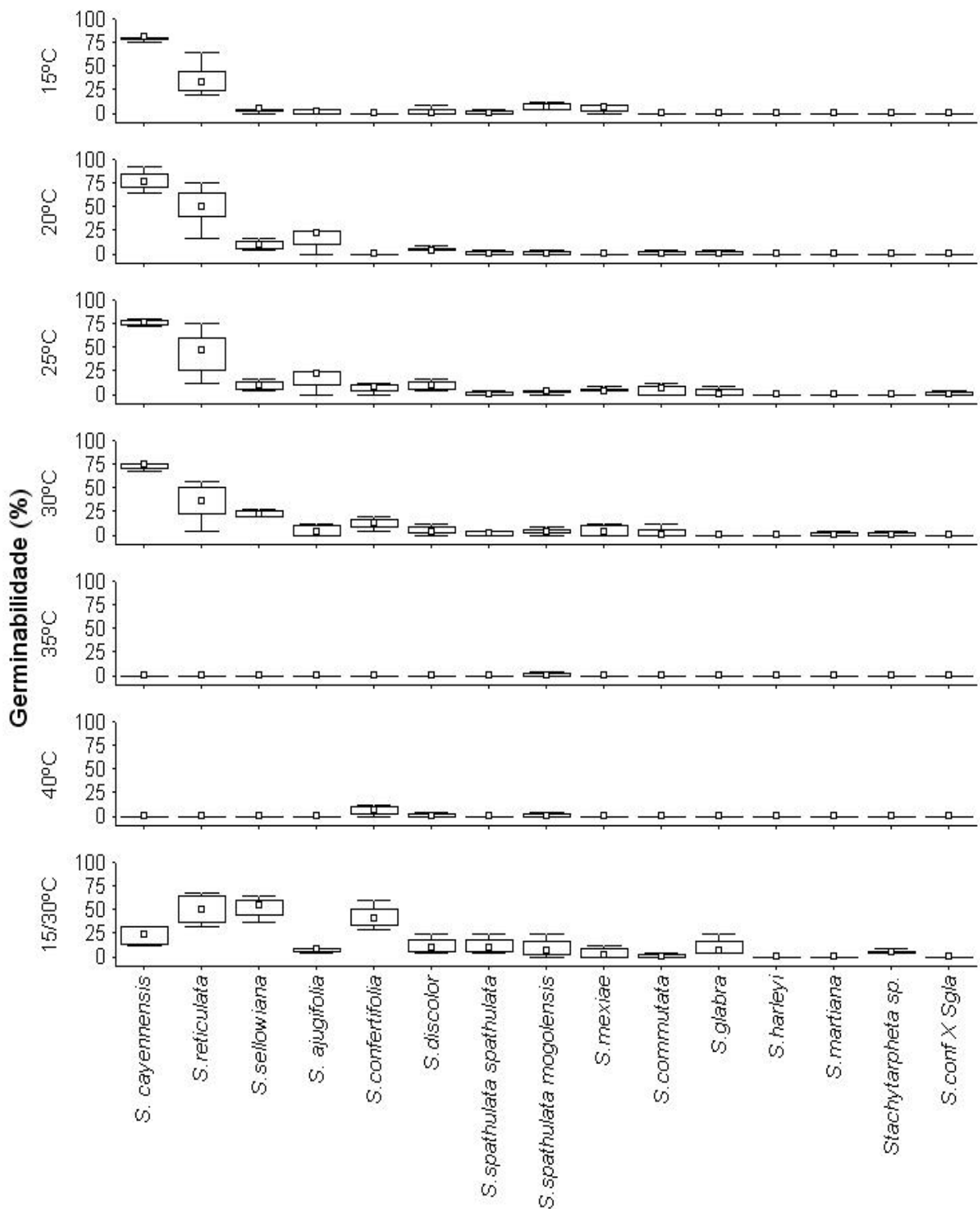


Figura 3 – Mediana da germinabilidade na presença de luz das sementes de *Stachytarpheta* ocorrentes nos campos rupestres de Minas Gerais sob diferentes condições de temperatura. (□ Mediana □ 25%-75% Mín-Máx)

O tempo médio de germinação foi significativamente reduzido com o aumento da temperatura em todas as espécies, exceto para *S. mexiae*. Em geral, este foi inferior a 20 dias nas temperaturas de 25 a 30°C e na alternância (30-15°C) (fig 4). Houve maior freqüência de valores entre 10 e 15 dias, indicando maior velocidade de germinação das sementes de *Stachytarpheta* nestas temperaturas, o que concorda com as temperaturas ótimas encontradas para a maioria das espécies/populações (fig 4 e tab 4). *S. cayennensis* apresentou os menores valores de tempo médio (entre 5 e 6 dias) nas temperaturas de 25 e 30°C (fig 4 e tab. anexa 2). A 35 e 40°C, praticamente não houve germinação para a maioria das espécies. Nas temperaturas mais baixas, a germinação é atrasada à medida que a temperatura diminui, com os valores de tempo médio concentrados entre 15 e 25 dias a 20°C e entre 20 e 40 dias a 15°C, sendo a curva normal observada mais achatada devido a maior distribuição das observações ao longo dos dias (fig 5).

Os resultados do teste de viabilidade de sementes recém-colhidas mostraram grande variabilidade entre as espécies (2 a 79%). Os menores valores de viabilidade foram encontrados para *S. glabra* X *S. confertifolia*, *S. glabra* pop. 1, *Stachytarpheta* sp. e *S. harleyi* (2, 3, 6, 7%; respectivamente) e os maiores para *S. sellowiana*, *S. reticulata* pop. 2 e 3, *S. confertifolia* e *S. cayennensis* (67, 68, 68, 77 e 79%, respectivamente). As sementes das espécies *S. cayennensis*, *S. glabra* população 3, *S. reticulata*, *S. sellowiana* e *Stachytarpheta* sp. apresentaram valores de germinabilidade próximos aos da viabilidade. Por outro lado, a baixa germinabilidade de *S. mexiae* e *S. spathulata* subsp. *mogolensis*, assim como a ausência de germinação em *S. harleyi*, *S. martiana*, *S. glabra* X *S. confertifolia* e *S. glabra* populações 1 e 2, estão associadas com a baixa viabilidade de suas sementes (<15%) (fig. 6). Nas demais espécies/populações os valores de germinabilidade máxima foram inferiores à viabilidade, diferença que chegou a 18% em *S. discolor*, 38% em *S. ajugifolia*, 42% em *S. commutata* pop. 1 e em *S. confertifolia* e 43% em *S. glabra* pop. 4 (fig. 6).

Tabela 4 – Faixa de temperatura (°C) e temperatura ótima de germinação para espécies e populações de *Stachytarpheta* (Verbenaceae) sob diferentes condições de temperatura.

Faixa Germinação	15°	20°	25°	30°	35°	40°	15/30°
Espécies							
<i>S.ajugifolia</i>	■	■	■	■			■
<i>S.cayennensis</i>	■	■	■	■			■
<i>S.commutata</i> pop 1			■	■			*
<i>S.commutata</i> pop 2							■
<i>S.confertifolia</i>			■	■	■	■	■
<i>S.discolor</i>		■	■	■	■		■
<i>S.glabra</i> pop 1			■	■	■		*
<i>S.glabra</i> pop 2							*
<i>S.glabra</i> pop 3		■	■	■			*
<i>S.glabra</i> pop 4	■	■	■	■	■		*
<i>S.glabra</i> pop 5							■
<i>S.glabra</i> X <i>S.confertifolia</i>							*
<i>S.harleyi</i>							
<i>S.martiana</i>							
<i>S.mexiae</i>	■	■	■	■	■		■
<i>S.reticulata</i> pop 1	■	■	■	■	■		*
<i>S.reticulata</i> pop 2			■	■	■		■
<i>S.reticulata</i> pop 3	■	■	■	■	■		*
<i>S.sellowiana</i>	■	■	■	■	■		■
<i>Stachytarpheta</i> sp.							■
<i>S.spathulata</i> subsp. <i>mogolensis</i>	■		■	■	■	■	■
<i>S.spathulata</i> subsp. <i>spathulata</i>				■	■		■
Faixa de temp p/ germinação	■						
Temperatura Ótima				■			
Experimento não realizado							*

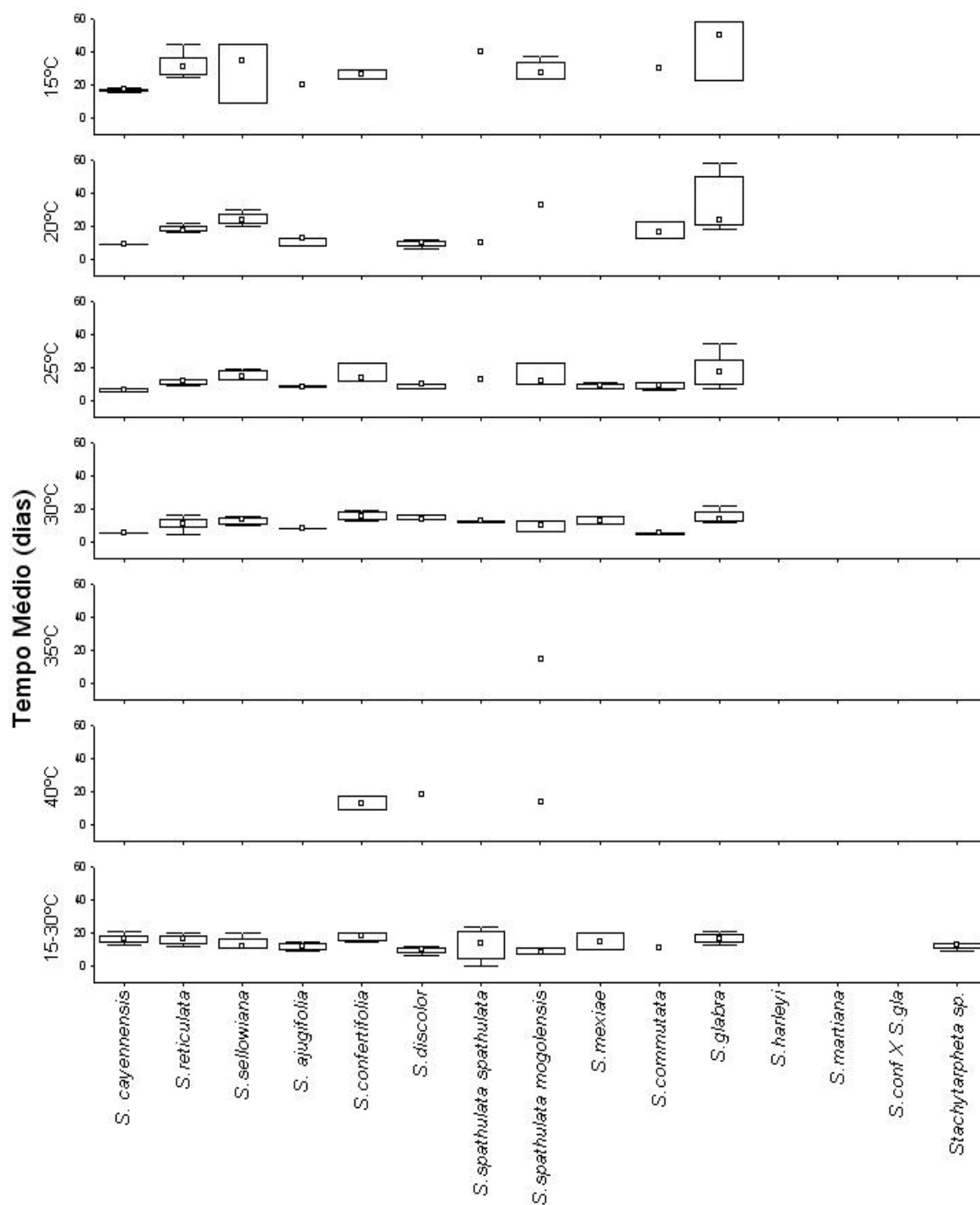


Figura 4 - Tempo médio de germinação na presença de luz das sementes de *Stachytarpheta* ocorrentes nos campos rupestres de Minas Gerais sob diferentes condições de temperatura (◻ Mediana ◻ 25%-75% Mín-Máx).

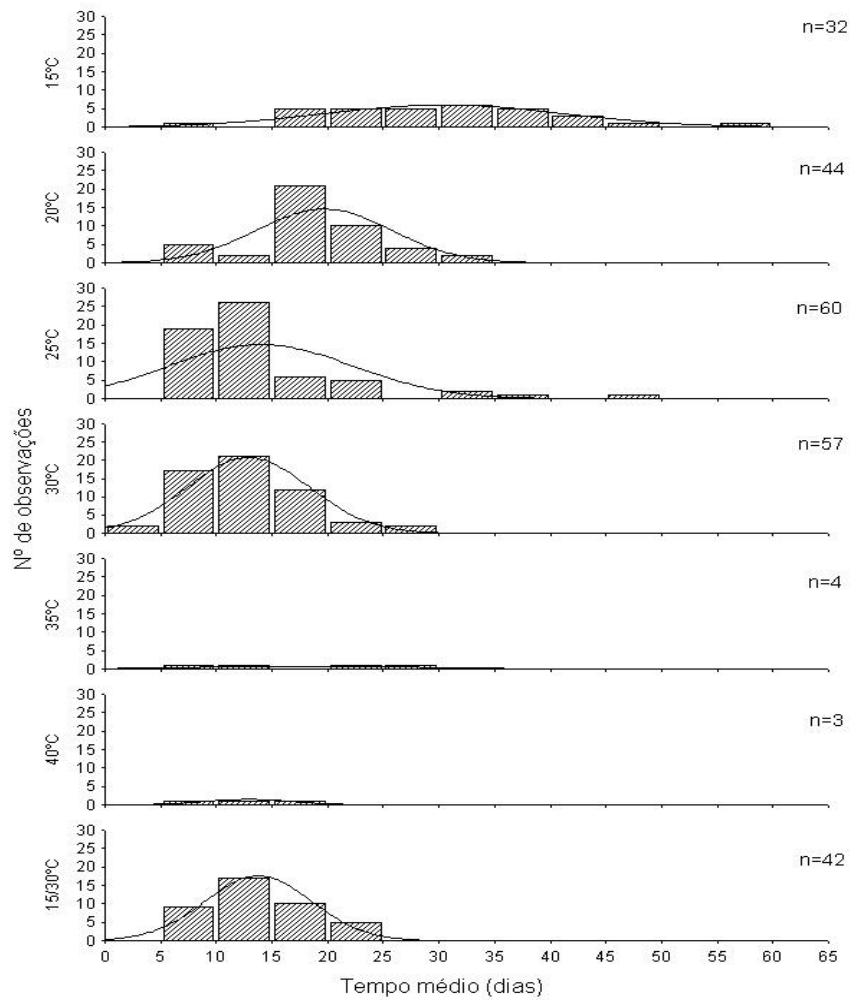


Figura 5 - Histograma de frequência de distribuição do tempo médio (dias) por tratamento de temperatura. Linha preta representa distribuição normal dos dados. n representa número de repetições dos tratamentos de luz nos quais houve germinação.

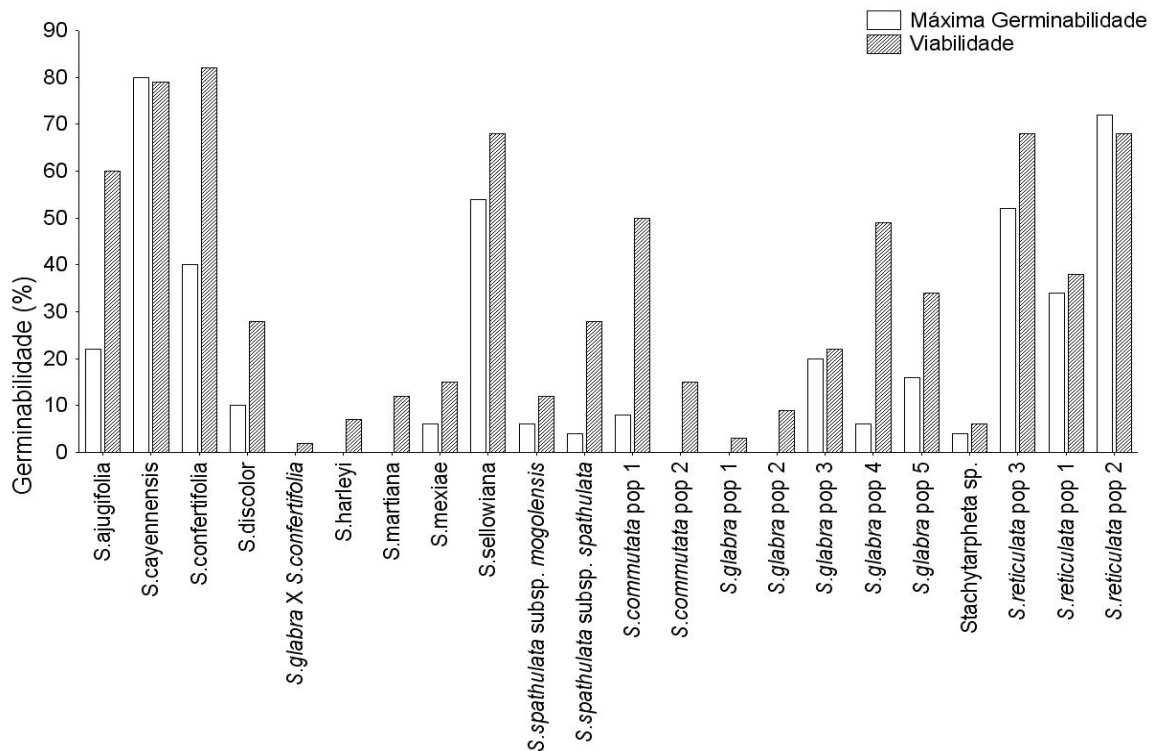


Figura 6 - Máxima germinabilidade obtida e viabilidade de sementes (%) de diferentes espécies/populações de *Stachytarpheta* (Verbenaceae). Os valores de máxima germinabilidade para as populações 3 e 5 de *S. glabra* referem-se às sementes estocadas por 1 ano.

Sementes recém-colhidas e estocadas por 12 meses de *S. cayennensis* germinaram na mesma faixa de temperatura (15 a 30°C) sendo, porém, encontradas diferenças significativas entre todos os tratamentos (fig. 7), com redução de 27,5% na porcentagem de germinação das sementes estocadas (tab. anexa 3). A estocagem aumentou significativamente o tempo médio de germinação de sementes de *S. cayennensis* em todas as temperaturas, sendo que o tempo médio foi 16,84 nas sementes recém-colhidas e 51,03 dias nas estocadas a 15°C (fig. 8), confirmando a perda viabilidade das sementes verificada através da germinabilidade.

A estocagem de sementes não alterou a porcentagem de germinação das sementes de *S. discolor* e *S. confertifolia*. Sementes estocadas de *S. confertifolia* ampliaram a faixa de temperatura para germinação, enquanto as de *S. discolor* diminuíram, em relação às sementes recém-colhidas (fig. 7). O tempo médio de germinação das sementes de *S. confertifolia* diminuiu significativamente nas temperaturas de 25 e 30°C após a estocagem, enquanto em *S. discolor* o tempo médio não se alterou (fig 8).

A estocagem aumentou significativamente a porcentagem de germinação das sementes de *S. glabra* das populações 3 e 5 em algumas temperaturas (fig 7), atingindo o valor da viabilidade na população 3, a 25 e 30°C (fig. 6). Diferenças na faixa de temperatura em que ocorreu germinação foram encontradas para as duas populações de *S. glabra* analisadas (fig 7), porém, o tempo médio de germinação não se modificou com a estocagem das sementes (fig. 8).

As espécies de *Stachytarpheta* apresentaram comportamento germinativo variado na presença de ácido giberélico (GA₃). Em *S. reticulata*, a giberelina teve efeito negativo na germinabilidade, uma vez que na presença do hormônio as porcentagens de germinação foram significativamente menores que o controle (fig 9). A giberelina não teve efeito sobre a germinabilidade de *S. martiana* e de *S. spathulata* subsp. *spathulata*, cujas sementes permaneceram sem germinar. Em *S. spathulata* subsp. *mogolensis*, a aplicação de giberelina não teve efeitos sobre sua germinabilidade, uma vez que a porcentagem de germinação observada em todos os tratamentos, inclusive no controle, iguais à sua viabilidade (tabela 5).

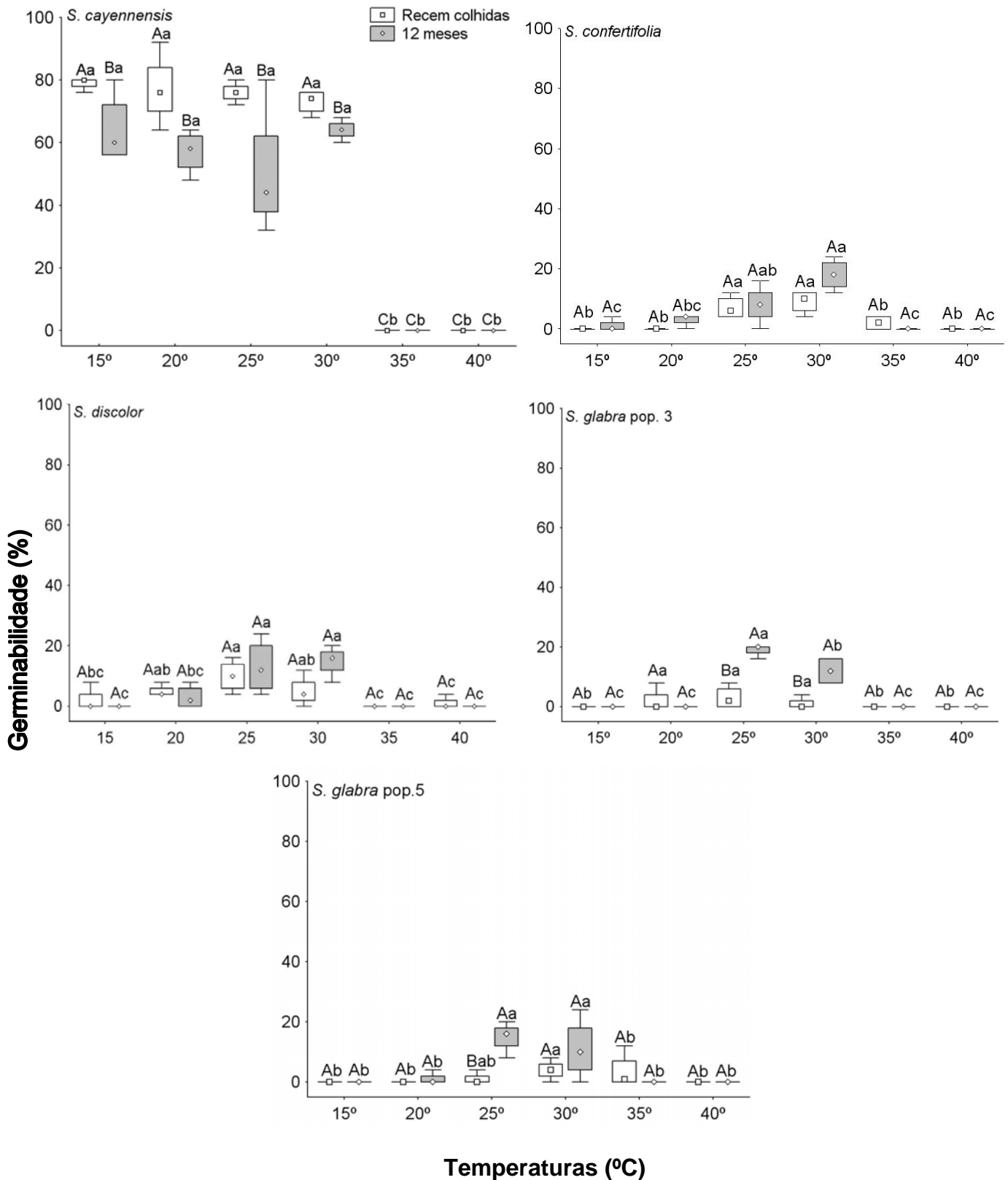


Figura 7 - Germinabilidade de sementes de quatro espécies de *Stachytarpheta*, sendo duas populações de *S. glabra*, recém-colhidas e estocadas a seco em temperatura ambiente por 12 meses sob diferentes temperaturas (°C). Letras maiúsculas comparam tempo de estocagem dentro da mesma temperatura e população e letras minúsculas comparam diferentes temperaturas do mesmo tratamento de estocagem da população. Letras iguais mostram diferenças não significativas segundo o teste de Conover 0,05%, exceto para *S. cayennensis* na qual foi realizado ANOVA seguido pelo teste de Tukey 0,05% (□ Mediana ◻ 25%-75% Mín-Máx).

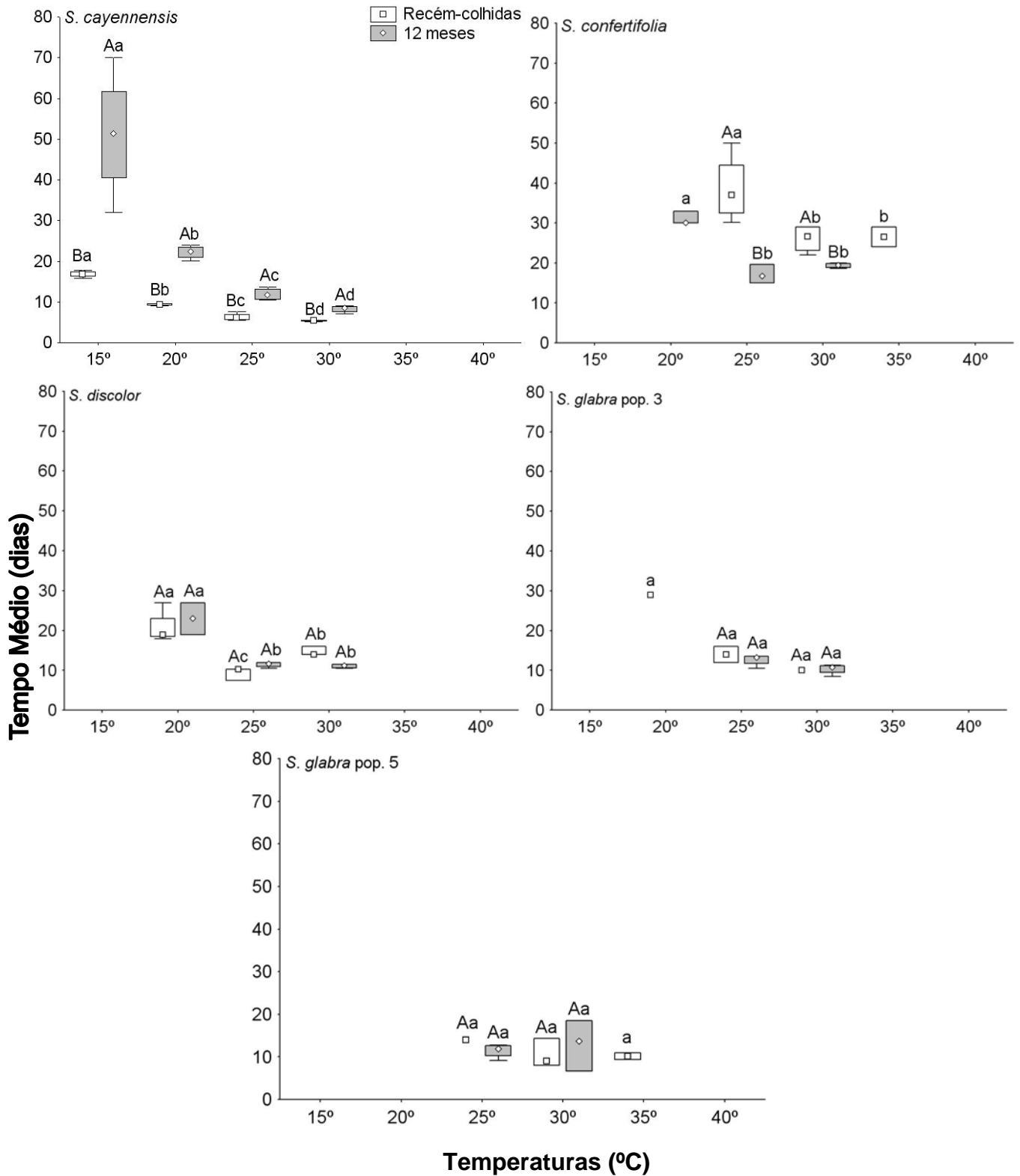


Figura 8 - Tempo médio de germinação (dias) de sementes de quatro espécies de *Stachytarpheta*, sendo duas populações de *S. glabra*, recém-colhidas e estocadas a seco em temperatura ambiente por 12 meses sob diferentes temperaturas (°C). Letras maiúsculas comparam tempo de estocagem dentro da mesma temperatura e população e letras minúsculas comparam diferentes temperaturas do mesmo tratamento de estocagem da população. Letras iguais mostram diferenças não significativas segundo o teste de Conover 0,05% (Mediana 25%-75% Mín-Máx).

O ácido giberélico teve efeito estimulatório na germinação de oito espécies analisadas, com variações entre as respostas obtidas. Em *S. harleyi*, *S. mexiae* e *S. discolor*, a germinabilidade no tratamento de 500 ppm foi significativamente superior, atingindo valores próximos aos da viabilidade das sementes. Nas espécies *S. confertifolia*, *S. commutata* e *S. glabra*, as sementes submetidas aos dois tratamentos de GA₃ apresentaram germinabilidades significativamente superiores ao controle, porém, com valores inferiores aos de viabilidade. O aumento da concentração de GA₃ foi acompanhado pelo aumento da germinação de *S. sellowiana* e *S. ajugifolia*, no entanto, a germinabilidade foi inferior à viabilidade de suas sementes (tab. 5).

O tempo médio de germinação das espécies de *Stachytarpheta* foi, em geral, indiferente ao GA₃, quando comparado ao controle, exceto para *S. mexiae*, *S. sellowiana* e *S. spathulata* subsp. *mogolensis*, que apresentaram os tempos médios de germinação significativamente maiores no controle do que sob os tratamentos com GA₃. Para *S. ajugifolia*, os tempos médios de germinação dos tratamentos com GA₃ foram significativamente maiores que o do controle (tab. 5).

Tabela 5 – Germinação de sementes de espécies de *Stachytarpheta* com tratamentos de giberelina GA₃ a 30°C na presença de luz, viabilidade de sementes recém-colhidas (VRC) e tempo médio para germinação. Letras indicam comparações entre tratamentos, sendo a germinação com GA₃ comparada com VRC. Letras iguais não diferem significativamente pelo teste de Tukey (5%), exceto para *S.ajugifolia*, *S.harleyi* e *S. mexiae* nas quais foi realizado teste de Conover (5%).

Espécie	Germinação (%)			VRC	Tempo Médio (dias)		
	Controle	250ppm	500ppm		Controle	250ppm	500ppm
<i>S. ajugifolia</i> Schauer	4 c	2 bc	16 ab	60 a	7,58 b	11,87 a	9,86 a
<i>S. commutata</i> Schauer	4 c	14 b	12 b	50 a	34 a	11,87 a	11 a
<i>S. confertifolia</i> Mold.	30 c	60 b	50 b	82 a	11,57 a	11,5 a	10,7 a
<i>S. discolor</i> Cham.	12 a	12 a	20 a	28 a	8,33 a	8,75 a	9,45 a
<i>S. glabra</i> Cham.	0 c	22 b	28 a	40 a	-	9,87 a	8,4 a
<i>S. harleyi</i> Atkins	0 b	0 b	6 a	6 a	-	-	4,16
<i>S. martiana</i> Schauer	0 b	0 b	0 b	12 a	-	-	-
<i>S. mexiae</i> Mold.	4 b	8 ab	12 a	18 a	10,66 a	11,75 a	5,53 b
<i>S. reticulata</i> Mart. ex Schauer	60 a	28 b	40 b	68 a	12,89 a	10,64 a	11,12 a
<i>S. sellowiana</i> Schauer	24 c	36 bc	46 b	68 a	16 a	9,86 b	11,6 ab
<i>S. spathulata</i> subsp. <i>mogolensis</i> Atkins	7 a	12 a	12 a	8 a	9,66 a	6,75 b	7,12 b
<i>S. spathulata</i> subsp. <i>spathulata</i> Mold.	2 b	2 b	4 b	28 a	15 a	15 a	12 a

3.2 Germinação Intraespecífica

Entre as populações de *S. commutata*, a população 2 não germinou em nenhuma das temperaturas constantes testadas, enquanto a população 1 germinou na faixa de 15 a 30°C, (max. 8% a 25°C). As populações apresentaram diferenças significativas em suas germinabilidades somente a 25°C (fig 9).

Apesar das sementes das populações 1, 2 e 5 de *S. glabra* não terem germinado em nenhuma das temperaturas testadas, a população 4 germinou na faixa entre 15 e 30°C e a população 3 a 20 e 25°C. Não foram encontradas diferenças significativas na germinabilidade entre as diferentes populações, uma vez que a germinabilidade de todas foi muito baixa (máx. 8%) (fig 9).

As maiores diferenças na germinabilidade intraespecífica foram encontradas para *S. reticulata*, cujas populações germinaram na faixa entre 15 e 30°C. A população 2 apresentou a maior germinabilidade, enquanto a população 1 a menor, com diferenças significativas entre as duas populações em todas as temperaturas na faixa entre 15 a 30°C. A 15°C, a população 3 apresentou a maior germinabilidade (44%) e a população 1 a menor (22%). A 20 e 30°C, a população 2 apresentou porcentagens de germinação significativamente maiores que as populações 1 e 3. A população 1 também apresentou a menor germinabilidade a 25°C (16%), diferindo significativamente das populações 2 e 3, que germinaram 60 e 52%, respectivamente (fig. 9).

As subespécies de *S. spathulata* apresentaram baixa germinabilidade, sendo os maiores valores obtidos na alternância de 15/30°C (4 e 6%, para subsp. *spathulata* e subsp. *mogolensis*, respectivamente). Sob temperaturas constantes, a subsp. *spathulata* germinou somente a 30°C, enquanto a subsp. *mogolensis* germinou a 15, 25 e 30°C (fig. 9).

O tempo médio de germinação intraespecífica diminuiu significativamente com o aumento da temperatura, exceto em *S. spathulata* subsp. *spathulata*. Diferenças significativas no tempo médio de germinação entre as populações foram encontradas somente para *S. reticulata*. A 15°C, o tempo médio de germinação da população 3 foi significativamente menor que o das populações 1 e 2; e a 20 e 25°C, contrariamente, o tempo médio da população 3 foi

significativamente superior ao das populações 1 e 2. A 30°C, não foram encontradas diferenças significativas entre as três populações (fig. 9).

Os dados de viabilidade mostraram grande variabilidade entre as populações das espécies analisadas. Em *S. glabra*, a população 1 apresentou apenas 3% de viabilidade, enquanto a população 4 apresentou 49%. Diferenças marcantes também foram encontradas entre populações geograficamente próximas, como nas populações 3 e 4 do P.E. do Rio Preto, onde a população 3 apresentou 22%, enquanto a população 4 apresentou 49% de viabilidade. Em *S. reticulata*, a população 1 apresentou a menor viabilidade entre as populações, apenas 38%, enquanto as populações 2 e 3 apresentaram 68%, resultados que explicam as diferenças significativas encontradas na germinabilidade entre estas populações (fig. 6).

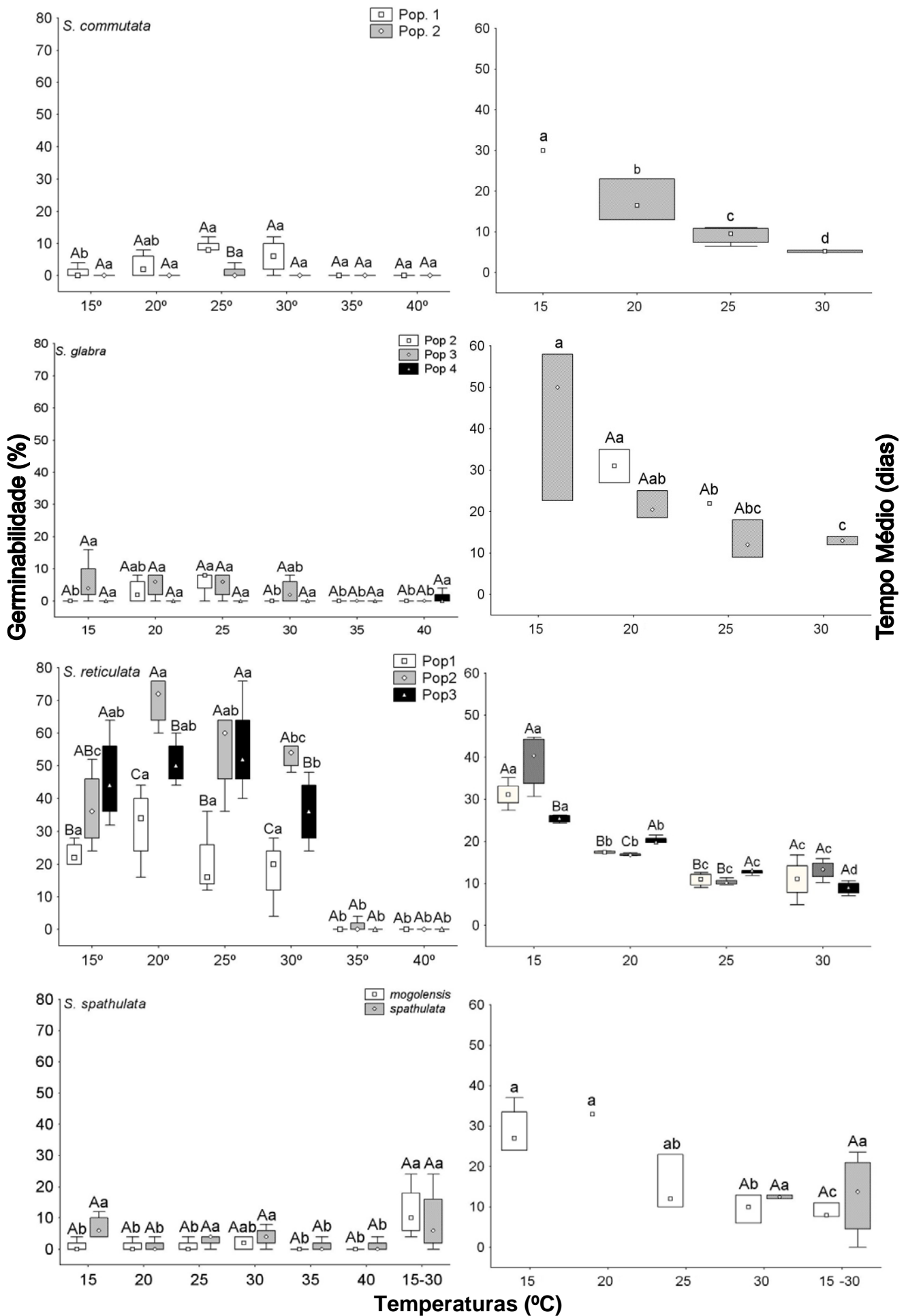


Figura 9 – Germinabilidade (%) (direita) e tempo médio de germinação (dias) (esquerda) de populações de 4 espécies de *Stachytarpheta* (Verbenaceae). As letras maiúsculas comparam diferentes populações na mesma temperatura (°C) e letras minúsculas comparam diferentes temperaturas dentro da mesma temperatura. Os dados foram submetidos à análise pelo teste de Kruskal-Wallis, seguido da comparação em pares pelo teste de Conover, a 0,05%

4 - Discussão

Diferenças interespecíficas foram encontradas na massa das sementes de *Stachytarpheta*, sendo as de *S. martiana* as de maior massa (seis vezes maior que média das demais espécies). Esta diferença é possivelmente ocasionada por diferenças no investimento entre as espécies e, no caso específico de *S. martiana*, cujas sementes apresentam um tegumento mais espesso que o observado nas demais espécies estudadas. Os valores de massa fresca de *S. cayennensis* obtidos neste estudo foram semelhantes aos obtidos por Dias Filho (1999) para populações desta espécie crescendo na Amazônia. O tamanho das sementes de *Stachytarpheta* foi semelhante ao observado para outras espécies arbustivas e herbáceas de dicotiledôneas típicas de campos rupestres (De Oliveira & Pirani 2003; Zappi & Taylor 2003; Arbo 2006; Campos *et al.* 2006), mas podem ser consideradas grandes quando comparadas às de monocotiledôneas (Mercier & Guerreiro Filho 1989; Garcia & Diniz 2003, Abreu & Garcia 2005; Oliveira & Garcia 2005).

Estudos mostram que a variação encontrada no tamanho e na massa de sementes entre populações (Mendez 1997; Vaughton & Ramsey 1997; Susko & Lovett-Doust 2000) e espécies (Harper *et al.* 1970; Leishman *et al.* 1995; Lord *et al.* 1995; Venable & Brown 1998; Ellison 2001; Harlpern 2005) não estão relacionadas apenas com a variabilidade genética entre estas, mas também com diferenças entre os microhabitats onde as espécies/populações crescem (Moles *et al.* 2005). A massa afeta diretamente a probabilidade de sobrevivência das sementes e plântulas durante seu estabelecimento, e os dados disponíveis mostram que sementes maiores têm maior probabilidade de sobreviver (Moles *et al.* 2003), embora estejam mais propícias a sofrer predação no solo.

O teor de água das sementes de *Stachytarpheta* foi semelhante àquele encontrado em sementes ortodoxas, que em geral, varia entre 5 e 20% (Bradbeer 1988). O baixo índice de umidade mantido em sementes ortodoxas aumenta sua capacidade de sobrevivência no solo, germinando apenas quando as condições ambientais forem favoráveis à sobrevivência da plântula (Bewley & Black 1994).

O fotoblastismo observado para as sementes da maioria das espécies de *Stachytarpheta* mostra a necessidade de luz para que a germinação ocorra. Em outros estudos, germinação no escuro foi observada apenas em condições

específicas de temperatura para *S. urticaefolia* (Kuo 2003) e para *S. cayennensis* com aplicação de KNO_3 (Dias Filho 1999), porém, sempre com percentuais menores que na presença de luz, como o observado neste estudo para *S. cayennensis* e *S. ajugifolia*. Estudos com outras espécies da família mostraram resultados semelhantes. Em *Lippia* (Verbenaceae), das 10 espécies estudadas, foi observado que as sementes de *L. rotundifolia* Cham. e *L. sidoides* Cham. são indiferentes, apresentam fotoblastismo negativo em *L. filifolia* Mart. & Schauer (Pimenta *et al.* 2007), e fotoblastismo positivo nos 70% das espécies restantes.

A luz é um dos principais fatores que controla a dormência nas sementes (Bradbeer 1988; Vasquez Yanes & Orozco Segovia 1993), embora sua resposta dependa fortemente de sua interação com outros fatores ambientais (Pons 1992). O requerimento de luz para sementes pequenas parece ter a função de evitar a germinação em camadas profundas do solo, onde as plântulas teriam dificuldades para alcançar a superfície do solo com suas limitadas reservas de nutrientes e só germinariam quando de alguma maneira trazidas à superfície e assim expostas à luz (Pons 1992; Probert 1992).

As sementes de *Stachytarpheta*, em geral, não germinaram nas temperaturas mais altas (35 e 40°C), exceto as de *S. confertifolia* e *S. discolor* que germinaram a 40°C; e *S. spathulata* subsp. *mogolensis* que germinaram a 35° e 40°C. Nas temperaturas mais baixas as porcentagens de germinação também foram menores, exceto para as sementes de *S. cayennensis* e *S. reticulata* que germinaram em ampla faixa de temperatura com percentuais semelhantes, embora o tempo médio dessas sementes tenha sido maior nas temperaturas mais baixas. A temperatura influencia a porcentagem de germinação da maioria das sementes, modificando a velocidade das reações químicas que irão acionar o desdobramento, o transporte das reservas e a ressíntese de substâncias para a plântula (Bewley & Black 1994). Temperaturas elevadas podem alterar a permeabilidade das membranas e promover a desnaturação de proteínas necessárias à germinação (Bewley & Black 1994), enquanto temperaturas baixas retardam as atividades metabólicas, propiciando redução no percentual de germinação ou completa inibição do processo germinativo (Simon *et al.* 1976).

Flutuações na temperatura ao longo do dia são maiores próximas à superfície do solo, diminuindo rapidamente com o aumento da profundidade. A sensibilidade

das sementes às flutuações de temperatura atua como um sensor da profundidade em que se encontram no solo (Thompson & Grime 1983).

Em *Stachytarpheta*, o tratamento de alternância de temperatura aumentou significativamente a germinação de quatro espécies, as quais obtiveram neste tratamento seus maiores valores de germinabilidade. *Stachytarpheta* sp. e a população 5 de *S. glabra* só germinaram sob este tratamento. Para outras seis espécies, os percentuais de germinação sob temperaturas constantes e alternadas foram semelhantes. De modo geral, as alternâncias de temperatura favorecem a germinação quando as sementes não germinam ou germinam muito pouco sob temperaturas constantes (Thompson 1974; Thompson & Grime 1983; Pons & Schroder 1986).

A faixa de temperatura na qual houve germinação em sementes de *Stachytarpheta* manteve-se entre 15 e 30°C para a maioria das espécies, com as temperaturas ótimas para germinação entre 25 e 30°C. Várias espécies também apresentaram sua temperatura ótima no tratamento de alternância, podendo tal fato ser explicado pela alta amplitude térmica diária observada nestes ambientes, que pode chegar a mais de 50°C nos campos ferruginosos (observações de campo). Cada espécie tem uma faixa de temperatura na qual a germinação irá ocorrer e o estabelecimento da plântula será possível (Bradbeer 1988), sendo a germinação em uma ampla faixa de temperatura uma importante adaptação dos vegetais, uma vez que lhes permite explorar mais oportunidades para a regeneração, tanto espacial quanto temporalmente, podendo assim apresentar maiores distribuições geográficas (Thompson *et al.* 1999; Thompson & Ceriani 2003).

Nas espécies de *Stachytarpheta* investigadas o aumento da temperatura levou ao aumento significativo na velocidade de germinação; porém, a germinação das sementes de *Stachytarpheta* pode ser considerada lenta, exceto para *S. ajugifolia* (25 e 30°C), *S. cayennensis* (faixa entre 20 e 30°C) e *S. commutata* população 1 (30°C), que apresentaram germinação intermediária (*sensu* Ferreira *et al.* 2001). Tais observações contrariam os resultados obtidos para outras espécies típicas de campos rupestres que apresentaram germinação rápida (Garcia & Diniz 2003; Ranieri *et al.* 2003; Silveira *et al.* 2004; Abreu & Garcia 2005; Garcia *et al.* 2007).

Foi observada baixa viabilidade das sementes de *Stachytarpheta* estudadas (inferior a 20% em 10 populações). Estudos relacionam a baixa viabilidade de sementes à depressão endogâmica, definida como a redução no “fitness” de uma espécie causada principalmente por auto-cruzamento ou cruzamento entre indivíduos de uma mesma população de tamanho reduzido (Charlesworth & Charlesworth 1987; van Treuren *et al.* 1993). Vários trabalhos demonstraram que a depressão endogâmica pode reduzir o número de sementes produzidas (Jennersten 1988; Pettersson 1992; van Treuten *et al.* 1993; Heschel & Paige 1995; Norman *et al.* 1995; Ramsey & Vaughton 1996) e a porcentagem de germinação (Menges 1991; Pettersson 1992; Heschel & Paige 1995; Norman *et al.* 1995; Ramsey & Vaughton 1996). Deste modo, a baixa viabilidade encontrada nas espécies/populações de *Stachytarpheta* estudadas e, conseqüentemente sua baixa germinabilidade, sugere um caso de depressão endogâmica. Populações de *Stachytarpheta* que estão isoladas geograficamente e têm tamanho reduzido, apresentaram baixas viabilidades e germinabilidades, como *S. harleyi*, a população 2 de *S. commutata* e a população 1 de *S. glabra*. Para as outras populações que também apresentaram baixas viabilidades, a falta de informações sobre seu grau de isolamento e tamanho das populações não permite nenhuma inferência.

Outra causa de diminuição da viabilidade de sementes e conseqüentemente do potencial reprodutivo de uma espécie é a hibridização, fenômeno bastante comum na família Verbenaceae (Moldenke 1958), já havendo sido reportados vários híbridos de *Stachytarpheta* (Danser 1929; Moldenke 1940; Moldenke 1958; Atkins 1991). Híbridos neste gênero são encontrados praticamente todas as vezes que ocorrem espécies de *Stachytarpheta* em simpatria (Moldenke 1958). Neste estudo foi encontrado um provável híbrido resultante do cruzamento entre indivíduos das espécies *S. glabra* e *S. confertifolia*. Este híbrido apresenta diversos caracteres morfológicos intermediários às espécies “parentais”, como coloração de flores, forma e filotaxia das folhas, tamanho e forma da inflorescência e hábito, embora estudos genéticos e morfológicos mais detalhados ainda não tenham sido realizados. Os baixos valores de viabilidade encontrados em suas sementes (2%), quando comparados às observadas para as prováveis populações “parentais”, assim como a ausência de germinação, indicam que se trata de um híbrido.

A população de *Stachytarpheta* sp., do Parque Estadual do Rio Preto, possivelmente é um outro híbrido, embora indivíduos das duas espécies “parentais” do suposto híbrido ocorrendo na mesma área não tenham sido encontrados. Os indivíduos de *Stachytarpheta* sp. foram sempre encontrados isolados, crescendo em meio a populações de *S. glabra* e, em afloramentos próximos, foram encontrados indivíduos de *S. spathulata* subsp. *spathulata*, o outro possível “parental”. As características morfológicas de *Stachytarpheta* sp. não são encontradas em nenhuma das espécies descritas para o gênero, fato que, associado à distribuição dos indivíduos em meio a populações de outras espécies, sugere que esta taxa seja um híbrido (Atkins, com. pess.). Os baixos valores de viabilidade obtidos para *Stachytarpheta* sp., comparados àqueles das populações de *S. glabra* população 4 e *S. spathulata* subsp. *spathulata* também reforçam esta hipótese.

As espécies de *Stachytarpheta* apresentaram variações na germinabilidade de suas sementes. Altas porcentagens foram observadas apenas em *S. cayennensis* e *S. reticulata*. O resultado encontrado para *S. cayennensis* deve-se provavelmente à sua estratégia de vida, uma vez que apresenta distribuição geográfica ampla, estendendo-se por toda a América Latina (Atkins 2005), sendo considerada uma espécie invasora em diversas partes do mundo (Nair *et al.* 1982; Haselwood & Motter 1983; Kleinschmidt & Johnson 1987). No Brasil, é considerada uma das principais invasoras em áreas de pastagens e plantações (Dias Filho 1990; Lorenzi 1991), devido à sua alta capacidade reprodutiva, aliada à sua alta germinabilidade e potencial para formar banco de sementes (Dias Filho 1994, Dias Filho 1996, Dias Filho 1999). Para *S. urticaefolia*, outra espécie com hábito ruderal e ampla distribuição geográfica, foi observado comportamento semelhante, com porcentagem de germinação superior a 70% na presença de luz (Kuo 2003).

As sementes de *S. reticulata* atingiram germinabilidade próxima à sua viabilidade em todas as populações analisadas. O hábito e o ambiente onde esta espécie é encontrada podem ser determinantes para os resultados observados. *S. reticulata* pertence ao grupo Gesnerioides dentro do gênero *Stachytarpheta*, formado por subarbustos com longas inflorescências, normalmente encontrados em áreas de Cerrado (Atkins 2005). Diferentemente das demais espécies típicas de campos rupestres estudadas, as populações de *S. reticulata* sempre foram encontradas crescendo em meio ao estrato gramíneo nas formações de campo sujo no cerrado,

sujeitas a constantes queimadas. Estas áreas apresentam menor exposição ao vento, solos mais profundos e não expostos, com maior retenção de água e menores amplitudes térmicas diárias devido à cobertura vegetal existente (Rizzini 1979). Assim, a resposta germinativa diferente encontrada para esta espécie sugere uma adaptação ao ambiente de Cerrado, sendo necessário o estudo de outras espécies pertencentes a este grupo para observar se a resposta se repete.

Em sementes de *Lippia*, o comportamento germinativo encontrado foi semelhante ao de *Stachytarpheta*, no qual *L. sidoides*, espécie de ampla distribuição no Espinhaço apresentou alta germinabilidade, enquanto as demais espécies não germinaram ou apresentaram baixa germinabilidade (Pimenta *et al.* 2007).

Embora a baixa germinabilidade encontrada em 10 populações seja conseqüência da baixa viabilidade de suas sementes, as diferenças encontradas entre a germinabilidade e a viabilidade de sementes chegam a 40% em quatro espécies, indicando a existência de dormência nas sementes, com graus diferenciados inter e intraespecificamente. Em Verbenaceae, baixas porcentagens de germinação devido à existência de dormência em suas sementes já foram reportadas, como em sementes de *Verbena officinalis* L., espécie típica de clima temperado (Baendel & Schütz 2003) e de *Rhaphithamnus spinosus* (Juss.) Moldenke, verbenácea arbórea do Chile (Figuroa 2003), que apresentam dormência do tipo fisiológica, necessitando de estratificação a frio para a sua quebra.

Recentemente a família Verbenaceae sofreu mudanças na circunscrição de seus gêneros com base na de análise cladística aplicada a caracteres morfológicos (Cantino 1992), sendo mais tarde confirmada por estudos genéticos (Wagstaff & Olmstead 1999; APG II 2003). Com a mudança, algumas subfamílias pertencentes às verbenáceas passaram então a integrar a família Lamiaceae e a dormência fisiológica, já conhecida em sementes desta família (Baskin & Baskin 1984a; 1984b; Albrecht & McCarthy 2006; Brändel 2006; Karlsson *et al.* 2006) tornou-se mais comum com a incorporação dessas verbenáceas (Yap & Wong 1983; Gashaw & Michelsen 1992; Mathew & Vasudeva 2003; McDonald & Kwong 2004).

Um dos tratamentos mais comuns aplicados na quebra de dormência é o armazenamento a seco de sementes à temperatura ambiente (Baskin & Baskin 1971a, 1972; Grime *et al.* 1981). Durante a pós-maturação, a estreita faixa de

condições sob as quais as sementes germinam estende-se gradualmente (Baskin & Baskin 1998; Bewley & Black 1994), tornando as sementes mais tolerantes a fatores que restringem sua germinação, como maiores concentrações de ácido abscísico, hormônio responsável pela inibição da germinação de sementes (Walker-Simmons 1987; Wang *et al.* 1994; Grappin *et al.* 2000), assim como aumentando sua resposta a menores concentrações de fatores que estimulam sua germinação, como ao ácido giberélico (Karssen *et al.* 1989; Hilhorst & Karssen 1992; Derkx & Karssen 1993).

A estocagem de sementes provocou efeitos diferentes em sementes de *Stachytarpheta*. Foi observado aumento significativo na germinabilidade de sementes estocadas de *S. glabra*, sendo que na população 3 (P.E. do Rio Preto) houve quebra da dormência, com germinabilidade igual à viabilidade. Resultados semelhantes foram observados em vários estudos (Baskin & Baskin 1971a; 1972; Grime *et al.* 1981; Conover & Geiger 1984; Conner & Conner 1988, Qaderi *et al.* 2003). Porém, em sementes de *S. confertifolia* e *S. discolor* a estocagem não alterou a germinabilidade, apesar de ampliar a faixa de temperatura para a germinação em *S. confertifolia*. Pimenta (2007) observou alterações na germinabilidade de sementes de *Lippia* estocadas por 60 dias a 10°C, sendo que das dez espécies analisadas, a germinabilidade de duas espécies foi promovida e inibida em quatro.

Entretanto, longos períodos de armazenamento podem produzir alterações bioquímicas, fraturas cromossômicas e declínio do vigor de sementes, comprometendo o estabelecimento da nova plântula (Villiers 1973). O armazenamento de sementes de *S. cayennensis* por 12 meses provocou queda de 27,5% na germinabilidade, além de ter aumentado seu tempo médio de germinação, comprovando perda de viabilidade das sementes. Dias Filho (1999) também observou redução na viabilidade de sementes de *S. cayennensis* após 18 meses de armazenamento.

Em sementes de *Stachytarpheta*, a aplicação de giberelina teve efeitos diversos, embora tenha tido efeito positivo na quebra da dormência de 70% das espécies testadas. GA₃ diminuiu a germinação das sementes de *S. reticulata* e nem mesmo sua promoveu a germinação de *S. martiana*. Em *S. spathulata* a aplicação de GA₃ também não estimulou a germinação das sementes, embora porcentagens de germinação iguais a viabilidade das sementes tenham sido observadas na subsp. *mogolensis* em todos tratamentos e no controle. Nas outras oito espécies, a

giberelina promoveu a germinação, mas com porcentagens semelhantes às de viabilidade em apenas três espécies. As concentrações maiores (500 ppm) tiveram efeitos mais pronunciados em apenas quatro espécies analisadas. A giberelina promoveu a germinação de apenas duas das dez espécies de *Lippia* testadas, sendo que nas demais, três foram inibidas e cinco indiferentes (Pimenta *et al.* 2007).

Giberelina (GA) é o fitohormônio responsável pela ativação do crescimento vegetativo do embrião e do enfraquecimento da camada do endosperma que envolve o embrião (Groot & Karssen 1987). Sua ação se manifesta logo após a embebição da semente, promovendo estímulo à síntese de proteínas relacionadas ao enfraquecimento do tegumento das sementes, bem como de enzimas que participam da quebra das reservas (Groselindemann *et al.* 1991). Os níveis de GA têm importante papel na quebra da dormência e germinação (Hilhorst & Karssen 1992). Sua aplicação exógena induz a germinação em muitas sementes dormentes, na ausência de tratamentos de pós-maturação ou de luz (Khan *et al.* 1957; Alcorn & Kurtz 1959; Baskin & Baskin 1971b; Felipe & Lucas 1971; Karssen *et al.* 1989; Baskin & Baskin 1990; 1998).

Os resultados dos pré-tratamentos de armazenamento e de aplicação de GA para quebra de dormência evidenciaram que as sementes das espécies de *Stachytarpheta* apresentam dormência fisiológica do tipo não-profunda (*sensu* Baskin & Baskin 1998; 2004). A dormência do tipo fisiológica é caracterizada por um mecanismo fisiológico inibidor do embrião, mantendo-o com baixo potencial de crescimento, incapaz de romper o impedimento mecânico gerado pelos envoltórios da semente. Este tipo de dormência é subdividido em níveis, não-profunda, intermediária ou profunda, baseados nos pré-tratamentos necessários para sua quebra. Os níveis intermediário e profundo são típicos de áreas temperadas, necessitando de estratificação a frio para sua quebra, ou estratificação seguida de um período quente, sendo que no tipo profundo a aplicação de giberelina não promove a germinação. A dormência fisiológica não-profunda é o tipo mais comum e pode ser quebrada com tratamentos de estratificação, com o armazenamento a seco em temperatura ambiente (pós-maturação) e com a aplicação de GA, sendo que a quantidade necessária do hormônio para que ocorra a quebra da dormência diminui com o aumento do tempo de pós-maturação. Porém, as respostas aos pré-tratamentos variam dependendo da espécie (Baskin & Baskin 1998; 2004).

A dormência fisiológica não-profunda é ainda subdividida em cinco tipos (Baskin e Baskin 1998; 2004). Nos tipos 1, 2 e 3, a dormência é perdida de forma gradual, sendo o tipo 1 típico de regiões conhecidas como matorral, que apresentam um verão quente e seco e inverno frio e úmido e o tipo 2 é encontrado em sementes de áreas temperadas mais frias, necessitando de estratificação a frio para sua quebra. O tipo 3 é intermediário entre os tipos 1 e 2, apresentando características de ambos os tipos. O tipo 4 é típico de savanas tropicais, que apresentam verão quente e chuvoso e inverno ameno e seco, sendo quebrada em altas temperaturas e a estação favorável para o estabelecimento das plântulas é a chuvosa. O tipo 4 é o que mais se assemelha ao clima dos campos rupestres, porém, nas savanas não é observada a grande amplitude térmica presente nos campos rupestres. No tipo 5, típico de desertos com verões quentes e secos e invernos mais frios com um breve período chuvoso, a dormência só é quebrada no verão em altas temperaturas, com a germinação ocorrendo no inverno, época chuvosa, sendo observada grande amplitude térmica diária (Baskin & Baskin 1998). Portanto, a dormência fisiológica não-profunda das sementes de *Stachytarpheta*, apresenta características do tipo 4, como a sazonalidade climática e quebra de dormência em altas temperaturas e do tipo 5, como grandes amplitudes térmicas diárias, que podem favorecer sua quebra, sendo proposta sua classificação como um tipo intermediário entre os tipos 4 e 5. O conhecimento limitado sobre sementes com os tipos 4 e 5 de dormência fisiológica, que apresenta poucos exemplos conhecidos, mostra a necessidade de estudos mais detalhados sobre dormência de sementes de áreas tropicais. Nos campos rupestres do Espinhaço, não existem trabalhos sobre dormência, mostrando a necessidade de estudos mais aprofundados para que os mecanismos de dormência das sementes nestes ambientes sejam entendidos e classificados corretamente.

Diferenças na germinação intraespecífica têm uma forte base genética (Plantenkamp & Shaw 1993; Meyer & Allen 1999; Cruz *et al.* 2003), embora a seleção natural do ambiente onde uma população se desenvolve também resulte em uma diferenciação genotípica local (Meyer & Kitchen 1994; Meyer *et al.* 1995; Schütz & Rave 1999; Schultz 2000; Donohue *et al.* 2005; Baskin & Baskin 2006; Mamo *et al.* 2006). Espera-se que uma espécie ocorrendo em diferentes habitats apresente diferenças em sua germinabilidade e nível de dormência em sementes coletadas em diferentes localidades ou em épocas diferentes em um mesmo lugar, devendo

passar por pré-tratamentos e testes germinativos idênticos (Meyer & Kitchen 1994). Dependendo da espécie, a resposta germinativa varia em relação à latitude, altitude, umidade do solo, nutrientes do solo, temperatura, tipo e densidade da cobertura vegetal, grau de distúrbio do habitat ou local onde as sementes maturam (Baskin & Baskin 1998). A variação na resposta germinativa relacionada ao habitat foi demonstrada para várias espécies entre montanhas que ocorrem em um espectro de habitats similares (Meyer & Monsier 1991; Meyer & Kitchen 1994, Meyer *et al.* 1995; Vera 1997; Cruz *et al.* 2003), como entre outros ambientes também (McWilliams *et al.* 1968; Seneca 1972; Yang *et al.* 1999; Shimono & Kudo 2003).

Variação no comportamento germinativo entre diferentes populações também foi encontrada em sementes de *Stachytarpheta*. Em *S. glabra*, as cinco populações estudadas apresentaram diferenças na velocidade e porcentagem de germinação, faixa de temperatura para germinação e viabilidade das sementes. Os inúmeros fatores ambientais que variam entre as populações de *S. glabra* podem ter promovido diferenças no comportamento germinativo e nível de dormência entre as populações. As variações observadas nas porcentagens de germinação entre as populações 3 e 4 (ambas do P.E. do Rio Preto) podem estar relacionadas às diferenças altitudinais observadas (872 e 1437m para as populações 3 e 4, respectivamente). O grau de isolamento e o tamanho das populações, que geram depressão endogâmica, como já discutido anteriormente, bem como os diferentes substratos sobre os quais as populações se desenvolvem podem ser responsáveis por parte das diferenças observadas na viabilidade e germinabilidade das sementes das populações desta espécie.

As populações de *S. reticulata* apresentaram comportamento semelhante e as diferenças quanto à altitude, substrato e ambiente onde as populações foram coletadas são pequenas, apesar das distâncias geográficas entre as populações serem bem grandes. A faixa de temperatura na qual houve germinação também se manteve a mesma para todas as populações. As diferenças nas porcentagens de germinação entre as populações desta espécie foram causadas principalmente por diferenças na viabilidade das sementes. As diferenças encontradas possivelmente são causadas por adaptações ao microhabitat ocupado pelas populações.

Em *S. spathulata*, apesar das grandes diferenças encontradas entre habitat, altitude, distância entre as populações (cerca de 300 Km), o comportamento

germinativo das subespécies foi semelhante, não havendo diferenças significativas no tempo médio e porcentagens de germinação. As principais diferenças encontradas foram quanto à viabilidade das sementes e grau de dormência entre as subespécies, podendo a maior dormência encontrada em *S. spathulata* subsp. *spathulata* ser causada pela altitude onde se encontra esta população e conseqüentemente pelas temperaturas às quais os indivíduos estão expostos.

As diferenças encontradas entre as características germinativas das populações de *S. commutata* podem ser estar relacionadas ao tamanho das populações. A população 1 (P.E. do Itacolomi) é bem grande, não se restringindo somente dentro dos limites do Parque, havendo vários registros para a região do entorno deste, enquanto a população 2 (P.E. do Rio Preto) é bastante isolada, formada por poucos indivíduos que se concentram nas proximidades do Pico Dois Irmãos. Não foram encontradas outras populações nas proximidades, embora existam registros para a região de Diamantina. O pequeno tamanho da população 2 pode estar interferindo na diminuição do “fitness” e conseqüentemente na redução da germinabilidade, o que poderia explicar parte das diferenças encontradas. Além disso, o alto grau de dormência encontrado em ambas as populações pode ser indicativo da grande amplitude de temperaturas às quais estas populações estão expostas diariamente, e os tratamentos de quebra de dormência aplicados nas sementes foram insuficientes para promover sua quebra.

Os resultados encontrados mostram que as espécies de *Stachytarpheta* são em sua maioria fotoblásticas, apresentando maiores germinabilidades a 25 e 30°C e sob alternância de temperatura (30/15°C). Porém, o tamanho da semente bem como sua massa, parecem não ter nenhuma associação com a germinação das espécies e populações. Diferenças interespecíficas na germinação das espécies foram encontradas, comprovando a existência de diferentes padrões de germinação com diferenças quanto à dormência dentro do gênero, indicando associação da ecologia germinativa encontrada com o habitat ocupado pela espécie. *S. cayennensis*, espécie ruderal que apresenta a distribuição mais ampla entre as espécies estudadas, apresentou alta germinabilidade com valores iguais à sua viabilidade e ausência de dormência, assim como *S. reticulata*, espécie encontrada em áreas de campos sujos no Cerrado. As demais espécies, típicas de campos rupestres, apresentaram comportamento germinativo semelhante, sempre com baixa

germinabilidade das sementes recém-coletadas, com valores inferiores à taxa de viabilidade das sementes. Os pré-tratamentos aplicados (GA_3 e estocagem por 12 meses) aumentaram significativamente a germinação da maioria destas espécies, indicando a existência de dormência, que pode ser classificada como dormência fisiológica não-profunda (*sensu* Baskin & Baskin 1998; 2004). Grande variabilidade foi encontrada em relação à viabilidade das sementes, sendo esta geralmente baixa, possivelmente causada por isolamento geográfico e tamanho reduzido das populações, o que leva à depressão endogâmica nestas populações. Foram encontradas diferenças intraespecíficas no comportamento germinativo de diferentes populações distribuídas ao longo do Espinhaço Mineiro, porém, devido ao grande número de variáveis ambientais observadas, não foi possível identificar os fatores determinantes dessas diferenças.

Referências Bibliográficas

- Abreu, M. E. P. & Garcia, Q. S. 2005. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de *Xyris* L. (Xyridaceae) ocorrentes na Serra do Cipó, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **19**(1):149-154.
- Albrecht, M.A. & McCarthy, B.C. 2006. Seed germination and dormancy in the medicinal woodland herbs *Collinsonia canadensis* L. (Lamiaceae) and *Dioscorea villosa* L. (Dioscoreaceae). **Flora** **201**:24-31.
- Alcorn, S.M. & Kurtz, E.B.Jr. 1959. Some factors affecting the germination of seed of Saguaro cactus (*Carnegiea gigantea*). **American Journal of Botany** **46**:526-529.
- Angiosperm Phylogeny Group. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II **Botanical Journal of the Linnean Society** **141**:399-436.
- Arbo, M.M. 2006. Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais: Rubiaceae. **Boletim de Botânica da Univ. São Paulo** **24**:123-126.
- Atkins, S. 1991. *Stachytarpheta sericea* Atkins (Verbenaceae) and its hybrids with *S. chamissonis* Walp. **Kew Bulletin** **46**:281-289.
- Atkins, S. 2005. The genus *Stachytarpheta* (Verbenaceae) in Brazil. **Kew Bulletin**. **60**(2): 161-272.
- Baendel, M. & Schütz, W. 2003 Seasonal dormancy patterns and stratification requirements in seeds of *Verbena officinalis* L. **Basic and Applied Ecology**. **4**:329-337.
- Baskin, C.C. & Baskin, J.M. 1988. Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. **American Journal of Botany** **7**(2):286-305.
- Baskin, C. C. & Baskin, J. M. 1998. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. 2^a ed. San Diego, Academic Press.
- Baskin, C. C. & Baskin, J. M. 2006. The natural history of soil seed banks of arable land. **Weed Science** **54**: 549-557.
- Baskin, J.M. & Baskin, C.C. 1971a. Germination ecology of *Phacelia dubia* var. *dubia* (actually var. *interior*) in Tennessee glades. **American Journal of Botany** **58**:98-104.
- Baskin, J.M. & Baskin, C.C. 1971b. Effect of chilling and gibberellic acid on growth potencial of exised embryos of *Ruellia humilis*. **Planta** **100**:365-369.

- Baskin, J.M. & Baskin, C.C. 1972. Physiological ecology of germination of *Viola rafinesquii*. **American Journal of Botany** **59**:981-988.
- Baskin, J.M. & Baskin, C.C. 1984a. Effects of temperature during burial on dormant and non-dormant seeds of *Lamium amplexicaule* L. and ecological implications. **Weed Research** **24**:333-339.
- Baskin, J.M. & Baskin, C.C. 1984b. Role of temperature in regulating timing of germination in soil seed reserves of *Lamium purpureum* L. **Weed Research** **24**:341-349.
- Baskin, J.M. & Baskin, C.C. 1990. Seed germination ecology of poison hemlock, *Conium maculatum*. **Canadian Journal of Botany** **68**:2018-2024.
- Baskin, J.M. & C.C. Baskin. 2003. **Classification, biogeography, and phylogenetic relationships of seed dormancy**. Pp. 518-544. In: Smith, R. D.; Dickie, J. B.; Linington, S. H.; Pritchard, H.W. & Probert R. J. (Eds.). Seed conservation: turning science into practice. The Royal Botanic Gardens, Kew, London.
- Baskin J.M. & Baskin C.C. 2004. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research** **14**:1-16.
- Benites, V.C.; Schaefer, C.E.G.R.; Simas, F.N.B. & Santos, H.G. 2007. Soils associated with rock outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira and Espinhaço. **Revista Brasileira de Botânica** **30**(4):569-577.
- Bewley, J. D. & Black, M. 1994. **Seeds: physiology of development and germination**. 2^a ed. New York, Plenum Press.
- Biodiversitas, Fundação. 2008. **Revisão da Lista da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção**. Disponível em: http://www.biodiversitas.org.br/florabr/consulta_fim.asp
Acesso em: 05/03/2008.
- Bradbeer, J. W. 1988. **Seed dormancy and germination**. London, Blackie Academic & Professional.
- Brändel, M. 2006. Effect of Temperatures on Dormancy and Germination in Three Species in the Lamiaceae occurring in Northern Wetlands. **Wetlands Ecology and Management** **14**(1):11-28.
- Campos, M.T.V.A.; Zappi, D.C., Caliό, M.F. & Pirani, J.R. 2006. Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais: Rubiaceae. **Boletim de Botânica da Univ. São Paulo** **24**:41-67.
- Cantino, P.D. 1992. Evidence for a polyphyletic origin of the Labiatae. **Annals of the Missouri Botanical Garden** **79**:361-379.

- Charlesworth, D. & Charlesworth, B. 1987. Inbreeding depression and its evolutionary consequences. **Annual Review of Ecology and Systematics** **18**:237-268.
- Conover, W. J. 1999. **Practical Nonparametric Statistics**. 3^a ed. New York, John Wiley & Sons.
- Conover, D.G. & Geiger, D.R. 1984. Germination of Australian channel millet (*Echinochloa turnerana* (Domin) J.M. Black) seeds. I. Dormancy in relation to light and water. **Australian Journal of Plant Physiology** **11**:395-408.
- Conner, L.N. & Conner, A.J. 1988. Seed biology of *Chordospartium stevensonii*. **New Zealand Journal of Botany** **26**:473-475.
- Cottrell, H.J. 1947. Tetrazolium Salt as a Seed Germination Indicator. **Nature** **159**:748.
- Cruz, A.; Pérez, B.; Velasco, A. & Moreno, J.M. 2003. Variability in seed germination at the interpopulation, intrapopulation and intraindividual levels of the shrub *Erica australis* in response to fire-related cues. **Plant Ecology** **169**:93-103.
- Danser, B.H. 1929. Über die Niederländisch-Indischen *Stachytarpheta*-Arten und ihre Bastarde, nebst Betrachtungen über die Begrenzung der Arten im Allgemeinen. **Annales du Jardin de Buitenzorg** **40**:1-43 In: Atkins, S. 1991. *Stachytarpheta sericea* Atkins (Verbenaceae) and its hybrids with *S. chamissonis* Walp. **Kew Bulletin** **46**:281-289.
- De Oliveira, A.A. & Pirani, J.R. 2003. Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais: Apocynaceae s.l.(exceto Asclepiadoideae). **Boletim de Botânica da Univ. São Paulo** **21**:73-82.
- Derks, M.P.M. & Karssen, C.M. 1993. Changing sensitivity to light and nitrate but not to gibberellins regulates seasonal dormancy patterns in *Sysimbrium officinale* seeds. **Plant, Cell and Environment** **16**:469-479.
- Dias Filho, M.B. 1990. **Plantas invasoras em pastagens cultivadas da Amazônia: estratégias de manejo e controle**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 103p.
- Dias Filho, M.B. 1994. How is fecundity affected by mowing in the Tropical weed *Stachytarpheta cayennensis* (Verbenaceae)? **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **29**(11):1975-1979.
- Dias Filho, M.B. 1996. Germination and emergence of *Ipomoea asarifolia* and *Stachytarpheta cayennensis*. **Planta Daninha** **14**(2):118-126.
- Dias Filho, M.B. 1999. Physiological responses of two tropical weeds to shade: I. Growth and biomass allocation. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **34**(6):945-952.

- Donohue, K.; Dorn, L.; Griffith, C.; Kim, E.; Aguilera, A.; Polisetty, C. R. & Schmitt, J. 2005. The evolutionary ecology of seed germination of *Arabidopsis thaliana*: variable natural selection on germination timing. **Evolution** **59** (4):758-770.
- Drummond, G.M. *et al.* 2005. **Biodiversidade em Minas Gerais: um Atlas para sua conservação**. Biodiversitas. (orgs.) Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 222 p.
- Ellison, A.M. 2001. Interspecific and intraspecific variation in seed size and germination requirements of *Sarracenia* (Sarraceniaceae). **American Journal of Botany** **88**(3):429-437.
- Felippe, G.M. & Silva, J.C.S. 1971. Estudos de germinação em *Porophyllum lanceolatum* D.C. II – Efeito de luz vermelha, GA₃ e CCC. **Hoehnea** **1**:11-19.
- Ferreira, A. G.; Cassol, B.; Rosa, S. G. T.; Silveira, T. S.; Stival, A. L. & Silva, A. A. 2001. Germinação de sementes de Asteraceae nativas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **15**:231-242.
- Figueroa, J.A. 2003. Seed germination in temperate rain forest species of southern Chile: chilling and gap-dependency germination. **Plant Ecology** **166**: 227-240.
- Garcia, Q. S. & Diniz, I. S. S. 2003. Comportamento germinativo de três espécies de *Vellozia* da Serra do Cipó (MG). **Acta Botanica Brasilica** **17**:487-494.
- Garcia, Q. S.; Jacobi, C. M. & Ribeiro, B. A. 2007. Resposta germinativa de duas espécies de *Vellozia* (Velloziaceae) dos campos rupestres de Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **21**:451-456.
- Garbutt, K & Witcombe, J.R. 1986. The inheritance of seed dormancy in *Sinapis arvensis* L. **Heredity** **56**:25-31.
- Gashaw, M. & Michelsen, A. 2002. Influence of heat shock on seed germination of plants from regularly burnt savanna woodlands and grasslands in Ethiopia. **Plant Ecology** **159**:83-93.
- Ghersa, C.M.; Benech Arnold, R.L. & Martinez-Ghersa, M.A. 1992. The role of fluctuating temperatures in germination and establishment of *Sorghum hapelense*. Regulation of germination at increasing depths. **Functional Ecology** **6**:460-468.
- Giulietti, A. M. & Pirani, J. R. 1988. Patterns of geographic distribution of some plant species from the Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia, Brazil. Pp. 39-69. In: Heyer, W. R. & Vanzolini, P. E. (Eds.). **Proceedings of a Workshop on Neotropical Biodiversity Distribution Patterns**. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências.

- Giulietti, A. M. & Pirani, J. R. 1997. **Espinhaço Range region -- Eastern Brazil**. In S. D. Davis, V. H. Heywood, O. Herrera-Macbryde, J. Villa-Lobos, and A. C. Hamilton, eds., *loc. cit.*, pages 397-404.
- Giulietti, A. M.; Menezes, N. L.; Pirani, J. R.; Meguro, M. & Wanderley, M. G. L. 1987. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista das espécies. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo** **9**:1-151.
- Giulietti, A. M.; Harley, R. M.; De Queiroz, L. P.; Wanderley, M. G. L. & Van Den Berg, C. 2005. Biodiversity and conservation of plants in Brazil. **Conservation Biology** **19**(3):632-639.
- Gomes, V.; Madeira, J. A.; Fernandes, G. W. & Lemos Filho, J. P. 2001. Seed dormancy and germination of sympatric species of *Chamaecrista* (Leguminosae) in a rupestrian field. **International Journal of Ecology and Environmental Sciences** **27**(3):191-197.
- Grappin, P.; Bouinot, D.; Sotta, B.; Miginiac, E. & Jullien, M. 2000. Control of seed dormancy in *Nicotiana plumbaginifolia*: Post-imbibition abscisic acid synthesis imposes dormancy maintenance. **Planta** **210**:279-285.
- Grime, J. P.; Mason, G.; Curtis, A. V.; Rodman, J.; Band, S. R.; Mowforth, M. A. G.; Neal, A. M. & Shaw, S. 1981. A comparative study of germination characteristics in a local flora. **Journal of Ecology** **69**:1017-1059.
- Groot, S.P.C., & Karssen, C.M. 1987. Gibberellins regulate seed germination in tomato by endosperm weakening: A study with gibberellin-deficient mutants. **Planta** **171**:525-531.
- Groselindemann E, Graebe JE, Stockl, D & Hedden, P. 1991. *ent*-kaurene biosynthesis in germinating barley (*Hordeum vulgare* L. cv. Himalaya) caryopses and its relation to α -amylase production. **Plant Physiology** **96**:1099-1104.
- Harley, R. M. 1988. Evolution and distribution of *Eriope* (Labiatae) and its relatives in Brazil. Pp. 71-120. In: P.E. Vanzolini & W. R. Heyer (Eds.). **Proceedings of a Workshop on Neotropical Biodiversity Distribution Patterns**. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências.
- Harley, R.M. 1995. Introduction. In: **Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia, Brazil**. Ed. B.L. Stannard Royal Botanic Gardens, Kew.
- Harper, J. L.; Lovell, P. H. & Moore, K. G. 1970. The shapes and sizes of seeds. **Annual Review of Ecology and Systematics**. **1**:327-356.

- Harpert, S.L. 2005. Sources and consequences of seed size variation in *Lupinus perennis* (Fabaceae): adaptive and non-adaptive hypotheses. **American Journal of Botany** **92**(2):205-213.
- Haselwood, E.L. & Motter, G.G. 1983. **Handbook of Hawaiian Weeds**. 2^a ed. Honolulu: University of Hawaii Press, 491p.
- Heschel, M.S. & Paige, K.N. 1995. Inbreeding Depression, Environmental Stress, and Population Size Variation in Scarlet Gilia (*Ipomopsis aggregate*). **Conservation Biology** **9**(1):126-133.
- Hilhorst, H.W.M. & Karssen, C.M. 1992. Seed dormancy and germination: The role of abscisic acid and gibberellins and the importance of hormone mutants. **Plant Growth Regulators**. **11**:225-238.
- Houzel, N. & Otte, A. 2004. Ecological significance of seed germination characteristics in flood-meadow species. **Flora** **199**:12-24.
- Jacobi, C.M.; Carmo, R. & Oliveira, R. 2000. The reproductive biology of two species of *Diplusodon* Pohl (Lythraceae) from Serra do Cipó, southeastern Brazil. **Plant Biology** **2**:1-7.
- Jennersten, O. 1988. Pollination in *Dianthus deltoides* (Caryophyllaceae): effects of habitat fragmentation on visitation and seed set. **Conservation Biology** **2**:359-366.
- Jensen, K. 2004. Dormancy patterns, germination ecology, and seed bank types of twenty temperate fen grassland species. **Wetlands** **24**(1):152-166.
- Jurado, E. & Westoby, M. 1992. Seedling growth in relation seed size among species of Arid Australia. **Journal of Ecology** **80**:407-416.
- Karlsson, L.M.; Ericsson, J. & Milberg, P. 2006. Seed dormancy and germination in the summer annual *Galeopsis speciosa* (Lamiaceae). **Weed Research** **46**(5):353-361.
- Karssen, C. M.; Zagórski, S. Kepczyn'ski, J. & Groot, S.P.C.. 1989. Key role for endogenous gibberellins in the control of seed germination. **Annals of Botany** **63**:71-80.
- Khan, A.; Goss, J.A. & Smith, D.E. 1957. Effect of gibberellins on germination of lettuce seed. **Science** **125**:645-646.
- Kleinschmidt, H.E. & Johnson, R.W. 1987. **Weeds of Queensland**. Queensland: Queensland Department of Primary Industries, p.469.
- Köppen, W. 1931. **Climatología**. Fondo de Cultura Económica, Buenos Aires.

- Kuo, Yau-Lun. 2003. Ecological characteristics of three invasive plants (*Leucena leucocephala*, *Mikania micrantha*, and *Stachytarpheta urticaefolia*) in Southern Taiwan. **Food & Fertilizer Technology Center Bulletin**. Taiwan. National Pingtung Univ. of Science and Technology.
- Labouriau, L. G. 1983. **A Germinação das Sementes**. Washington D. C., Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos.
- Lemos Filho, J. P.; Guerra, S. T. M.; Lovato, M. B. & Scotti, M. R. M. M. L. 1997. Germinação de sementes de *Senna macranthera*, *Senna multifuga* e *Stryphnodendron polyphyllum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **32**:357- 361.
- Leishman, M.R., Westoby, M. & Jurado, E. 1995. Correlates of seed size variation: a comparison among five temperate floras. **Journal of Ecology** **83**:517-530.
- Leishman, M. R., Wright, I. J., Moles, A. T. & Westoby, M, Pp. 31-57. In **Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities**, M. Fenner, Ed. CAB International, Wallingford, UK, 2000.
- Levin D.A. & Kerster H.W. 1974 Gene flow in seed plants. **Evolutionary Biology** **7**:139-220.
- Lord, J., Westoby, M. & Leishman, M.R. 1995. Seed size and phylogeny in six temperate floras: constraints, niche-conservatism and adaptation. **American Naturalist** **146**:349-364
- Lorenzi, H. 1991. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais**. 2ªed. Nova Odessa:Plantarum, p440.
- Lucas, N. M. C. & Arrigoni, M. F. 1992. Germinação de sementes de *Canavalia rosea* (Sw) DC (Fabaceae). **Revista Brasileira de Botânica** **15**:105-112.
- Madeira, J. A. & Fernandes, G. W. 1999. Reproductive phenology of sympatric *Chamaecrista* taxa of *Chamaecrista* (Leguminosae) in Serra do Cipó, Brazil. **Journal of Tropical Ecology** **15**:463-479.
- Mamo, N.; Mihretu, M.; Fekadu, M.; Tigabu, M. & Teketay, D. 2006. Variation in seed and germination characteristics among *Juniperus procera* populations in Ethiopia. **Forest Ecology and Management** **225**:320-327.
- Mathew, J. & Vasudeva, R. 2003. Clonal variation for seed germination in teak (*Tectona grandis* Linn. f.) **Current Science** **84**(8):1133-1136.
- Mazer, S.J. 1989. Ecological, Taxonomical and life history correlates of seed mass among Indiana Dune angiosperms. **Ecological Monographs** **59**:153-175.

- McDonald, M.B. & Kwong, F.Y. 2004. **Flower Seeds: Biology and Technology**. 1^a ed. CABI Publishing.
- Mc Williams, E. L.; Laanders, R. Q. & Mahlstedt, J. P. 1968. Variation in seed weight and germination in populations of *Amaranthus retroflexus* L. **Ecology** **49**:290-296.
- Melo, J.T.; Silva, J.A.; Torres, R.A.A.; Silveira, C.E.S. & Caldas, L.S. 1998. Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies do Cerrado. Pp.195-246. In: Sano, S.M. & Almeida, S.P. (orgs.). **Cerrado: ambiente e flora**. Embrapa, Planaltina.
- Mendez, M. 1997. Sources of variation in seed mass in *Arum italicum*. **International Journal of Plant Sciences** **158**:298-305.
- Menezes, N.L. & Giulietti, A.M., 2000. Campos rupestres. In **Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais**, ed. M.P. Mendonça, L.V. Lins, pp. 65-73. Fundação Biodiversitas, Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte, Belo Horizonte.
- Menges, E.S. 1991. Seed germination percentage increases with population size in a fragmented Prairie Species. **Conservation Biology** **5**(2):158-164.
- Mercier, H. & Guerreiro Filho, O. 1989. Germinação de *Pleurostima fanniei* Menezes, *Pleurostima rogieri* (Hort. Ex Moore & Ayres) Menezes e *Vellozia alata* L. B. Smith (Velloziaceae) sob diferentes condições de luz e temperatura. **Hoehnea** **16**:195-202.
- Meyer, S.E. & Allen, P.S. 1999. Ecological genetics of seed germination regulation in *Bromus tectorum* L. I- Phenotypic variance among and within populations. **Oecologia** **120**:27-34.
- Meyer, S. E. & Kitchen, S. G. 1994. Life history variation in blue flax (*Linum perenne*: Linaceae): seed germination phenology. **American Journal of Botany** **81**(5):528-535.
- Meyer, S.E. & Monsen, S.B. 1991. Habitat-correlated variation in mountain big sagebrush (*Artemisia tridentata* spp. *vaseyana*) seed germination patterns. **Ecology** **72**:739-742.
- Meyer, S. E.; Kitchen, S. G. & Carlson, S. L. 1995. Seed germination timing patterns in intermountain *Penstemon* (Scrophulariaceae). **American Journal of Botany** **82**(3):377-389.
- Moldenke, H.R. 1940. Novelties in the Avicenniaceae and Verbenaceae. **Phytologia** **1**:409-432.

- Moldenke, H.R. 1958. Hybridity in the Verbenaceae. **American Midland Naturalist** **59**(2):333-370.
- Moles, A.T. & Westoby, M. 2004 Seedling survival and seed size: a synthesis of the literature. **Journal of Ecology** **92**:372-383.
- Moles, A. T.; Warton, D. I. & Westoby, M. 2003. Seed size and survival in the soil in arid Australia. **Austral Ecology** **28**:575-585.
- Moles, A. T., Falster, D. S., Leishman, M. R. 2004. Small seeded species produce more seeds per square metre of canopy per year, but not per individual per lifetime. **Journal of Ecology** **92**: 384-396.
- Moles, A. T.; Ackerly, D. D.; Webb, C. O.; Tweddle, J. C.; Dickie, J. B. & Westoby, M. 2005. A brief history of seed size. **Science** **307**:576-580.
- Moreira, A.N. 1965. **Relevo**. Pp. 5-54. In Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Geografia do Brasil, vol. 5. Grande Região Leste. IBGE, Rio de Janeiro.
- Nadjafi, F., Bannayana, M., Tabrizia, L. & Rastgoo, M. 2006. Seed germination and dormancy breaking techniques for *Ferula gummosa* and *Teucrium polium*. Short communication. **Journal of Arid Environments** **64**:542-547.
- Nair, N.C., Mohanan, C.N. & Sreekumar, P.V. 1982. *Stachytarpheta cayennensis* (L.C. Rich) Vahl. A new record for India with a key to Indian species. **Journal of Bombay Natural History Society** **79**:230-233.
- Nikolaeva, M.G. 1977. **Factors controlling the seed dormancy pattern**. Pp. 51-74 In Khan, A.A. (Ed.) The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. Amsterdam, North-Holland.
- Norman, J.K., Sakai, A.K., Weller, S.G. & Dawson, T.E. 1995. Inbreeding depression in morphological and physiological traits of *Schiedea lydgatei* (Caryophyllaceae) in two environmental. **Evolution** **49**:297-306.
- Oliveira, P. G. & Garcia, Q. S. 2005. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Syngonanthus elegantulus* Ruhland, *S. elegans* (Bong.) Ruhland e *S. venustus* Silveira (Eriocaulaceae). **Acta Botanica Brasilica** **19**(3):639-645.
- Pettersson, M.W. 1992. Advantages of being a specialist female in nodioecius *Silene vulgaris* S.L. (Caryophyllaceae). **American Journal of Botany** **79**(2):1389-1395.
- Philippi, T., & Seger, J. 1989. Hedging one's evolutionary bets, revisited. **Trends in Ecology and Evolution** **4**(2):41-44.

- Pimenta, M.R.; Fernandes, L.S.; Pereira, U.J.; Garcia, L.S.; Leal, S.R.; Leitão, S.G.; Salimena, F.R.G.; Viccini, L.F. & Peixoto, P.H.P. 2007. Floração, germinação e estaquia em espécies de *Lippia* L. (Verbenaceae). **Revista Brasileira de Botânica** **30**(2):211-220.
- Plantenkamp, G.A., & Shaw, R.G. 1993. Environmental and genetic maternal effects on seed characters in *Nemophila mensiesii*. **Evolution** **47**:540-555.
- Pons, T. L. 1992. Seed responses to light. Pp. 259-284. In: M. Fenner (Ed.). **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. UK, CAB International.
- Pons, T.L. & Schroder, H.F.J.M. 1986. Significance of temperature fluctuation and oxygen concentration for germination of the rice field weeds *Fimbristylis littoralis* and *Scirpus juncooides*. **Oecologia** **68**(2):315-319.
- Porto, M.L. & Silva, M.F.F. 1989. Tipos de Vegetação metalófito em áreas de Carajás e de Minas Gerais. **Acta Botânica Brasilica** **3**(2): 13-21.
- Probert, R. J. 1992. The role of temperature in germination ecophysiology. Pp. 285-325. In: M. Fenner (Ed.). **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. UK, CAB International.
- Qaderi, M.M.; Cavers, P.B. & Bernards, M.A. 2003. Pre- and post-dispersal factors regulate germination patterns and structural characteristics of Scotch thistle (*Onopordum acanthium*) cypselas. **New Phytologist** **159**:263–278.
- Ramsey, M. & Vaughton, G. 1996. Inbreeding depression and pollinator availability in a self-fertile perennial herb *Blandfordia grandiflora* (Liliaceae). **Oikos** **76**:753-764.
- Ranieri, B. D.; Lana, T. C.; Negreiros, D.; Araújo, L. M. & Fernandes, G. W. 2003. Germinação de sementes de *Lavoisiera cordata* Cogn. e *Lavoisiera francavillana* (Melastomataceae), espécies simpátricas da Serra do Cipó, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **17**:523-530.
- Ribeiro, K.T. & Fernandes, G.W., 1999. Geographic distribution of *Coccoloba cereifera* Schw. (Polygonaceae), a narrow endemic plant from Serra do Cipó, Brazil. **Bios** **7**:7-12.
- Ribeiro, K.T. & Fernandes, G.W., 2000. Patterns of abundance of a narrow endemic species in a tropical and infertile montane habitat. **Plant Ecology** **147**:205-218.
- Rizzini, C.T. 1979. **Tratado de Fitogeografia do Brasil, aspectos sociológicos e florísticos**. 2º vol. Ed. Universidade de São Paulo.

- Salimena-Pires, F.R. & Giulietti, A.M. 1998. Flora da Serra do Cipó', Minas Gerais: Verbenaceae. **Boletim de Botânica da Univ. de São Paulo** 17:155-186.
- Schmidt, L. 2002. **Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed**. Ed. Danida Forest Seed Centre.
- Schütz, W. 2000. Ecology of seed dormancy and germination in sedges (*Carex*). **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics** 3(1):67-89.
- Schutz, W. & Milberg, P. 1997. Seed dormancy in *Carex canescens*, regional differences and ecological differences. **Oikos** 78:420-428.
- Schütz, W. & Rave, G. 1999. The effect of cold stratification and light on the seed germination of temperate sedges (*Carex*) from various habitats and implications for regenerative strategies. **Plant Ecology** 144:215-230.
- SEA/EMATER. 1980. **Atlas de Zoneamento Agroclimático do Estado de Minas Gerais**. www.geominas.mg.gov.br/kit_desktop/kit2/paginas/mapas. Acesso em: 18 de março/2008.
- Seneca, E.D. 1972. Germination and seedling response of Atlantic and Gulf coasts populations of *Uniola paniculata*. **American Journal of Botany** 59(3):290-296.
- Silva, M.F.F. & Rosa, N.A. 1990. **Estudos botânicos na área do Projeto Ferro Carajás Serra Norte. I. Aspectos fito-ecológicos dos campos rupestres**. Pp:367-79. In: Congresso Nacional de Botânica, 35. Manaus, SBB, 1984. Anais.
- Silveira, F. A. O.; Negreiros, D. & Fernandes, G. W. 2004. Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Marcetia taxifolia* (A. St.-Hil.) DC. (Melastomataceae). **Acta Botanica Brasilica** 18(4):847-851.
- Simon, E.W.; Minchin, A.; Mcmenamin, M.M. & Smith, J.M. 1976. The low temperature limit for seed germination. **New Phytologist** 77:301-311.
- Shimono, Y. & Kudo, G. 2003. Intraspecific Variations in Seedling Emergence and Survival of *Potentilla matsumurae* (Rosaceae) between Alpine Fellfield and Snowbed Habitats. **Annals of Botany** 91(1):21-29.
- Susko, D.J. & Lovett-Doust, L. 2000. Patterns of seed mass variation and their effects on seedling traits in *Alliaria petiolata* (Brassicaceae). **American Journal of Botany** 87:56-66.
- Thompson, P.A. 1974. Effects of fluctuating temperature on germination. **Journal of Experimental Botany** 25:164-175.

- Thompson, K. & Ceriani, R. M. 2003. No relationship between range size and germination niche width in the UK herbaceous flora. **Functional Ecology** **17**:335-339.
- Thompson, K. & Grime, J.P. 1983. A comparative study of germination responses to diurnally fluctuating temperatures. **Journal Applied Ecology** **20**:141-156.
- Thompson, K.; Gaston, K.J. & Band, S.R. 1999. Range size, dispersal and niche breadth in the herbaceous flora of central England. **Journal of Ecology** **87**:150-155.
- van Assche, J.; Van Nerum, D. & Darius, P. 2002. The comparative germination ecology of nine *Rumex* species. **Plant Ecology** **159**:131-142.
- van Treuten, R.; Bulsma, R.; Ouborg, N.J. & van Delden, W. 1993. The significance of genetic erosion in the process of extinction IV. Inbreeding depression and heterosis effects caused by selfing and outcrossing in *Scabiosa columbaria*. **Evolution** **47**(6):1669-1680.
- Vaughton, G. & Ramsey, M. 1997. Sources and consequences of seed mass variation in *Banksia marginata* (Proteaceae). **Journal of Ecology** **86**(4):563-573.
- Vázquez-Yanes, C. & Orozco-Segovia, A. 1993. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rain forest. **Annual Review in Ecology and Systematics** **24**: 69-87.
- Velten, S. B. & Garcia, Q. S. 2005. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Eremanthus* (Asteraceae) ocorrentes na Serra do Cipó, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **19**(4):753-761.
- Venable, D.L. 1984. **Using intraspecific variation to study the ecological significance and evolution of plant life histories**. Pp. 166-187. In: Dirzo, R. & Sarkukan, J. (eds.). Perspectives on plant population ecology. Sinauer, Sunderland, MA.
- Venable, D.L. & Brown, J.S. 1988. The selective interactions of dispersal, dormancy, and seed size as adaptations for reducing risk in variable environments. **American Naturalist** **131**: 360-384.
- Vincent, R. C.; Jacobi, C. M. & Antonini, Y. 2002. Diversidade na adversidade. **Ciência Hoje** **185**:64-67.
- Villiers, T.A. 1973. **Ageing and the longevity of seeds in field conditions** In: Seed Ecology -The Pennsylvania State University Press.
- Wagstaff, S.J. & Olmstead, R.G. 1997. Phylogeny of Labiatae and Verbenaceae Inferred from *rbcL* sequences. **Systematic Botany** **22**(1):165-179.

- Walker-Simmons, M. 1987. ABA levels and sensitivity in developing wheat embryos of sprouting resistant and susceptible cultivars. **Plant Physiology** **84**:61-66.
- Wang, M.; Bakhuizen, R.; Heimovaara-Dijkstra, S; Van Zeijl, M. J.; De Vries, M. A.; Van Beckum J. M. & Sinjorgo, K.M.C. 1994. The role of ABA and GA in barley grain dormancy: a comparative study between embryo and aleurone dormancy. Russ. J. **Plant Physiology** **41**:577-584.
- Yang, J.; Lovett-Doust, J. & Lovett-Doust, L. 1999. Seed germination patterns in green dragon (*Arisaema dracontium*, Araceae). **American Journal of Botany** **86**(6):1160-1167.
- Yap, S.K. & Wong, S.M. 1983. Seed biology of *Acacia mangium*, *Albizia falcataria*, *Eucalyptus* sp., *Gmelina arborea*, *Maesopsis eminii*, *Pinus caribaea* and *Tectona grandis*. **The Malaysian Forester** **46**:26-45.
- Zappi, D.C. & Taylor, N.P. 2003. Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais: Cactaceae. **Boletim de Botânica da Univ. São Paulo** **21**:147-154.
- Zar, J. H. 1984. **Biostatistical Analysis**. 2^a ed. Englewood N.J., Prentice-Hall.

Apêndices

Tabela apêndice 1 – Medianas da germinação das espécies de *Stachytarpheta* estudadas. Letras minúsculas comparam diferentes temperaturas da mesma população pelo teste de Conover (5%).

Espécie	Tratamentos (°C)						
	15°	20°	25°	30°	35°	40°	15°/30°
<i>Stachytarpheta</i> sp.	0	0	0	0	0	0	4 ab
<i>S. ajugifolia</i> Schauer	2 c	22 a	12 a	4 bc	0 c	0 c	8 bc
<i>S. cayennensis</i> (Rich) Vahl.	80 a	76 a	76 a	74 a	0 c	0 c	24 b
<i>S. commutata</i> Schauer	0 b	0 b	6 a	0 ab	0 b	0 b	0
<i>S. confertifolia</i> Mold.	0 c	0 bc	8 a	12 a	0 c	0 b	40 a
<i>S. confertifolia</i> X <i>S. glabra</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. discolor</i> Cham.	0 bc	4 ab	10 a	4 ab	0 c	0 c	10 a
<i>S. glabra</i> Cham.	0	0	0	0	0	0	6 a
<i>S. harleyi</i> Atkins	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. martiana</i> Schauer	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. mexiae</i> Mold.	6 ab	0 b	4 ab	4 ab	0 b	0 b	2 ab
<i>S. reticulata</i> Mart. ex Schauer	30 b	46 a	52 a	42 a	0 b	0 b	50 bc
<i>S. spathulata</i> subsp. <i>spathulata</i> Mold.	0 b	0 b	0 b	2 ab	0 b	0 b	10 a
<i>S. spathulata</i> subsp. <i>mogolensis</i> Atkins	6 a	0 b	4 a	4 a	0 b	0 b	6 a
<i>S. sellowiana</i> Schauer	4 d	10 c	20 b	22 b	0 d	0 d	54 a

Tabela anexa 2 – Medianas do tempo médio de germinação das espécies de *Stachytarpheta* estudadas. Letras minúsculas comparam diferentes temperaturas da mesma população pelo teste de Conover (5%).

Espécie	Tratamentos (°C)						
	15°	20°	25°	30°	35°	40°	15°/30°
<i>Stachytarpheta sp</i>	-	-	-	15 a	-	-	12,75 a
<i>S. ajugifolia</i> Schauer	20 a	12,66 b	8,41 b	8,58 b	-	-	12 b
<i>S. cayennensis</i> (Rich) Vahl.	16,84 a	9,37 b	6,05 c	5,38 d	-	-	16,06 a
<i>S. commutata</i> Schauer	30 a	19,75 ab	10,85 bc	5,5 c	-	-	
<i>S. confertifolia</i> Mold.			30,13 b	20,65 a	-	12,5 a	18,3 a
<i>S. confertifolia</i> X <i>S. glabra</i>	-	-	-	-	-	-	
<i>S. discolor</i> Cham.	-	19 a	10,25 c	14 b	11 b	-	10 c
<i>S. glabra</i> Cham.	50 a	26 a	14 b	11 b	-	-	16,25 a
<i>S. harleyi</i> Atkins	-	-	-	-	-	-	
<i>S. martiana</i> Schauer	-	-	-	-	-	-	
<i>S. mexiae</i> Mold.	-	-	9 a	13,08 a	-	-	15 a
<i>S. reticulata</i> Mart. ex Schauer	31,08 a	18,65 b	11,58 c	12,32 c	-	-	16,05 b
<i>S. spathulata</i> subsp. <i>spathulata</i> Mold.	-	-	-	12,50 a	-	-	13,75 ab
<i>S. spathulata</i> subsp. <i>mogolensis</i> Atkins	27 a	-	12 ab	10 b	15 a	14 a-	8 c
<i>S. sellowiana</i> Schauer	35 a	24,15 ab	15ab	13,40 b	-	-	11,81

Tabela anexa 3 - Germinação de espécies de *Stachytarpheta* (Verbenaceae) na Cadeia do Espinhaço de Minas Gerais na faixa entre 15 e 40°C de sementes recém-colhidas e estocadas por 1 ano em laboratório. Os valores referem-se à mediana das porcentagens de germinação das repetições de cada tratamento. As letras comparam os diferentes tratamentos de uma mesma espécie. Letras iguais não diferem significativamente pelo teste de Conover ($P \leq 0,05$).

Espécie	Localidade/ Ano de coleta	Tratamentos (°C)					
		15°	20°	25°	30°	35°	40°
<i>S. cayennensis</i> (Rich) Vahl.	Carandaí 2006	80 Aa	76 Aa	76 Aa	74 Aa	0 b	0 b
	Carandaí 1 ano	60 Ba	58 Ba	44 Ba	64 Ba	0 b	0 b
<i>S. confertifolia</i> Mold.	Belo Vale 2006	0 c	0 c	6 Aa	10 Aa	2 Abc	0 c
	Belo Vale 1 ano	0 c	4 Abc	8 Aab	18 Aa	0 Ac	0 c
<i>S. discolor</i> Cham.	Diamantina 2006	0 bc	4 Aab	10 Aa	4 Aab	0 c	0 c
	Diamantina 1 ano	0 c	2 Abc	12 Aa	16 Aa	0 c	0 c
<i>S. glabra</i> Cham.	Pop 5 2006	0	0	0	4 B	0	0
	Pop 5 1 ano	0 b	0 b	16 Aa	10 Aa	0 b	0 b
	Pop 2 2006	0 a	0 a	2 Ba	0 Ba	0 a	0 a
	Pop 2 1 ano	0 c	0 c	20 Aa	12 Ab	0 c	0 c

Tabela anexa 4 - Tempo médio de germinação de espécies de *Stachytarpheta* (Verbenaceae) na Cadeia do Espinhaço de Minas Gerais na faixa entre 15 e 40°C de sementes recém-colhidas e estocadas por 1 ano em laboratório. Os valores referem-se a mediana das porcentagens de germinação das repetições de cada tratamento. As letras comparam os diferentes tratamentos de uma mesma espécie. Letras iguais não diferem significativamente pelo teste de Conover ($P < 0,05$).

Espécie	Localidade/ Ano de coleta	Tratamentos (°C)					
		15°	20°	25°	30°	35°	40°
<i>S. cayennensis</i> (Rich) Vahl.	Carandaí 2006	16,84 Ba	9,37 Bb	6,05Bc	5,38 Bd	-	-
	Carandaí 1 ano	51,03 Aa	22,40 Ab	11,72 Ac	8,45 Ad	-	-
<i>S. confertifolia</i> Mold.	Belo Vale 2006	-	-	37 Aa	26,65 Ab	26,5 b	-
	Belo Vale 1 ano	-	30 a	16,75 Ab	19,37 Bb	-	-
<i>S. discolor</i> Cham.	Diamantina 2006	-	19 Aa	10,25 Ac	14 Ab	-	-
	Diamantina 1 ano	-	23 Aa	11,66 Ab	11,15 Ab	-	-
<i>S. glabra</i> Cham.	Pop 5 2006	-	14	9 Aa	10,16 Aa	-	-
	Pop 5 1 ano	-	-	11,87 Aa	13,66 Aa	-	-
	Pop 2 2006	-	29	14 A	10	-	-
	Pop 2 1 ano	-	-	13,25 Aa	10,75 a	-	-

Tabela anexa 5 - Germinação de populações de espécies de *Stachytarpheta* (Verbenaceae) na Cadeia do Espinhaço de Minas Gerais na faixa entre 15 e 40°C.

Espécie	Localidade/ Ano de coleta	Tratamentos (°C)						
		15°	20°	25°	30°	35°	40°	30°/15°
<i>S. commutata</i>	Pop 1	0 Aab	2 Aab	8 Aa	6 Aa	0 Ab	0 Ab	
	Pop 2	0 A	0 A	0 B	0 A	0 A	0 A	
<i>S. glabra</i> Cham.	Pop 1	0 A	0 A	0 A	0 A	0	0	-
	Pop 2	0 A	0 A	0 A	0 A	0	0	-
	Pop 3	0 b	2 Aab	8 Aa	0 Ab	0 b	0 b	-
	Pop 4	4 Aa	6 Aa	6 Aa	2 Aab	0 b	0 b	-
	Pop 5	0 Ab	0 Ab	0 Ab	0 Ab	0 b	0 b	6 a
<i>S. reticulata</i> Mart. ex Schauer	Pop 1	22 Ba	34 Ca	16 Ba	20 Ca	0 b	0 b	-
	Pop 2	36 ABc	72 Aa	60 Aab	54 Abc	0 d	0 d	50 bc
	Pop 3	44 Aab	50 Bab	52 Aa	36 Bb	0 c	0 c	-
<i>S. spathulata</i> subsp. <i>spathulata</i> Mold.	Pop 1	0 Ab	0 Ab	0 Ab	2 Aab	0 Ab	0 Ab	4 Aa
<i>S. spathulata</i> subsp. <i>mogolensis</i> Atkins	Pop 2	6 Aa	0 Ab	4 Aa	4 Aa	0 Ab	0 Ab	6 Aa

Tabela anexa 6 – Tempo médio de germinação de populações de espécies de *Stachytarpheta* (Verbenaceae) na Cadeia do Espinhaço de Minas Gerais na faixa entre 15 e 40°C.

Espécie	Localidade/ Ano de coleta	Tratamentos (°C)						
		15°	20°	25°	30°	35°	40°	30°/15°
<i>S. commutata</i>	Pop 1	30 a	19,75 b	10,85 bc	5,5 c	-	-	-
	Pop 2	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. glabra</i> Cham.	Pop 1	-	-	-	-	-	-	-
	Pop 2	-	-	-	-	-	-	-
	Pop 3	-	31 a	22 b	-	-	-	-
	Pop 4	50 a	20,5 ab	12 bc	13 c	-	-	-
	Pop 5	-	-	-	-	-	-	16,25
<i>S. reticulata</i> Mart. ex Schauer	Pop 1	31,08 Aa	17,38 Bb	11,04 Bc	11,11 Ac	-	-	-
	Pop 2	40,34 Aa	16,74 Cb	10,16 Bc	13,33 Ac	-	-	16,05 b
	Pop 3	25,45 Ba	19,82 Ab	13,07 Ac	9 Ad	-	-	-
<i>S. spathulata</i> subsp. <i>spathulata</i> Mold.	Pop 1	-	-	-	12,50 Aa	-	-	13,75 Aa
<i>S. spathulata</i> subsp. <i>mogolensis</i> Atkins	Pop 2	27 a	33 a	12 ab	10 Ab	-	-	8 Ac