

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**APLICAÇÃO DA GIBERELINA LÍQUIDA NA SUPERAÇÃO DA  
DORMÊNCIA, GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE  
ESPÉCIES FLORESTAIS**

**FRANKLIM SALES DE JESUS SOARES**

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA  
MARÇO - 2008**

**APLICAÇÃO DA GIBERELINA LÍQUIDA NA SUPERAÇÃO DA  
DORMÊNCIA, GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE  
ESPÉCIES FLORESTAIS**

**FRANKLIM SALES DE JESUS SOARES**

Engenheiro Agrônomo  
Universidade Estadual de Santa Cruz, 2005

Dissertação submetida à Câmara de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Fitotecnia.

**Orientador: Prof. Dr. Clovis Pereira Peixoto**  
**Co-orientador: Prof. Dr. Elvis Lima Vieira**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CRUZ DAS ALMAS – BAHIA – 2008

## COMISSÃO EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Clovis Pereira Peixoto  
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas - UFRB  
(Orientador)

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Rozimar de Campos Pereira  
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas - UFRB

---

Prof. Dr. José Raniere Ferreira Santana  
Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS

Dissertação homologada pelo Colegiado do Programa de Pós Graduação em  
Ciências Agrárias em .....  
Conferindo o Grau de Mestre em Ciências Agrárias em.....

## FICHA CATALOGRÁFICA

S676 Soares, Franklim Sales de Jesus.

Aplicação da giberelina líquida na superação da dormência, germinação e crescimento inicial de espécies florestais / Franklim Sales de Jesus Soares.- Cruz das Almas, BA, 2008.

69 f.; il.: tab.

Orientador: Clovis Pereira Peixoto

Dissertação:(Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas, 2008.

1. Giberelina. 2. Regulador Vegetal. 3. Embebição de sementes. 4. Desenvolvimento Vegetal. 5. Espécies florestais - análise de Crescimento. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas II. Título.

CDD 20 ed. 581.134

A Deus,

AGRADEÇO

À minha família, Aurelino (*in memoriam*), Edeni, Tatiane e Fábio  
pelo carinho, incentivo, apoio e confiança.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

Ao orientador Professor Dr. Clovis Pereira Peixoto, pela orientação, amizade, paciência, confiança, empenho e apoio durante todas as fases de execução dos nossos trabalhos.

Ao co-orientador Professor Dr. Elvis Lima Vieira, pela colaboração no trabalho.

Aos meus pais, pela educação dada, confiança, estímulo, carinho e apoio em todas as minhas decisões.

Aos meus irmãos, pela amizade, apoio e incentivo.

Aos meus familiares, pelo estímulo e momentos de descontração que me proporcionaram.

A UFRB pela oportunidade de realização do curso.

A CAPES, pela concessão da bolsa.

A EMBRAPA, pelo espaço concedido na casa-de-vegetação para realização de uma das etapas do meu trabalho.

A Stoller do Brasil – Divisão Arbore Ltda, pelo fornecimento do regulador vegetal (GA<sub>3</sub>).

Aos professores da pós-graduação, pelos ensinamentos transmitidos e valiosos.

Aos meus colegas do curso, pelo apoio e amizade.

Ao amigo e professor Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo, pela colaboração nos trabalhos.

À professora Dr<sup>a</sup>. Rozimar de Campos Pereira e Prof. Dr. José Raniere Ferreira Santana, pelo apoio e colaboração nos trabalhos.

Ao grupo MAPNEO (Thyane, Juliana Firmino, Gisele, Viviane e Vlademir) pela amizade e convivência durante todo o curso.

Aos amigos Augusto, Arnaldo, Márcio, Tâmara, Luana e Alice pela amizade, resenhas e convivência durante a República Uesquiana.

Aos amigos Cleiton, Patrícia, Isabel, Marcela e Janete pela nova amizade conquistada e ajuda na realização dos trabalhos.

A todos o meu *Muito Obrigado!*

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
INTRODUÇÃO.....	01
<b>Capítulo 1</b>	
GERMINAÇÃO DE SEMENTES E VIGOR DE PLÂNTULAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS EMBEBIDAS EM GA <sub>3</sub> .....	15
<b>Capítulo 2</b>	
CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES FLORESTAIS SUBMETIDAS À PULVERIZAÇÃO COM GIBERELINA LÍQUIDA .....	37
<b>Capítulo 3</b>	
ÍNDICES FISIOLÓGICOS DE ESPÉCIES FLORESTAIS EM CASA DE VEGETAÇÃO DURANTE A FASE INICIAL DE CRESCIMENTO .....	51
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69

## **APLICAÇÃO DA GIBERELINA LÍQUIDA NA SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA, GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES FLORESTAIS**

**Autor:** Franklim Sales de Jesus Soares

**Orientador:** Clovis Pereira Peixoto

**RESUMO:** Devido às falhas na germinação, como as causadas pela dormência das sementes de algumas espécies, inclusive florestais, pela deterioração durante o armazenamento e por alterações na qualidade fisiológica ocasionada por patógenos, devem ser encontradas informações que possam ser utilizadas pelos produtores de mudas, visando à melhoria de seu trabalho. O objetivo do estudo foi avaliar a germinação de sementes, o vigor de plântulas e o crescimento inicial das espécies florestais *Adenantha pavonina* L. (carolina) e *Ormosia arborea* Vell. Harms (olho-de-cabra) submetidas à pré-embebição em giberelina líquida (4% GA<sub>3</sub>), bem como quantificar o crescimento das plantas, com base em índices fisiológicos durante a fase inicial de crescimento em casa de vegetação. Os experimentos foram instalados no Laboratório de Fisiologia Vegetal da UFRB e em Casas de Vegetação da UFRB e Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical em Cruz das Almas, BA. Inicialmente as sementes foram escarificadas pelos métodos mecânico (Lixa nº 100) e químico (ácido sulfúrico) e após, colocadas para embeber por um período de 6 horas e 3 horas, respectivamente. Para a germinação de sementes e o crescimento inicial, os tratamentos utilizados foram: controle, embebição em água, 0, 50, 100, 150, 250 e 350  $\mu\text{L L}^{-1}$  de giberelina líquida (GA<sub>3</sub>) e para a determinação dos índices fisiológicos os tratamentos foram: controle, 0, 150, 250 e 350  $\mu\text{L L}^{-1}$  de giberelina líquida (GA<sub>3</sub>). O índice de velocidade de emergência, o desenvolvimento inicial das plântulas e os índices fisiológicos são influenciados de forma positiva com o uso da giberelina líquida. O tratamento na concentração de 250  $\mu\text{L L}^{-1}$  de giberelina líquida e o método de escarificação química proporcionaram melhores resultados para todos os parâmetros avaliados.

**Palavras-chave:** embebição de sementes, giberelina, análise de crescimento.

## APLICACION OF THE LIQUID GIBBERELIN IN THE OVERCOMING OF DORMANCY, GERMINATION AND INITIAL GROWTH OF FOREST SPECIES

**Author:** Franklim Sales de Jesus Soares

**Advisor:** Clovis Pereira Peixoto

**Abstract:** Due to germination fails, such as those caused by the seeds dormancy of some species, forest including, by the deterioration during the storage, and by changes in the physiologic quality caused by pathogens, information that may be used by the new plants producers must be found, aiming to improve their work. The purpose of the study was to evaluate the seeds germination, vigor of plants and initial growth of the forest species, *Adenantha pavonina* L. (carolina) and *Ormosia arborea* Vell. Harms (olho-de-cabra) submitted to previous imbibition in liquid gibberelin (4% GA<sub>3</sub>), so as to measure the growth of plants, based in physiologic indexes during the initial growth phase in greenhouse. The experiments were installed in UFRB Vegetable Physiologic Laboratory, and in Greenhouse at UFRB and Embrapa Cassava e Tropical Fruits in Cruz das Almas, BA. Initially the seeds were scarified by chemical (sulfuric acid) and mechanical (Sandpaper nº 100) methods and then, immersed by a period of 6 and 3 hours respectively. To seeds germination and initial growth, the treatments used were: control, imbibition in water, 0, 50, 100, 150, 250 and 350 µL L<sup>-1</sup> of liquid gibberelin (GA<sub>3</sub>) and to determine the physiologic indexes the treatments were: control, 0, 150, 250 and 350 µL L<sup>-1</sup> of liquid gibberelin (GA<sub>3</sub>). The emergence velocity index (EVI), initial development of the plants and the physiologic indexes were positively influenced by the use of liquid gibberelin. The treatment in the concentration of 250 µL L<sup>-1</sup> of liquid gibberelin and the chemical scarification method provided best results to all the studied parameters.

**Key words:** Seeds imbibition, gibberelin, growth analysis.

## INTRODUÇÃO

A preservação da natureza, o uso racional das florestas e o reflorestamento em pequenas e médias propriedades rurais são de interesse público, já que representam uma importante fonte de renda e provém de alimentos, madeira para diversas finalidades, além de apresentarem uma série de benefícios ambientais, como a redução nos riscos de erosão do solo, a produção de água de boa qualidade para as bacias hidrográficas e o abrigo de aproximadamente 2/3 da biodiversidade terrestre conhecida (SCARPINELLA, 2002).

A flora brasileira possui uma grande diversidade, sendo considerada uma das maiores do mundo, apresentando grande potencial de utilização. Entretanto, poucas atenções vêm sendo dadas às espécies florestais, o que pode ser atribuído à falta de interesse dos viveiristas, às dificuldades na obtenção de sementes e ao processo de dormência das sementes de algumas espécies (CHEROBINI, 2006).

A utilização de sementes de boa qualidade constitui fator determinante para o êxito do empreendimento florestal, e o principal atributo da qualidade a ser considerado é a capacidade germinativa das sementes, pois, sem ela, a semente não tem valor para a semeadura, e dela também dependem a qualidade das mudas e o sucesso de um reflorestamento. Para que uma germinação ocorra há necessidade de que a atividade metabólica da semente seja retomada envolvendo reidratação, quebra e utilização de materiais de reserva, antes do crescimento real, em termos de divisão celular (Mayer e Poljakoff-Mayber, 1989).

Muitas vezes, o termo semente é usado em seu sentido funcional, indicando toda e qualquer estrutura vegetal capaz de reproduzir uma planta. As sementes grandes ou pequenas são constituídas de três componentes integrados:

tegumento, tecido de reserva e eixo embrionário. O tegumento da semente tem como funções manter unidas as partes internas da semente, bem como fornecer proteção mecânica contra choques, microorganismos e insetos. Também, lhe são atribuídas às funções reguladoras no processo de germinação. O tegumento da semente regula a entrada de água e oxigênio, necessários à germinação, podendo causar uma impermeabilidade a esses elementos, o que é reconhecido como um mecanismo de dormência (MENEZES, 1991). A interferência na embebição imposta pelo tegumento é um efeito comum nas sementes de Leguminosae, porém é também encontrado em outras famílias tais como Convolvulaceae, Malvaceae e Cananaceae.

Entretanto, as espécies *Adenantha pavonina* L. e *Ormosia arborea* Vell Harms apresentam dormência do tipo impermeabilidade do tegumento à água o que dificulta a sua propagação tornando-se difícil à produção de mudas. Ainda hoje, no Brasil, para a maioria das espécies florestais, são escassos os conhecimentos de métodos tecnológicos básicos que poderiam ser utilizados para acelerar a germinação de sementes, de modo a fornecer informações que realmente traduzem a qualidade física e fisiológica das mesmas.

Devido às falhas na germinação, como as causadas pela dormência, pela deterioração durante o armazenamento, pelas alterações na qualidade fisiológica ocasionada por patógenos, devem ser encontradas soluções que permitam solucionar estes problemas. Com isso, busca-se obter informações que possam ser utilizadas pelos produtores de mudas, visando à melhoria de seu trabalho.

Assim, estudos desta natureza devem ser intensificados, tendo em vista a importância destas espécies visando o manejo ou a recuperação de áreas degradadas, bem como, a manutenção da diversidade genética. Para as espécies florestais nativas e as exóticas que se apresentam, na grande maioria, em estado selvagem, há carência de estudos, tornando-se necessário o desenvolvimento ou o ajuste de métodos já existentes visando a sua aplicação. Piña-Rodrigues e Valentini (1995) recomendaram que, para espécies tropicais, as técnicas empregadas devem ser adaptadas de acordo com as características de cada material.

Os objetivos deste trabalho foram:

1. Superar a dormência e avaliar o efeito de giberelina líquida, aplicada via embebição de sementes na germinação de semente e no vigor de plântulas das espécies florestais *Adenantha pavonina* L. e da *Ormosia arborea* Vell. Harms.
2. Observar o crescimento inicial destas espécies florestais, sob pulverização foliar a base de ácido giberélico oriundas de sementes pré-embebidas em giberelina líquida (4% GA<sub>3</sub>).
3. Avaliar o desempenho fisiológico da *Adenantha pavonina* L. e da *Ormosia arborea* Vell. Harms por meio de análise de crescimento de plantas.

### **Germinação de Sementes**

Normalmente, quando uma semente é umedecida, ocorre à absorção de água, respiração, síntese protéica e outras atividades que desencadeiam o processo germinativo. Usualmente define-se germinação sob os seguintes pontos de vista, agrônômico e fisiológico: O ponto de vista agrônômico consiste no processo que se inicia quando a semente seca é plantada em solo úmido e termina quando a planta emerge do solo.

Já o ponto de vista fisiológico, consiste no processo que se inicia com o suprimento de água e termina quando o crescimento da plântula se inicia, sendo este momento considerado, pelos botânicos, como a protrusão da radícula através do tegumento.

Ainda Carvalho e Nakagawa (2000) definem germinação como sendo o fenômeno pelo qual, sob condições apropriadas, o eixo embrionário dá prosseguimento ao seu desenvolvimento, que tinha sido interrompido por ocasião da maturidade fisiológica.

Já Labouriau (1983) define germinação como sendo um fenômeno biológico que pode ser considerado botanicamente como a retomada do crescimento do embrião, com o conseqüentemente rompimento do tegumento pela radícula.

O processo germinativo requer a participação ativa da complexa maquinaria de síntese da célula, consistindo assim uma série de enzimas, fatores e cofatores,

reguladores hormonais, ácidos nucléicos e caminhos outros ainda não identificados completamente (VIEIRA, 2001).

Sob condições ideais de suprimento de água, a absorção pelas sementes obedece a um padrão trifásico. Na fase I, denominada embebição, ocorre uma rápida entrada de água, em função da grande diferença de potencial entre as sementes e o substrato, independentemente do estado fisiológico das sementes. Na fase II, a velocidade de absorção de água se torna mais lenta, tendendo para o equilíbrio entre os potenciais; ocorrem diversas reações metabólicas preparatórias à emergência da raiz primária (BECKERT et al. 2000). A utilização das substâncias de reserva para promover o crescimento dos tecidos do eixo embrionário, está na dependência de sua conversão em compostos solúveis e o transporte destes para as regiões de crescimento (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Na fase III, com o metabolismo ativado em função da produção de substâncias osmoticamente ativas, ocorre uma redução no potencial hídrico das sementes, resultando em rápida absorção de água do meio (BECKERT et al. 2000).

Dentre as sementes não germinadas pode-se encontrar, além de outras categorias, sementes duras, as que permanecem sem absorver água por um período mais longo que o normal, e se apresentam, portanto, no final do teste de germinação com aspecto de semente recém colocadas no substrato, isto é, não intumescidas; as dormentes são as que, embora aparentemente viáveis, não germinam mesmo quando colocadas nas condições especificadas para a espécie em teste, essas são capazes de absorver água e intumescer, mas não germinam nem apodrecem até o final do teste; as mortas são as que no final do teste não germinam, não são duras, nem dormentes e geralmente, apresentam-se amolecidas e atacadas por microorganismos (BRASIL, 1992).

Assim, a germinação em sementes pode ser de dois tipos: **GERMINAÇÃO EPIGÉA:** a parte aérea é posta para fora do solo envolta nos cotilédones. Ainda segundo os autores, este tipo de germinação ocorre quase que exclusivamente entre as dicotiledôneas. E **GERMINAÇÃO HIPÓGÉA:** a parte aérea é posta para fora do solo devido ao crescimento mais rápido do epicótilo que do hipocótilo. (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

## **Fatores externos que afetam a germinação de sementes**

A germinação das sementes pode ser regulada por fatores internos e externos. Entre os fatores externos que podem bloquear ou ativar a germinação estão: a umidade, a temperatura, o oxigênio, a luz e a água, e entre os fatores internos destacam-se a imaturidade do embrião, presença de inibidores, impermeabilidade do tegumento à água, gases, entre outros (BORGES e RENA, 1993).

A umidade é um fator imprescindível porque é com a absorção de água por embebição que se inicia o processo de germinação. De acordo com Toledo e Marcos Filho (1977) as sementes perdem grande quantidade de umidade antes de se libertarem da planta-mãe e com isso as atividades metabólicas permanecem quase que completamente suspensas.

A umidade pode influenciar tanto a porcentagem como a uniformidade de germinação. Desempenha papel importantíssimo na solubilização de sais que, em concentrações elevadas, prejudicam a germinação (TOLEDO e MARCOS FILHO, 1977).

As sementes apresentam comportamento variável, pois não há uma temperatura ótima e uniforme de germinação para todas as espécies. Segundo Borges e Rena (1993) a temperatura é chamada ótima, quando ocorre a máxima germinação, no menor tempo e, mínima, quando a germinação é zero.

Hendricks e Taylorson (1976) relatam que temperaturas constantes, em algumas espécies, causam modificações na composição e na estrutura da camada de lipídeos das membranas das sementes, as quais passam da fase cristalina típica de elevada organização para a fase fluida ou desordenada. Os autores relatam que essas mudanças são mais proeminentes na faixa de temperatura de 30 a 35 °C.

O oxigênio é necessário para a promoção de reações metabólicas importantes na semente, especialmente na respiração, sendo esta, também afetada por diversos outros elementos, tais como o tipo de tegumento, o teor de umidade, a temperatura, a concentração de CO<sub>2</sub>, a dormência e alguns fungos e bactérias (BORGES e RENA, 1993).

A água é o fator que mais influencia o processo de germinação. Com a absorção de água, por embebição, ocorre a reidratação dos tecidos e,

conseqüentemente, a intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas, que resultam no fornecimento de energia e nutrientes necessários para a retomada de crescimento por parte do eixo embrionário (NASSIF, VIEIRA e FERNADES, 1998). De acordo com esses autores a velocidade de absorção de água varia com a espécie, com o número de poros distribuídos sobre a superfície do tegumento, disponibilidade de água, temperatura, pressão hidrostática, área de contato semente/água, forças intermoleculares, composição química e qualidade fisiológica da semente.

### **Fatores internos que afetam a germinação de sementes**

Sementes de muitas espécies florestais são incapazes de germinar quando lhes são dadas condições favoráveis, fenômeno esse denominado de dormência (POPINIGIS, 1977). Bianchetti (1989) menciona que a dormência é um mecanismo que distribui a germinação no tempo para favorecer e garantir a sobrevivência das espécies. O autor relata que a dormência, para ser efetiva como mecanismo de sobrevivência, deve bloquear a germinação sob condições favoráveis e variar em grau dentro de uma planta ou dentro de um grupo de plantas.

Para Metivier (1979) dormência e germinação são dois processos que capacitam as plantas a sincronizarem o desenvolvimento tanto com o meio ambiente como entre os membros de uma população. Dormência é um período em que o crescimento é suspenso ou reduzido, freqüentemente, quando as condições ambientais são adversas. Ocorre de algum modo, em sementes da maioria das espécies, em alguns órgãos subterrâneos de reserva, como bulbos, e em gemas da maioria dos arbustos e árvores perenes.

Após a semente ter atingido a maturidade, é normal passar por um período durante o qual o desenvolvimento e o crescimento do embrião permanecem dormentes. O ressurgimento dessas atividades recebe o nome de germinação.

Popinigis (1977) atribui diferentes causas de dormência encontrada nas sementes, como a impermeabilidade do tegumento à água e às trocas gasosas, a resistência mecânica do tegumento ao crescimento do embrião, a presença de inibidores da germinação e a imaturidade fisiológica do embrião. A impermeabilidade do tegumento à água é comum em sementes de muitas

espécies (AMARAL et al. 1995) e neste tipo de dormência, a testa geralmente é a responsável pela impermeabilidade (BEWLEY e BLACK, 1985). Esta barreira, segundo os últimos autores, pode ser devida às substâncias presentes na testa das sementes como cutícula, suberina e a camada paliçada espessa e camada de osteoscleroides. Carvalho e Nakagawa (2000) citam ainda a presença de tanino, lignina e derivados de quinona, como substâncias que conferem a impermeabilidade à água.

Com relação à superação de dormência das sementes cujo tegumento se mostra impermeável, vários tratamentos podem ser utilizados, como: tratamentos mecânicos (lixa), tratamentos térmicos (água quente) e tratamentos químicos (álcool, acetona, ácido sulfúrico etc). Dentre eles, Amaral et al. (1995) citam que é freqüente o uso de solventes orgânicos como álcool e acetona, que removem a camada cerosa das sementes de muitas espécies, ou ácidos fortes, como o ácido sulfúrico, que é efetivo para sementes de testa rígida. Malavasi (1988) menciona que dos tratamentos químicos geralmente utilizados, a escarificação com ácido sulfúrico é o de maior emprego, devido à facilidade de uso. No entanto, a autora ressalta que períodos prolongados de imersão no ácido podem ocasionar sérios danos à semente, comprometendo a sua viabilidade.

## **Reguladores Vegetais**

O uso de reguladores vegetais na agricultura tem mostrado grande potencial no aumento da produtividade, embora sua utilização ainda não seja uma prática rotineira em culturas que não atingiram alto nível tecnológico (CASTRO e VIEIRA, 2001).

Os hormônios são reguladores vegetais, compostos orgânicos ou moléculas sinalizadoras, não nutrientes, responsáveis por efeitos marcantes no desenvolvimento da planta em pequenas concentrações, podendo promover, inibir, retardar ou modificar processos fisiológicos e morfológicos. O hormônio é ativo em quantidades extremamente pequenas. Dos hormônios vegetais mais estudados destacam-se as auxinas (responsáveis pela expansão celular), as giberelinas (crescimento e desenvolvimento celular), as citocininas (divisão e diferenciação celular), o etileno (crescimento, desenvolvimento e senescência das

plantas) e o ácido abscísico (retardamento no crescimento do meristema apical) (PEIXOTO, 2005).

De acordo com Peixoto (2005) um hormônio é uma substância orgânica, produzida normalmente em tecidos meristemáticos e transportada para outros, onde provoca respostas fisiológicas. De função semelhante, mas de produção artificial, incluem-se os reguladores vegetais. Estas substâncias assumem situação de destaque na agricultura com seus múltiplos usos, tais como defensivos (herbicidas), estimuladores, inibidores, etc, provocando respostas favoráveis ao seu uso.

Rodrigues e Leite (2004) definem hormônio vegetal ou fitormônio, como uma substância, que não um nutriente ativo em concentrações muito baixas, que é formada em certas partes da planta e que é translocada para outros locais onde ela provoca respostas bioquímicas, fisiológicas e/ou morfológicas. Tanto os hormônios naturais, como as substâncias sintéticas que exercem efeitos semelhantes aos hormônios, são denominadas conjuntamente de reguladores de crescimento vegetal.

Assim, de todos os fitormônios conhecidos as giberelinas são os que mostram os maiores efeitos quando aplicados em plantas intactas. São promotoras do crescimento, cujos efeitos se assemelham aos das auxinas. Uma das diferenças é que as giberelinas quase não apresentam efeitos em segmentos de plantas (PEIXOTO, 2005).

Taiz e Zeiger (2004) relatam que dentre os fatores que regulam o processo germinativo, o equilíbrio entre hormônios, promotores e inibidores de crescimento exercem papel fundamental no processo germinativo. Os autores citam que dentre os hormônios presentes nas sementes, o de mais largo espectro de atuação são as giberelinas.

Ainda Taiz e Zeiger (2004) afirmam que em sementes de cereais, as giberelinas ativam a síntese de enzimas que irão hidrolisar as reservas da semente, liberando energia para o crescimento do embrião, além de aumentar o alongamento celular, fazendo com que a radícula e a parte aérea possam desenvolver-se (SALISBURY e ROSS, 1992).

As giberelinas estão presentes em toda a planta, no caule, nas folhas, nas raízes, nas sementes, nos embriões e no pólen. No entanto, a significância do efeito do GA<sub>3</sub> tornou-se clara quando se demonstrou que o embrião sintetiza

giberelinas e as libera para o endosperma durante a germinação. Tal fato ocorre devido ao estímulo, pela giberelina, da síntese de enzima como  $\alpha$  e  $\beta$ -amilase, que digerem as reservas armazenadas no endosperma, formando açúcares, aminoácidos e ácidos nucléicos, que são absorvidos e transportados para as regiões de crescimento do embrião, estimulando o alongamento celular, fazendo com que a raiz rompa o tegumento da semente, acelerando a germinação com maior uniformidade (STENZEL et al. 2003).

## **Desenvolvimento e Crescimento de Plantas**

A análise de crescimento tem sido usada por pesquisadores de plantas, na tentativa de explicar diferenças no crescimento, de ordem genética ou resultante de modificações no ambiente.

Peixoto (2005) afirma que desenvolvimento são diferentes etapas por que passa o organismo ou o vegetal (germinação, juvenilidade, maturação, reprodução, senilidade e morte). O desenvolvimento é caracterizado pelo crescimento e por mudanças na forma da planta, as quais ocorrem por meios de padrões sensíveis e de diferenciação e morfogênese.

A análise do crescimento constitui uma parte da fisiologia vegetal em que se faz uso de fórmulas e modelos matemáticos para avaliar índices de crescimento das plantas, sendo muito deles relacionados com a atividade fotossintética (BENINCASA, 2004).

Para Pereira e Machado (1987) o crescimento e o desenvolvimento de uma cultura estão condicionados pelas características genéticas dos diferentes cultivares, assim como por fatores ambientais, dos quais provêm os “ingredientes” necessários aos processos fisiológicos. No entanto, para Peixoto (1998) fatores genéticos inerentes a cada planta é que ditam o padrão de utilização dos recursos ambientais disponíveis.

A análise de crescimento permite avaliar o crescimento final da planta como um todo e a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento total. A partir dos dados de crescimento pode-se inferir atividade fisiológica, isto é, estimar-se de forma bastante precisa, as causas de variações de crescimento entre plantas geneticamente diferentes ou entre plantas crescendo em ambientes diferentes.

O desenvolvimento e crescimento de plantas de quaisquer espécies podem ser quantificados pela quantidade de massa seca acumulada na planta. Com exceção da água, a massa seca consiste em tudo que se encontra na planta, incluindo carboidratos, proteínas, óleos e nutrientes (PEIXOTO, 1998).

O presente trabalho contempla o estudo de duas espécies florestais, uma exótica de origem Asiática que foi introduzida no Brasil *Adenantha pavonina* L. (carolina) e outra nativa *Ormosia arborea* Vell. Harms (olho-de-cabra) procedentes dos Estados da Bahia e Mato Grosso do Sul respectivamente. Justifica-se a escolha das espécies pela escassez de informações sobre a germinação e mudas de espécies florestais, importantes para a renovação da vegetação, recuperação de áreas degradadas, estabelecimento de bancos de germoplasma, perpetuação das espécies entre outros.

## **DESCRIÇÃO BOTÂNICA DAS ESPÉCIES**

### *Adenantha pavonina* L. – Tenta de carolina

De origem asiática, pertencente à Família da Leguminosae - Mimosoideae, a carolina foi introduzida no Brasil há longos anos e desde muito tempo acha-se adaptada e largamente difundida em todos os Estados, adaptando-se bem a quaisquer solos, mesmos os mais pobres e arenosos, assim como não é muito exigente quanto às condições climáticas.

Constitui uma árvore de pequeno a médio porte, apresentando um tipo de copa arredondada, com floração amarela. As suas sementes de 8 a 15 encontram-se num fruto vagem estreita, curvada-falcada que torce em espiral no momento da deiscência. As sementes são globoso-lenticulares, compridas, vermelho-vivo, vernicosas com albúmem duro, quase corno.

A árvore apresenta um crescimento admiravelmente rápido, precocidade e abundância de frutificação, produzindo frutos durante a maior parte do ano e é fornecedora de madeira variável, mais geralmente escura, castanho-avermelhada, pesada, compacta, de grande durabilidade, própria para construção civil e marcenaria de luxo, além de ser potencialmente utilizada em arborização e ornamentação. É o “*false reds andal wood Tree*” dos ingleses ou o “*rakta kanchau*”

dos hindus, que serve na Índia para substituir a madeira de sândulo vermelho (*Ptrocarpus santoclinus* L.). (PIO CORREIA, 1931, BAILEY, 1977).

#### *Ormosia arborea* Vell. Harms – Olho-de-cabra

Espécie nativa pertencente à Família Leguminosae – Papilionoideae, de ocorrência nos Estados da Bahia, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul até Santa Catarina. Planta semidecídua ou perenifólia, heliófita, características da floresta latifoliada semidecídua e pluvial atlântica. Prefere solos enxutos situados em topos de morros ou encostas íngremes.

A *ormosia* apresenta uma altura de 15 a 20 m, com tronco de 50-70 cm de diâmetro a altura do peito (DAP). Copa frondosa, com folhas compostas imparipinadas, com 9-11 folíolos fortemente coriáceos, glabros, de 10-24 cm de comprimento por 5-10 cm de largura. A madeira moderadamente pesada, resistente, decorativa e muito empregada na confecção de móveis de qualidade, painéis, lambris, lâminas faqueadas, acabamentos internos em construção civil.

A árvore proporciona ótima sombra e é bastante ornamental, podendo ser usada na arborização de ruas e avenidas, podendo também ser empregada para plantios mistos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente. Apresenta desenvolvimento lento, floresce durante os meses de outubro a novembro, produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis, cuja viabilidade pode durar mais de 1 ano (LORENZI, 1992).

As sementes de carolina e olho-de-cabra apresentam um tipo de dormência que é impermeabilidade do tegumento à água. Devido a esse fato, são observadas baixas percentagens de germinação, quando da realização de testes sem o prévio tratamento das sementes, através da adoção de práticas especiais, ocorrendo desuniformidade na germinação e no desenvolvimento das plântulas, além de apresentar problemas na avaliação da qualidade fisiológica da semente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, L. V., PEREIRA, M. F., A. de, CORTELAZZO, A. L. Quebra de dormência em sementes de *Bixa orellana*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, São Carlos, v.7, n.2, p.151-157, 1995.

BAILEY, L. H. **Manual of cultivated plants:** most commonly grown in the continental United States and Canadá. New York, Macmillan. 1977. 583p.

BECKERT, O. P.; MIGUEL, M. H.; MARCOS FILHO, J.; Absorção de água e potencial fisiológico em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Scientia Agrícola**. Piracicaba: v. 57, n.4, p. 671-675, out./dez, 2000.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas** (noções básicas). Jaboticabal. FUNEP. 2004. 42p.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds:** physiology of development and germination. New York: Plenum Press, 1985. 367p.

BIANCHETTI, A. Tratamentos pré-germinativos para sementes florestais. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS**, 2, 1989, Atibaia. 1989. **Anais....** p.237-247.

BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Sementes Florestais Tropicais, p.83-135, cap.3-6, 1993.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes:** ciência, tecnologia e produção. 4<sup>a</sup> ed. Jaboticabal: Funep, 2000, 588p.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132p.

CHEROBINI, E. A. I. Avaliação da qualidade de sementes e mudas de espécies florestais nativas. 2006. 101f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria - RS, 2006.

HENDRICKS, S. B.; TAYLORSON, R. B. Variation in germination and amino acid leakage of seed with temperature related to membrane phase. **Plant Physiology**. Maryland, v.58, n.1, p.7 – 11, 1976.

LABOURIAU, L. G. **A Germinação das Sementes**. OEA: Washington, 1983, 174p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992, 382p.

MALAVASI, M. M. Germinação de sementes. In: PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. (Coord.). **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 100p.

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

MENEZES, N. L. **A Semente e sua germinação**. Santa Maria – RS, setembro de 1991.

METIVIER, J. R. Citocininas e giberelinas. In: FERRI, M. G. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: EDUSP, 1979a. V.2, cap. 4, p. 93 – 127.

NASSIF, S. M. L.; VIEIRA, I. G.; FERNADES, G. D. **Informativo Sementes**. IPEF – 1998 (Abril). Disponível em: <http://www.ipef.br/tecsementes/germinação.asp>. Acesso: 16 de novembro de 2007.

PEIXOTO, C. P. **Análise de crescimento e rendimento de três cultivares de soja em três épocas de semeadura e três densidades de plantas.** 1998. 151 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

PEIXOTO, C. P. **Curso de Fisiologia Vegetal** – Apostila de Aulas (Fisiologia Vegetal) – Escola de Agronomia. Universidade Federal da Bahia. Cruz das Almas, BA. 2005.

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. Análise quantitativa do crescimento de vegetais. Instituto Agronômico. Campinas, 1987. 33 p. (IAC - Boletim Técnico n. 114).

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M., VALENTINI, S. R. T. Aplicação do teste de tetrazólio em sementes. In: SILVA, A., PIÑA-RODRIGUES, F. C. M., FIGLIOLIA, M. B. (coord.). **Manual técnico de sementes florestais.** São Paulo. Instituto Florestal, 1995. p.74-84 (Série registro, 14).

PIO CORREIA, M. P. Dicionário de Plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro. **Ministério da Agricultura.** 1931. p.2-70.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente.** Brasília: AGIPLAN, 1977. 289p.

RODRIGUES, T. de J. D.; LEITE, I. C.; **Fisiologia Vegetal – Hormônios das plantas.** Jaboticabal: Funep, 2004. 78p.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology.** 4<sup>th</sup> edn. Wadsworth, Belmont. 1992.

SCARPINELLA, G. D. A. **Reflorestamento no Brasil e protocolo de Quioto.** 2002. 78f. Dissertação (Mestrado em Interunidades em Energia) – USP, São Paulo, 2002.

SILVA, J. C. **Eucalipto – A madeira do futuro**. Revista da Madeira, 114p. Curitiba, set. 2001.

STENZEL, N. M. C.; MURATA, I. M.; NEVES, C. S. V. J. Superação de dormência em sementes de atemóia e fruta-do-conde. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal. V.25, n.2, ago. 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TOLEDO, F. F., MARCOS FILHO, J. **Manual de sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: Agrônomo Ceres, 1977. 244p.

VIEIRA, E. L.; **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.)**, 2001. 122p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, 2001.

## CAPÍTULO 1

### GERMINAÇÃO DE SEMENTES E VIGOR DE PLÂNTULAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS EMBEBIDAS EM GIBERELINA LÍQUIDA (GA<sub>3</sub>)<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Artigo a ser submetido ao conselho editorial do periódico científico Revista Ciência Rural

## GERMINAÇÃO DE SEMENTES E VIGOR DE PLÂNTULAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS EMBEBIDAS EM GA<sub>3</sub>

**Resumo** – O objetivo deste trabalho foi avaliar a germinação de sementes e o vigor de plântulas de espécies florestais (*Adenanthera pavonina* L. e *Ormosia arborea* Vell. Harms), submetidas à pré-embebição em giberelina líquida, visando à produção de mudas. Os experimentos foram instalados no Laboratório de Fisiologia Vegetal da UFRB, Cruz das Almas - BA. Inicialmente as sementes foram submetidas à escarificação mecânica (Lixa n° 100) e química (ácido sulfúrico concentrado por 30 minutos). Em seguida as sementes foram embebidas por um período de 6 horas (mecânica) e 3 horas (química). Os tratamentos utilizados foram: controle, embebição em água, 0, 50, 100, 150, 250 e 350  $\mu\text{L L}^{-1}$  de giberelina líquida (GA<sub>3</sub>). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com oito tratamentos e quatro repetições. Avaliou-se: porcentagem de germinação, plântulas normais na primeira e segunda contagem, plântulas anormais, sementes mortas, sementes duras, índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de raiz e parte aérea, em papel toalha, comprimento de raiz e parte aérea, em areia, massa seca total, em papel toalha e massas secas de raiz e parte aérea, em areia. Os dados foram submetidos à análise de regressão. A giberelina líquida via embebição de sementes estimula a porcentagem de germinação de sementes e plântulas normais das espécies estudadas e proporciona incremento significativo na altura das plântulas, acelera o IVE e o acúmulo de massa seca da raiz e parte aérea. A concentração de 250  $\mu\text{L L}^{-1}$  de GA<sub>3</sub> e o método de escarificação químico proporcionam melhores resultados para todas as variáveis analisadas.

**Palavras-chave:** espécies florestais, crescimento, desenvolvimento, giberelina e análise de crescimento.

## SEEDS GERMINATION AND VIGOR OF FOREST SPECIES PLANTS IMBIBED IN GA<sub>3</sub>

**Abstract** – The purpose of this work was to evaluate the germination of seeds and vigor of plants of forest species (*Adenantha pavonina* L. e *Ormosia arborea* Vell. Harms), submitted to a previous absorption in liquid gibberelin, aiming the production of new plants. The experiments were installed at the UFRB Vegetable Physiology Laboratory, in Cruz das Almas, BA. Initially the seeds were submitted to a mechanical (Sandpaper nº 100) and chemical (concentrated sulfuric acid by 30 minutes) scarification. Then, the seeds were imbibed for a period of 6 hours (mechanical) and 3 hours (chemical). The used treatments were: control, imbibition in water, 0, 50, 100, 150, 250 e 350  $\mu\text{L L}^{-1}$  of liquid gibberelin (GA<sub>3</sub>). The experimental design was entirely randomized with eight treatments and four repetitions. Germination percentage, normal plants in the first and second counting, abnormal plants, dead seeds, hard seeds, emergence velocity index (EVI), roots and aerial parts length, in sand, full dry mass, in towel paper, and roots and aerial parts dry mass, in sand were evaluated. The data were submitted to a regression analysis. The liquid gibberelin, through the seeds absorption stimulates the seeds and normal plants germination percentage of the studied species, and provides a significant increase in the plants highness, accelerate the IVE and the accumulation of dry mass, in the roots and aerial parts. The concentration of 250  $\mu\text{L L}^{-1}$  de GA<sub>3</sub> and the chemical scarification methods provide the best results to all the analyzed variables.

**Key words:** Forest species, growth, development, gibberelin and growth analysis.

## INTRODUÇÃO

O Brasil possui área total absoluta de 851 milhões de hectares. Desse total, 477,7 milhões correspondem a florestas naturais e 5,6 milhões a florestas plantadas. Estas ocupam apenas 0,65% do território nacional e 1% do solo agropecuário. O País conta, ainda, com 61,8 milhões de hectares de unidades de conservação federais sob regime de proteção integral (45,5%) e de uso sustentável (54,5%) (SBS, 2006).

A preocupação com as questões ambientais decorrentes da devastação das florestas reflete-se nos plantios destinados à recuperação de ecossistemas degradados, recuperação de matas ciliares e reposição da reserva legal. Além disso, existe a demanda por plantios com a finalidade de produção de madeira para os mais variados usos (CHEROBINI, 2006).

Neste contexto, se insere o aproveitamento de algumas espécies de leguminosas, como *Adenantha pavonina* L. (carolina) e *Ormosia arborea* Vell. Harms (olho-de-cabra), que, no entanto, há semelhança de um grande número de essências florestais pertencentes a esta família de plantas, possuem sementes cujo tegumento é impermeável à água. Contudo, torna-se necessário a aplicação e eficiência dos métodos de escarificação para acelerar e uniformizar a germinação dessas espécies.

O tratamento de sementes é uma tecnologia recomendada pela pesquisa, diminuindo assim falhas na germinação (FARIAS et al., 2003). A embebição de sementes em substrato contendo solução com substância promotora de crescimento consiste em uma técnica bastante conhecida há vários anos. Tem sido demonstrado que os efeitos benéficos deste tratamento permanecem mesmo após a secagem das sementes (ROSSETO et al., 2000).

As giberelinas possuem efeito estimulatório no processo germinativo, atuando na ativação do crescimento vegetativo do embrião, mobilização das reservas do endosperma e no enfraquecimento da camada de endosperma que circunda o embrião, favorecendo assim seu crescimento (TAIZ e ZEIGER, 2006).

Segundo Pires (1998) as giberelinas constituem um grupo de compostos relacionados, sendo conhecidos atualmente mais de cento e dez, definidos de acordo com as suas estruturas químicas. Estas têm diversas aplicações

comerciais, sendo que um dos maiores usos das giberelinas é aumentar tanto a expansão como a divisão celular.

Ainda de acordo com Pires (1998) a provável hipótese com relação ao mecanismo através do qual as giberelinas estimulam a expansão celular, é a hidrólise do amido. Elas podem gerar  $\alpha$ -amilase que hidrolisa o amido, incrementando a produção de açúcares e elevando a pressão osmótica do suco celular, fazendo com que a água entre nas células e estas sejam expandidas.

Stenzel et al. (2003), trabalhando com superação de dormência de sementes de atemóia e fruta-do-conde, concluíram que o uso do ácido giberélico a 50 e 100 ppm proporcionam porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação significativamente superiores às sementes não tratadas, independente do material genético.

Já Lucena et al. (2004), estudando a germinação de sementes de mamona cultivar BRS 149 Nordestina tratadas com giberelina líquida, observaram que em concentrações variando entre zero a 800 ppm não influenciaram o percentual de emergência nem o tempo para germinação de 50%.

O trabalho objetivou-se avaliar a germinação de sementes e o vigor de plântulas das espécies florestais *Adenantha pavonina* L. (carolina) e *Ormosia arborea* Vell. Harms (olho-de-cabra), submetidas à pré-embebição em giberelina líquida, visando à produção de mudas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, no município de Cruz das Almas – BA, no período de janeiro a julho de 2007.

### a) Tratamentos pré-germinativos

As sementes de carolina (*Adenantha pavonina* L.) e de olho-de-cabra (*Ormosia arborea* Vell. Harms) foram escarificadas quimicamente (ácido sulfúrico concentrado a 95%  $H_2SO_4$ ) e mecanicamente (Lixa n° 100). Na escarificação

química, as sementes foram imersas no ácido sulfúrico por 30 minutos e teve-se o cuidado de mexer de cinco em cinco minutos até o tempo final para que as mesmas não grudassem. Após este período, foram lavadas em água corrente por 15 minutos e colocadas para secar.

Na escarificação mecânica, as sementes foram lixadas na parte oposta a emissão da radícula, tendo-se o cuidado para não danificá-las.

### **b) Pré-embebição em giberelina líquida**

Após os tratamentos pré-germinativos, as sementes foram colocadas para embeber em soluções aquosas contendo giberelina líquida (composta de 4% de GA<sub>3</sub> e 96% de ingredientes inertes). Para determinação dos tempos de embebição, foi feito ensaio preliminar e determinou-se um período de três horas para a escarificação química e seis horas para a escarificação mecânica. Os tratamentos utilizados foram testemunha, embebição em H<sub>2</sub>O, e embebição em 0; 50; 100; 150; 250 e 350 µL L<sup>-1</sup> de giberelina líquida (GA<sub>3</sub>) em solução. Para a determinação das concentrações do produto comercial utilizou-se a fórmula  $V_i C_i = V_f C_f$  (VOGEL, 1992).

Após a aplicação dos tratamentos, as sementes foram submetidas aos testes de germinação de sementes e vigor de plântulas.

**Teste de Germinação** – Foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes com quatro repetições, para cada tratamento. Utilizou-se como substrato, papel para germinação de sementes umedecido na proporção de duas vezes e meia o volume de água em relação à massa do papel, conforme metodologia proposta por Marcos Filho et al. (1987). Os rolos compostos por três folhas de papel, tendo duas como base para distribuição das sementes e uma folha como cobertura, foram colocados em germinador, à temperatura de 26°C ± 3. As avaliações das sementes e plântulas foram realizadas aos quarto e sétimo dias após a semeadura (BRASIL, 1992).

**Avaliação do Vigor** – Primeira contagem de germinação – Esta determinação foi conduzida conjuntamente com o teste padrão de germinação, sendo computada a percentagem média de plântulas normais realizada na primeira contagem no quarto dia após a semeadura (DAS) após a instalação do teste. Altura e massa seca de plântulas também foram obtidas. O substrato foi

preparado conforme descrito para o teste padrão de germinação. Foram utilizadas quatro subamostras de dez sementes com quatro repetições, para cada concentração, distribuídas no terço superior do substrato pré-umedecido com água destilada.

No quarto dia após a semeadura, determinou-se o comprimento (cm) do eixo raiz-hipocótilo e do epicótilo das plântulas.

Com auxílio de uma lâmina os cotilédones foram retirados das plântulas e em seguida, as plântulas foram colocadas para secar em estufa a  $60^{\circ}\text{C} \pm 5$ , até peso constante. Após este período as amostras foram pesadas em balança de precisão de 0,0001g determinando-se a massa seca (g).

**Teste de emergência de plântulas em areia** – Nesta avaliação foram utilizadas bandejas plásticas (442 x 280 x 75 mm), contendo areia lavada e peneirada. Foram semeadas 100 sementes para cada bandeja (tratamento), sendo 25 sementes por repetição. Após a semeadura as sementes foram cobertas com uma camada de areia e o substrato foi umedecido até atingir 60% de sua saturação hídrica.

As caixas foram colocadas no Laboratório de Fisiologia Vegetal em temperatura ambiente e as contagens do número de plântulas emergidas ocorreram diariamente a partir do décimo dia após a semeadura (DAS) para sementes de carolina e do décimo terceiro dia para sementes de olho-de-cabra.

**Índice de Velocidade de Emergência (IVE)** – Foi calculado usando a fórmula proposta por MAGUIRE (1962):  $IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n$ . Onde  $E_1, E_2, E_n$  = número de plântulas normais na primeira, segunda, até a última contagem e  $N_1, N_2, N_n$  = número de dias desde a primeira, segunda, até a última contagem realizada.

**Altura da parte aérea das plantas** – Foi realizada conjuntamente com o teste de emergência em areia e avaliou-se comprimento de raiz e altura da parte aérea de plantas (cm) aos vinte e um dias da semeadura.

**Análise estatística dos resultados** – Os dados coletados foram submetidos à análise de variância considerando o delineamento experimental inteiramente casualizado no esquema fatorial  $2 \times 7$ , dois tipos de escarificação (química e mecânica) e sete tratamentos, com quatro repetições. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000). Para as variáveis

computadas em percentagem foi utilizada a transformação de dados arco-seno da raiz ( $x/100$ ) visando o atendimento das pressuposições da análise de variância (Banzatto e Konkra, 1995).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As sementes das espécies florestais estudadas carolina e olho-de-cabra apresentam dormência tegumentar, sendo necessário submetê-las a tratamentos pré-germinativos para que ocorra a sua germinação. Pode-se observar nas tabelas a seguir, que para o tratamento controle (sementes sem tratamento) não houve germinação em ambas as espécies estudadas.

Observa-se que a interação tripla (espécie x escarificação x tratamento) foi significativa, para a porcentagem de germinação e sementes duras, ao passo que para a porcentagem de sementes mortas, apenas a interação dupla (espécie x escarificação) foi significativa (Tabela 1).

Observou-se que na espécie carolina quando as sementes foram submetidas ao método de escarificação mecânico, não houve diferença significativa para a porcentagem de germinação dos tratamentos nas concentrações de 0 a  $350 \mu\text{L L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$ , sendo estes superiores ao tratamento com embebição em água. Já quando submetidas à escarificação química, as maiores porcentagens de germinação ocorreram nas concentrações de  $0 \mu\text{L L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$  (67,5%) e  $250 \mu\text{L L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$  (73,5%). Os demais tratamentos foram inferiores não diferindo entre si (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios (%) de sementes germinadas, sementes duras e sementes mortas, de carolina (*Adenantha pavonina* L.) e olho-de-cabra (*Ormosia arborea* Vell. Harms), em papel germitest, submetidas à pré-embebição em giberelina líquida (GA<sub>3</sub>) após 7 dias.

PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO				
TRATAMENTOS	<i>Adenantha pavonina</i>		<i>Ormosia arborea</i>	
	ESCARIFICAÇÃO			
	Mecânica	Química	Mecânica	Química
Testemunha	-	-	-	-
emb. H <sub>2</sub> O	44,00 b B	60,50 b A	35,50 d B	56,50 d A
0 µL L <sup>-1</sup>	63,00 a B	67,50 a A	40,50 d B	69,00 c A
50 µL L <sup>-1</sup>	63,50 a A	60,50 b A	57,00 b B	75,00 c A
100 µL L <sup>-1</sup>	59,00 a A	50,00 b A	58,00 b B	79,50 b A
150 µL L <sup>-1</sup>	62,50 a A	56,00 b A	61,00 b B	83,00 b A
250 µL L <sup>-1</sup>	66,00 a A	73,50 a A	87,00 a A	90,00 a A
350 µL L <sup>-1</sup>	59,50 a A	54,50 b A	76,50 b A	73,00 c A
Média	59,64	60,36	59,36	75,14
CV (%)				8,93
PORCENTAGEM DE SEMENTES DURAS				
TRATAMENTOS	<i>Adenantha pavonina</i>		<i>Ormosia arborea</i>	
	ESCARIFICAÇÃO			
	Mecânica	Química	Mecânica	Química
Testemunha	100,00 c A	100,00 b A	100,00 c A	100,00 b A
emb. H <sub>2</sub> O	2,50 a A	0,00 a A	16,00 d B	6,50 a A
0 µL L <sup>-1</sup>	1,00 a A	0,00 a A	10,50 c B	4,00 b A
50 µL L <sup>-1</sup>	9,00 b B	0,00 a A	8,00 b B	2,50 a A
100 µL L <sup>-1</sup>	3,00 a A	0,00 a A	5,50 b A	2,50 a A
150 µL L <sup>-1</sup>	4,50 a B	0,00 a A	3,50 a A	4,00 a A
250 µL L <sup>-1</sup>	2,00 a A	0,00 a A	1,50 a A	2,00 a A
350 µL L <sup>-1</sup>	2,00 a A	0,00 a A	2,50 a A	3,50 a A
Média	3,43	0,00	6,79	3,57
CV (%)				14,25
PORCENTAGEM DE SEMENTES MORTAS				
TRATAMENTOS	ESCARIFICAÇÃO			
	Mecânica	Química		
	Testemunha	-	-	
emb. H <sub>2</sub> O	35,75 d B	24,25 b A		
0 µL L <sup>-1</sup>	25,25 c B	10,75 a A		
50 µL L <sup>-1</sup>	19,50 b A	20,25 b A		
100 µL L <sup>-1</sup>	24,75 c A	19,75 b A		
150 µL L <sup>-1</sup>	18,75 b A	17,50 b A		
250 µL L <sup>-1</sup>	12,50 a A	11,75 a A		
350 µL L <sup>-1</sup>	17,50 b A	20,50 b A		
Média	22,00	17,82		
CV (%)			39,33	

Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Para a espécie olho-de-cabra quando as sementes foram submetidas aos métodos de escarificação mecânica e química, observou-se que o tratamento na concentração de  $250 \mu\text{L L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$ , promoveu maior porcentagem de germinação (87 e 90%, respectivamente), e a menor porcentagem de germinação foi encontrada no tratamento com embebição em água tanto para o mecânico (35,5%) quanto para o químico (56,5%) (Tabela 1). Verificou-se, portanto, que a escarificação química foi a que proporcionou melhores resultados da porcentagem de germinação em ambas as espécies.

Resultados contraditórios foram encontrados em sementes de plantas cultivadas (milho e arroz) por Barros (2006) onde a ação da giberelina líquida nas concentrações de 50; 100; 150; 200; 250; 300 e 400  $\text{mL L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$ , não apresentaram diferença significativa para a variável porcentagem de germinação.

Com relação à porcentagem de sementes duras e sementes mortas, observa-se que houve diferença significativa entre os tratamentos. Onde a interação tripla (espécie x escarificação x tratamento) foi significativa para sementes duras e a interação dupla (escarificação x tratamento) foi significativa para sementes mortas. Pode-se observar ainda na Tabela 1, que o tratamento controle apresentou 100% de sementes duras, isso devido às sementes destas espécies apresentarem impermeabilidade do tegumento à água, sendo necessário submetê-las a testes pré-germinativos.

Para as variáveis porcentagem de plântulas normais na primeira e na segunda contagem e plântulas anormais, as análises de variância não revelaram diferenças significativas quanto as características avaliadas nas plântulas de carolina e olho-de-cabra, em papel toalha. Barros (2006) também verificou que para porcentagem de germinação, plântulas normais, anormais e sementes mortas não houve diferença significativa quanto as características avaliadas nas sementes e plântulas de arroz e milho.

Na Tabela 2, a interação tripla (espécie x escarificação x tratamento) foi significativa para o índice de velocidade de emergência (IVE).

Observa-se que na espécie carolina quando as sementes foram submetidas ao método de escarificação mecânica, superioridade dos tratamentos nas concentrações de 50 e 350  $\mu\text{L L}^{-1}$  de giberelina líquida ( $\text{GA}_3$ ), sendo que os tratamentos com embebição em água e na concentração de 100  $\mu\text{L L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$ , foram inferiores aos demais. No método de escarificação química, os maiores

valores de IVE ocorreram nas concentrações de 250 e 350  $\mu\text{L L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$ , sendo de 2,53 e 2,42, respectivamente (Tabela 2).

Para a espécie olho-de-cabra quando as sementes foram submetidas ao método de escarificação mecânico e químico, verificou-se que os tratamentos não apresentaram diferença significativa entre eles, sendo os maiores valores de IVE encontrado nas concentrações de 250 e 350  $\mu\text{L L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$ .

No índice de velocidade de emergência (IVE) verificou-se que o método de escarificação mecânica foi melhor que o químico para a espécie carolina. Já para a espécie olho-de-cabra verificou-se que para os dois métodos testados não houve diferença significativa para os índices encontrados.

Resultados semelhantes quanto ao método de escarificação foram reportados por Moreira et al. (2003), trabalhando com sementes de *Apeiba tibourbou*, observaram que a superação da dormência das sementes com imersão em água a 60°C por 10 minutos e imersão em ácido sulfúrico por 10 minutos obtiveram um percentual de germinação de 72 e 76%, respectivamente.

Resultados encontrados por Santos Filho (2007) trabalhando com sementes de graviola, usando concentrações mais elevadas de giberelina líquida, concluiu que o uso desta nas concentrações de 850,5 e 995,3  $\mu\text{L L}^{-1}$ , aumentaram o índice de velocidade de germinação e o índice de velocidade de emergência.

Prado (2006) verificou que a pré-embebição de sementes de jenipapeiro por 12 horas em giberelina líquida nas concentrações de (50, 100 e 200  $\text{mL L}^{-1}$ ), proporcionarm maiores índices de velocidade de emergência.

Tabela 2. Valores médios do índice de velocidade de emergência (IVE), em areia, das espécies florestais carolina (*Adenantha pavonina* L.) e olho-de-cabra (*Ormosia arborea* Vell. Harms) submetidas à pré-embebição em giberelina líquida (GA<sub>3</sub>).

TRATAMENTOS	<i>Adenantha pavonina</i>		<i>Ormosia arborea</i>	
	ESCARIFICAÇÃO			
	Mecânica	Química	Mecânica	Química
Testemunha	-	-	-	-
emb. H <sub>2</sub> O	1,63 c A	1,13 c B	0,40 a A	0,53 a A
0 µL L <sup>-1</sup>	2,69 b A	1,22 c B	0,39 a A	0,70 a A
50 µL L <sup>-1</sup>	2,92 a A	1,71 b B	0,48 a A	0,88 a A
100 µL L <sup>-1</sup>	1,87 c A	1,61 b A	0,46 a A	0,61 a A
150 µL L <sup>-1</sup>	2,55 b A	1,77 b B	0,47 a A	0,70 a A
250 µL L <sup>-1</sup>	2,79 b A	2,53 a A	0,62 a A	0,96 a A
350 µL L <sup>-1</sup>	3,18 a A	2,42 a B	0,56 a B	0,96 a A
<b>Média</b>	2,52	1,77	0,48	0,76
<b>CV (%)</b>				20,63

Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Observou-se que quando as sementes das espécies carolina e olho-de-cabra foram escarificadas mecanicamente o tratamento na concentração de 250 µL L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> foi o que proporcionou maior comprimento de raiz (3,70 cm), e o menor comprimento de raiz foi encontrado no tratamento embebição em água (1,45 cm). Quando se adotou o método químico, verificou-se que os tratamentos avaliados não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 3).

No comprimento de raiz de plântulas em papel germitest foi observado que não houve diferença estatística tanto para a escarificação mecânica como para a escarificação química, podendo ser recomendado qualquer um dos métodos de escarificação testados.

Segundo Taiz e Zeiger (2004), embora o crescimento do caule possa ser significativamente aumentado por GAs, elas apresentam pouco efeito no crescimento da raiz. Broche et al. (1997), relataram que os efeitos de 200 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico e 10 mg/L Etrrel adicionados na água de embebição das sementes não influenciaram significativamente no comprimento das raízes de plântulas de arroz no sistema pré-germinativo.

Tabela 3. Valores médios de comprimento de raiz (cm) de plântulas, em papel germitest, das espécies florestais carolina (*Adenantha pavonina* L.) e olho-de-cabra (*Ormosia arborea* Vell. Harms) submetidas à pré-embrição em giberelina líquida (GA<sub>3</sub>) após 7 dias.

TRATAMENTOS	ESCARIFICAÇÃO	
	Mecânica	Química
<b>Testemunha</b>	-	-
<b>emb. H<sub>2</sub>O</b>	1,45 d A	1,68 a A
<b>0 µL L<sup>-1</sup></b>	2,35 c A	1,82 a A
<b>50 µL L<sup>-1</sup></b>	2,26 c B	2,04 a B
<b>100 µL L<sup>-1</sup></b>	2,80 b A	2,23 a A
<b>150 µL L<sup>-1</sup></b>	2,14 c A	1,99 a A
<b>250 µL L<sup>-1</sup></b>	3,70 a A	3,03 a A
<b>350 µL L<sup>-1</sup></b>	1,95 c A	2,22 a A
<b>Média</b>	2,38	2,14
<b>CV (%)</b>		26,28

Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Verifica-se que na espécie carolina quando as sementes foram submetidas ao método de escarificação mecânico, as concentrações de 50; 100; 250 e 350 µL L<sup>-1</sup> de giberelina líquida (GA<sub>3</sub>), possibilitaram maiores comprimentos de parte aérea (1,56, 1,50, 1,93 e 1,53 cm, respectivamente). Já no método de escarificação química, os maiores comprimentos de parte aérea (2,48 e 2,81 cm), foram encontrados nas concentrações de 250 e 350 µL L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, respectivamente. Os demais tratamentos não apresentaram diferença significativa (Tabela 4).

Quando as sementes da espécie olho-de-cabra foram submetidas ao método de escarificação mecânico, os tratamentos nas concentrações de 50; 100; 250 e 350 µL L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, apresentaram maiores comprimentos da parte aérea, coincidentemente, os mesmos valores encontrados para a espécie carolina, submetida ao mesmo método. Já na escarificação química, a concentração de 250 µL L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, foi a que proporcionou maior comprimento de parte aérea, em papel toalha, 3,14 cm (Tabela 4).

Santos Filho (2007), observou que as concentrações de 740,75 e 582,95 µL L<sup>-1</sup> de giberelina líquida foram as que promoveram maior incremento estimado

em comprimento de caule e raiz, de graviola em papel toalha. Segundo Prado (2006) o regulador à base de ácido giberélico foi eficiente na indução do comprimento de raiz e comprimento total de plântulas de jenipapeiro.

Comparando-se os métodos de superação da dormência utilizados, observou-se que o método químico não apresentou diferença significativa, podendo ser usado para qualquer uma das duas espécies estudadas, apresentando resultados satisfatórios para o comprimento da parte aérea, em papel toalha.

Tabela 4. Valores médios de comprimento de parte aérea (cm) de plântulas, em papel germitest, das espécies florestais carolina (*Adenantha pavonina* L.) e olho-de-cabra (*Ormosia arborea* Vell. Harms) submetidas à pré-embebição em giberelina líquida (GA<sub>3</sub>) após 7 dias.

TRATAMENTOS	<i>Adenantha pavonina</i>		<i>Ormosia arborea</i>	
	ESCARIFICAÇÃO			
	Mecânica	Química	Mecânica	Química
Testemunha	-	-	-	-
emb. H <sub>2</sub> O	0,97 b B	1,97 b A	0,97 b A	0,91 c A
0 µL L <sup>-1</sup>	0,92 b B	2,06 b A	0,92 b A	0,92 c A
50 µL L <sup>-1</sup>	1,56 a B	2,28 b A	1,56 a A	1,25 c A
100 µL L <sup>-1</sup>	1,50 a B	2,14 b A	1,50 a A	1,60 b A
150 µL L <sup>-1</sup>	1,25 b B	2,16 b A	1,25 b B	1,83 b A
250 µL L <sup>-1</sup>	1,93 a B	2,48 a A	1,93 a B	3,14 a A
350 µL L <sup>-1</sup>	1,53 a B	2,81 a A	1,53 a A	1,39 b A
<b>Média</b>	1,38	2,27	1,38	1,58
<b>CV (%)</b>				17,28

Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Em relação ao comprimento de raiz de plântulas em areia, observou-se para ambas as espécies quando escarificadas mecanicamente, que não houve diferença significativa para os tratamentos. Quando se adotou o método químico, verificou-se que os tratamentos nas concentrações de 150 e 250 µL L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, apresentaram maior incremento de comprimento de raiz, em areia, 6,12 e 6,76 cm, respectivamente. Os demais tratamentos não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 5).

Santos Filho (2007) usando giberelina líquida para avaliar o comprimento de raiz e caule, verificou que as melhores concentrações foram de 636,5 e 872,41  $\mu\text{L L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$ , sendo responsáveis, respectivamente, pelo maior comprimento de raiz e caule de plantas de graviola.

A escarificação química apresentou melhores resultados para o comprimento de raiz, em areia, igualando-se apenas ao tratamento com embebição em água, quando as sementes foram escarificadas mecanicamente.

Tabela 5. Valores médios de comprimento de raiz (cm), em areia, das espécies florestais carolina (*Adenantha pavonina* L.) e olho-de-cabra (*Ormosia arborea* Vell. Harms) submetidas à pré-embebição em giberelina líquida ( $\text{GA}_3$ ).

TRATAMENTOS	ESCARIFICAÇÃO	
	Mecânica	Química
<b>Testemunha</b>	-	-
<b>emb. <math>\text{H}_2\text{O}</math></b>	4,74 a A	4,64 b A
<b>0 <math>\mu\text{L L}^{-1}</math></b>	4,04 a B	5,02 b A
<b>50 <math>\mu\text{L L}^{-1}</math></b>	4,01 a B	5,53 b A
<b>100 <math>\mu\text{L L}^{-1}</math></b>	3,95 a B	5,38 b A
<b>150 <math>\mu\text{L L}^{-1}</math></b>	4,02 a B	6,12 a A
<b>250 <math>\mu\text{L L}^{-1}</math></b>	4,25 a B	6,76 a A
<b>350 <math>\mu\text{L L}^{-1}</math></b>	4,02 a B	5,66 b A
<b>Média</b>	4,15	5,59
<b>CV (%)</b>		16,96

Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Em relação ao comprimento de parte aérea de plântulas em areia, observou-se na espécie carolina, que a concentração 250  $\mu\text{L L}^{-1}$  de giberelina líquida ( $\text{GA}_3$ ), permitiu maior incremento de parte aérea de plântulas em areia 9,54 cm (mecânico) e 14,11 cm (químico) (Tabela 6).

Para a espécie olho-de-cabra, verificou-se também que a concentração 250  $\mu\text{L L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$ , foi a que promoveu maior incremento de parte aérea de plântulas em areia 14,11cm (mecânico) e 17,69 cm (químico). Sendo este último método, o que proporcionou melhores resultados de comprimento de parte aérea das plântulas (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios de comprimento de parte aérea (cm) de plântulas, em areia, das espécies florestais carolina (*Adenantha pavonina* L.) e olho-de-cabra (*Ormosia arborea* Vell. Harms) submetidas à pré-embebição em giberelina líquida (GA<sub>3</sub>).

TRATAMENTOS	<i>Adenantha pavonina</i>		<i>Ormosia arborea</i>	
	ESCARIFICAÇÃO			
	Mecânica	Química	Mecânica	Química
Testemunha	-	-	-	-
emb. H <sub>2</sub> O	4,45 c B	8,87 c A	8,87 c B	11,64 e A
0 µL L <sup>-1</sup>	6,92 b B	9,25 c A	9,25 c B	12,18 e A
50 µL L <sup>-1</sup>	5,31 c B	11,52 b A	11,52 b B	13,22 d A
100 µL L <sup>-1</sup>	5,63 c B	11,66 b A	11,66 b B	14,41 c A
150 µL L <sup>-1</sup>	5,07 c B	11,69 b A	11,69 b B	14,43 c A
250 µL L <sup>-1</sup>	9,54 a A	14,11 a A	14,11 a B	17,69 a A
350 µL L <sup>-1</sup>	4,73 c B	12,09 b A	12,09 b B	16,39 b A
<b>Média</b>	5,95	11,31	11,31	14,28
<b>CV (%)</b>				6,63

Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Scalon et al. (2006) estudaram a germinação e o crescimento inicial da muda de orelha-de-macaco (*Enterolobium contortisiliquum*) e observaram que as concentrações de giberelina 50, 100 e 200 mg.L<sup>-1</sup> não alteraram o crescimento das mudas. No entanto, Barros (2006) verificou que a giberelina líquida promoveu um crescimento progressivo e significativo das plantas de milho, até a concentração de 400 mL L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>. Ainda, segundo esses autores, para cada aumento unitário (1 mL L<sup>-1</sup>) na concentração de GA<sub>3</sub>, ocorre um incremento médio de 0,0453 cm na altura das plantas de milho.

Os resultados deste experimento confirmam as informações da literatura que o crescimento das plantas em altura ocorre porque a giberelina atua promovendo a divisão e o alongamento celulares, evidenciados pelo maior número de células e pelo maior alongamento celular observado em plantas após aplicações com giberelina (Taiz e Zeiger, 2004). Tal aspecto, certamente contribui para incrementar a altura das plantas dessas espécies florestais.

Para os valores de massa seca total de plântulas de carolina e olho-de-cabra, em papel toalha, verificou-se que não houve diferença significativa entre os

tratamentos avaliados. Resultados similares foram encontrados por Barros (2006) onde a massa seca das plântulas de algodoeiro, milho e soja, não ocorreram diferença significativa. Já para as plântulas de arroz, as concentrações de 50; 100; 150 e 200 mL L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> obtiveram um acúmulo de massa seca de 0,0287, 0,0284 e 0,0284g, respectivamente.

Em relação aos valores médios de massa seca de raiz e de parte aérea das plântulas de carolina e olho-de-cabra, em areia, observou-se nas duas espécies que as concentrações de 250 e 350 µL L<sup>-1</sup> de giberelina líquida (GA<sub>3</sub>), foram as que obtiveram maior acúmulo de massa seca de raiz e de parte aérea, sendo, respectivamente, para a espécie carolina 0,09 e 0,08 g (mecânico) e 0,11 e 0,10 g (químico) e para a espécie olho-de-cabra 0,11 e 0,10 g (mecânico) e 0,10 e 0,11 g (químico). Quanto ao método da superação da dormência para as duas espécies estudadas, verificou-se que a escarificação química propiciou maiores acúmulos de massa seca de raiz e de parte aérea (Tabela 7).

Sauter e Kende (1992) afirmam que o maior crescimento da planta, baseia-se na alongação das células do meristema intercalar, que ao aumentar de tamanho promovem a divisão celular.

Outro importante efeito das giberelinas é que estas agem sobre metabolismo dos glicídios envolvidos no fornecimento de energia às células e que podem contribuir para tornar o potencial osmótico celular mais negativo. Como resultado da diminuição do potencial osmótico, o fluxo de água ocorreria mais rapidamente para o interior da célula favorecendo assim sua expansão. Além desses efeitos, parece evidente também que as giberelinas aumentam a plasticidade da parede celular, controlando a ação de determinadas enzimas, que podem regular o fluxo de água nas células durante a expansão (Daykin et al. 1997).

Tabela 7. Valores médios de massa seca de raiz e de parte aérea (g) de plântulas, em areia, das espécies florestais carolina (*Adenantha pavonina* L.) e olho-de-cabra (*Ormosia arborea* Vell. Harms) submetidas à pré-embebição em giberelina líquida (GA<sub>3</sub>).

<b>MASSA SECA DE RAIZ</b>				
<b>TRATAMENTOS</b>	<i>Adenantha pavonina</i>		<i>Ormosia arborea</i>	
	<b>ESCARIFICAÇÃO</b>			
	<b>Mecânica</b>	<b>Química</b>	<b>Mecânica</b>	<b>Química</b>
<b>Testemunha</b>	-	-	-	-
<b>emb. H<sub>2</sub>O</b>	0,02 d B	0,05 d A	0,05 d B	0,08 b A
<b>0 µL L<sup>-1</sup></b>	0,02 d B	0,07 c A	0,06 c A	0,07 b A
<b>50 µL L<sup>-1</sup></b>	0,04 c B	0,08 b A	0,08 b A	0,09 b A
<b>100 µL L<sup>-1</sup></b>	0,03 c B	0,09 b A	0,09 b A	0,09 b A
<b>150 µL L<sup>-1</sup></b>	0,04 c B	0,09 b A	0,09 b A	0,09 b A
<b>250 µL L<sup>-1</sup></b>	0,09 a B	0,11 a A	0,11 a A	0,10 a A
<b>350 µL L<sup>-1</sup></b>	0,08 a B	0,10 a A	0,10 a A	0,11 a A
<b>Média</b>	0,05	0,08	0,08	0,09
<b>CV (%)</b>				12,19
<b>MASSA SECA DE PARTE AÉREA</b>				
<b>TRATAMENTOS</b>	<i>Adenantha pavonina</i>		<i>Ormosia arborea</i>	
	<b>ESCARIFICAÇÃO</b>			
	<b>Mecânica</b>	<b>Química</b>	<b>Mecânica</b>	<b>Química</b>
<b>Testemunha</b>	-	-	-	-
<b>emb. H<sub>2</sub>O</b>	0,09 e B	0,11 d A	0,09 e B	0,10 d A
<b>0 µL L<sup>-1</sup></b>	0,10 e B	0,11 d A	0,10 e B	0,12 c A
<b>50 µL L<sup>-1</sup></b>	0,12 d A	0,12 d A	0,12 d B	0,17 b A
<b>100 µL L<sup>-1</sup></b>	0,13 d A	0,13 c A	0,13 d B	0,17 b A
<b>150 µL L<sup>-1</sup></b>	0,15 c A	0,14 c A	0,15 c A	0,16 b A
<b>250 µL L<sup>-1</sup></b>	0,19 a A	0,20 a A	0,19 a A	0,19 a A
<b>350 µL L<sup>-1</sup></b>	0,18 a A	0,19 a A	0,18 a A	0,18 a A
<b>Média</b>	0,14	0,14	0,14	0,16
<b>CV (%)</b>				6,47

Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

## CONCLUSÕES

A pré-embebição das sementes de carolina (*Adenantha pavonina* L.) e olho-de-cabra (*Ormosia arborea* Vell. Harms) em giberelina líquida por 3 horas (escarificação química) e por 6 horas (escarificação mecânica) influencia de forma positiva a germinação, o vigor, os comprimentos e as massas secas de raiz e parte aérea das plantas.

A concentração de  $250 \mu\text{L L}^{-1}$  de giberelina líquida ( $\text{GA}_3$ ), proporciona os melhores resultados para todas as variáveis analisadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N.; **Experimentação Agrícola**. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisa em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia. 1995. 245 p.

BARROS, T. F. **Ação de giberelina líquida na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial de plantas cultivadas**. 2006. 53f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. Universidade Federal da Bahia.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. 2. ed. Brasília, 1992, 365 p.

BROCH, D. L.; POSSENTI, J. C.; BEVILAQUA, G. A. P. Influência da lâmina de água e de reguladores de crescimento no estabelecimento do arroz pré-germinado. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.3, n.2, p.51-57, Mai.-Ago., 1997.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

CHEROBINI, E. A. I. **Avaliação da qualidade de sementes e mudas de espécies florestais nativas**. 2006. 101f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria - RS, 2006.

DAYKIN, A.; SCOTT, I. M.; FRANCIS, D.; CAUSTON, D. R. Effects of gibberellin on the cellular dynamics of dwarf pea internode development. **Planta**, Berlin, v.203, n.4, p.526-535, 1997.

FARIAS, A. Y. K.; ALBUQUERQUE, M. C de F.; NETO CASSETARI, D. Qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro submetidas a tratamentos químicos e biológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.25, n.1, p. 121-127, 2003.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0 In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45., São Carlos, **Programa e resumos...** São Carlos: UFSCar, Julho de 2000, p.255-258.

LUCENA, A. M. A.; SEVERINO, L. S.; COSTA, F. X.; GUIMARÃES, M. B.; BELTRÃO, N. E. M.; CARDOSO, G. D. Germinação de sementes de mamona tratadas com giberelina (GA<sub>3</sub>). I **Congresso Brasileiro de Mamona, Energia e Sustentabilidade**. 23 a 26 de novembro de 2004, Campina Grande – PB.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W.R. da. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

MESCHEDE, D. K.; FERREIRA, C. P.; CARDOSO, L. Comparação de métodos para superação da dormência em sementes de olho-de-dragão (*Adenanthera pavonena*). **IN: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES**. *Informativo ABRATES*. Londrina, v.13, n.3, p.161, 2003.

MOREIRA, F. J. C.; DA SILVA, M. A. P.; MEDEIROS FILHO, S. Efeito de tratamentos pré-germinativos em sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl. – Tiliaceae. **IN: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES. Informativo ABRATES.** Londrina, v.13, n.3, p.159, 2003.

PIRES, E. J. P. Emprego de reguladores de crescimento em viticultura tropical. **Informe Agropecuário.** v.19, n.194, p.40-43, 1998.

PRADO, M. **Germinação de sementes e enxertia de jenipapeiro.** 2006, 46f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, BA, 2006.

ROSSETO, C. A. V.; CONEGLIAN, R. C. C.; NAKAGAWA, J. Germinação de sementes de maracujá – doce (*Passiflora alata* Dryand) em função de tratamento pré-germinativo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.247-252, 2000.

SANTOS FILHO, A. L. **Germinação de sementes, estaquia e enxertia em gravioleira.** 2007. 50f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

SAUTER, M.; KENDE, H. Gibberellin-induced growth and regulation of the cell division cycle in deepwater rice. **Planta.** Berlin. v.188, p.362-368, 1992.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; GOMES, A. A.; SILVA, K. A.; WATHIER, F.; SCALON FILHO, H. Germinação e crescimento inicial da muda de orelha-de-macaco (*Enterolobium contortisiliquun* (Vell.) Morong): efeito de tratamentos químicos e luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.30, n.4, p.529-536, 2006.

STENZEL, N. M. C.; MURATA, I. M.; NEVES, C. S. V. J. Superação da dormência de sementes de atemóia e fruta-do-conde. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v.25, n.2, p.305-308, agosto 2003.

TAIZ, L. ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª edição, Porto Alegre: Artmed. 2004, 719p.

TAIZ, L. ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª edição, Porto Alegre: Artmed. 2006, 705p.

Sociedade Brasileira de Silvicultura - **Fatos e Números do Brasil Florestal**. 2006. Disponível em [www.sbs.org.br](http://www.sbs.org.br). Acesso em 08 de jan. 2008.

VOGEL, A.I.; **Análise Química Quantitativa**. São Paulo, Livros Técnicos e Científicos, 1992, 712p.

## **CAPÍTULO 2**

### **CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES FLORESTAIS SUBMETIDAS À PULVERIZAÇÃO COM GIBERELINA LÍQUIDA<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Artigo a ser submetido ao conselho editorial do periódico científico Revista Árvore.

## CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES FLORESTAIS SUBMETIDAS À PULVERIZAÇÃO COM GIBERELINA LÍQUIDA<sup>1</sup>

**Resumo** – Objetivou-se avaliar a ação da giberelina líquida (4% de GA<sub>3</sub> e 96% de ingredientes inertes), no crescimento inicial de plântulas de espécies florestais (*Adenantha pavonina* L. e *Ormosia arborea* Vell. Harms), sob pulverização foliar a base de GA<sub>3</sub> oriundas de sementes pré embebidas em ácido giberélico. Os experimentos foram conduzidos na Casa de Vegetação da UFRB, no município de Cruz das Almas - BA. Inicialmente as sementes foram submetidas à escarificação química e, em seguida, embebidas por um período de 3 horas. Os tratamentos utilizados foram: controle, embebição em água, 0, 50, 100, 150, 250 e 350 µL L<sup>-1</sup> de giberelina líquida (GA<sub>3</sub>). Após embebição, as sementes foram semeadas em sacos de polietileno com capacidade para 1 kg contendo substrato areia lavada. O experimento foi conduzido em um fatorial (2x7) inteiramente casualizado com quatro repetições por tratamento. Foi avaliado o índice de velocidade de emergência, o comprimento de raiz e de parte aérea, as massas secas de raiz, caule e folhas e o número de folhas. Apenas para o comprimento de parte aérea, a embebição de sementes mais pulverização foliar de giberelina líquida (4% de GA<sub>3</sub>), promoveu incremento significativo.

**Palavras-chave:** emergência, *Adenantha pavonina* e *Ormosia arborea*.

## INITIAL GROWTH OF FOREST SPECIES SUBMITTED TO SPRAYING WITH LIQUID GIBBERELIN

**Abstract** – The aim was to evaluate the liquid gibberelin action (4% of GA<sub>3</sub> and 96% of inert ingredients), in the initial growth of forest species plants (*Adenanthera pavonina* L. e *Ormosia arborea* Vell. Harms), sprayed by GA<sub>3</sub>, coming from previously imbibed in gibberelin acid seeds. The experiments were made in the UFRB Greenhouse, in the city of Cruz das Almas – BA. Initially, the seeds were submitted to chemical scarification, and then, imbibed for 3 hours. The used treatments were control, imbibition in water 0, 50, 100, 150, 250 and 350 µL L<sup>-1</sup> of liquid gibberelin (GA<sub>3</sub>). After imbibition, the seeds were sowed in polyethylene bags with capacity of 1 kg, containing washed sand substratum. The experiment was conducted in a factorial (2x7) completely randomized design with four repetitions per treatment. Emergence velocity index, roots and aerial parts length, the roots, caulis and leaves dry mass, and quantity of leaves were evaluated. Only to the aerial parts length, the imbibition of seed plus leaves spraying of liquid gibberelin (4% of GA<sub>3</sub>), provided a significant improvement.

**Key words:** Emergence, *Adenanthera pavonina* e *Ormosia arborea*.

## INTRODUÇÃO

A germinação e o vigor das sementes são dois dos principais fatores iniciais para se garantir um bom crescimento, desenvolvimento e produtividade de uma cultura ou o crescimento inicial de plantas de espécies florestais, se for o caso. Técnicas que induzam a melhora destes fatores são importantes para aumentar o potencial de desempenho das sementes e, por conseguinte, a uniformidade das plantas em condições de campo (ARAGÃO et al., 2001).

O metabolismo, crescimento e morfogênese de plantas superiores dependem de sinais transmitidos de uma parte à outra da planta por mensageiros químicos, e por hormônios endógenos (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Assim, segundo Castro (1998) hormônio vegetal é um composto orgânico não nutriente, de ocorrência natural, produzido na planta, e que em baixas concentrações promove, inibe ou modifica processos morfológicos e fisiológicos do vegetal. Até recentemente, apenas seis tipos de hormônios eram considerados: auxinas, giberelinas, citocininas, retardadores, inibidores e etileno. Contudo, hoje outras moléculas com efeitos similares têm sido descobertas, tais como, brassinosteróides, ácido jasmônico (jasmonatos), ácido salicílico e poliaminas (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Essas substâncias podem ser aplicadas diretamente nas plantas (folhas, frutos, sementes), provocando alterações nos processos vitais e estruturais, com a finalidade de incrementar a produção, melhorar a qualidade e facilitar a colheita. Quando aplicadas nas sementes ou nas folhas, podem interferir em processos como germinação, enraizamento, floração, frutificação e senescência (CASTRO e MELOTTO, 1989).

As giberelinas são mais freqüentemente associadas à promoção de crescimento da haste e, a aplicação de giberelinas pode induzir grandes aumentos na altura das plantas. Elas atuam em diversos fenômenos fisiológicos, no entanto, o gênero ou a espécie, somados a outros fatores, podem determinar o efeito específico na resposta. As giberelinas estão envolvidas nos seguintes processos fisiológicos: germinação de sementes, mobilização de reservas armazenadas no endosperma, crescimento da parte aérea, florescimento, desenvolvimento de flores e frutificação (HIGASHI, et al., 2002).

A aplicação exógena de GA<sub>3</sub> provoca um excesso de alongamento do caule em plantas anãs e em forma de rosetas, e associadas a esse efeito há também uma

diminuição na espessura do caule e tamanhos das folhas. Ela também promove o alongamento de entrenós em membros da família das gramíneas. O alvo da ação das giberelinas é o meristema intercalar o qual está localizado próximo à base do entrenó (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Ferreira et al. (2002), relatam que a aplicação de 250 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico promoveu considerável aumento na germinação de sementes de *Annona squamosa* L. em condições de câmara de germinação com temperatura alternada entre 20 e 30 °C.

Já Cato (2006) menciona que sementes de amendoineiro tratadas com 10 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> verificou-se maior teor de óleo nas sementes colhidas. Quando aplicado via foliar, antes do florescimento, observou-se aumento nas alturas das plantas, incrementando o comprimento da haste principal e das ramificações (NIGAM et al., 1983). Quando aplicado durante o florescimento e produção de ginóforos, notou-se aumento na massa de vagens e tamanho de sementes, mostrando-se mais eficiente quando aplicado na fase de produção de ginóforos.

O trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento inicial de plantas das espécies florestais carolina (*Adenantha pavonina* L.) e olho-de-cabra (*Ormosia arborea* Vell Harms) sob pulverização foliar a base de ácido giberélico, oriundas de sementes pré-embebidas em giberelina líquida.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fisiologia Vegetal e em Casa de Vegetação do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas – UFRB, no município de Cruz das Almas – BA, no período de janeiro a julho de 2007. Foram utilizadas sementes de espécies florestais, *Adenantha pavonina* L. (carolina) e *Ormosia arborea* Vell. Harms (olho-de-cabra), e giberelina líquida composta de 4% de GA<sub>3</sub> e 96% de ingredientes inertes.

As sementes das duas espécies florestais foram escarificadas quimicamente por 30 minutos (ácido sulfúrico concentrado a 95%), após o tempo de escarificação, foram lavadas em água corrente durante 15 minutos e colocadas para secar. Após secagem, foram colocadas para embeber por um período de três horas em giberelina líquida. Os tratamentos utilizados foram: testemunha; embebição em

água; embebição em 0; 50; 100; 150; 250 e 350  $\mu\text{L L}^{-1}$  de giberelina líquida ( $\text{GA}_3$ ) em solução.

Após embebição, as sementes foram levadas para Casa de Vegetação e colocadas para germinar em sacos de polietileno (quatro sementes/saco) com capacidade de 1 kg contendo substrato de areia lavada, onde permaneceram em bancadas, em temperatura ambiente. A irrigação aconteceu diariamente. Foi realizado desbaste aos quinze dias após a semeadura (DAS) em todas as repetições, deixando uma planta/saco (Tabela 1).

Para avaliar o efeito da pulverização com  $\text{GA}_3$  no crescimento inicial das plantas foram utilizados dois experimentos. No primeiro experimento foram utilizados oito tratamentos com quatro repetições cada, sem pulverização. No segundo, foram utilizados os mesmos tratamentos e, posteriormente, as plantas foram pulverizadas com as respectivas soluções de  $\text{GA}_3$  (5 mL), nas quais as sementes foram embebidas (Tabela 1).

Tabela 1. Espécies, tempo de embebição em giberelina líquida e números de dias após a semeadura (DAS), para a realização do desbaste, pulverização e avaliação.

<b>Espécies</b>	<b>Embebição (h)</b>	<b>Desbaste (DAS)</b>	<b>Pulverização (DAS)</b>	<b>Avaliação (DAS)</b>
<i>Adenanthera pavonina</i>	3	15	21	40
<i>Ormosia arborea</i>	3	15	25	45

Aos 40 e 45 DAS para as espécies *Adenanthera pavonina* e *Ormosia aroborea*, respectivamente, foi avaliado o comprimento da raiz e da parte aérea (cm), o número de folhas, a massa seca da raiz e parte aérea das plantas (g). Utilizou-se régua para determinação dos comprimentos da raiz e parte aérea. As massas secas foram determinadas após secagem em estufa a  $60^\circ\text{C} \pm 5$ , até peso constante. Após este tempo as amostras foram pesadas em balança de precisão 0,0001 g determinando-se a massa seca.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância considerando o delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial  $2 \times 7$ , duas espécies (*Adenanthera pavonina* e *Ormosia arborea*) e sete tratamentos, com quatro repetições. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%

de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável número de folhas (NF) o Teste F não indicou diferenças significativas tanto para as plantas pulverizadas, bem como para as plantas não pulverizadas com giberelina líquida (4% GA<sub>3</sub>).

Observou-se na espécie carolina que o tratamento na concentração de 250 µL L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, apresentou o maior comprimento de raiz (17,93 cm), seguido dos tratamentos nas concentrações de 50 µL L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (15,70 cm) e 350 µL L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (16,38 cm). O menor comprimento de raiz, foi observado no tratamento com embebição em água (8,06 cm) (Tabela 1).

Para a espécie olho-de-cabra, observou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados. No entanto, quando se compara as espécies, verifica-se que a olho-de-cabra apresentou maiores comprimentos de raiz, sem, contudo, diferir significativamente nos tratamentos com giberelina líquida, sendo que apenas o tratamento com embebição em água foi estatisticamente inferior.

Tabela 1. Valores médios de comprimento de raiz (cm), em areia, das espécies florestais carolina (*Adenantha pavonina* L.) e olho-de-cabra (*Ormosia arborea* Vell. Harms) submetidas à pré-embebição e pulverização com giberelina líquida (GA<sub>3</sub>), em casa de vegetação.

TRATAMENTOS	ESPÉCIES	
	<i>Adenantha pavonina</i>	<i>Ormosia arborea</i>
Testemunha	-	-
emb. H <sub>2</sub> O	8,06 d B	13,33 a A
0 µL L <sup>-1</sup>	13,25 c A	14,78 a A
50 µL L <sup>-1</sup>	15,70 b A	13,03 a A
100 µL L <sup>-1</sup>	13,83 c A	14,02 a A
150 µL L <sup>-1</sup>	13,31 c A	14,18 a A
250 µL L <sup>-1</sup>	17,93 a A	14,90 a A
350 µL L <sup>-1</sup>	16,38 b A	15,46 a A
<b>Média</b>	14,07	14,24
<b>CV (%)</b>		12,94

Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Barros (2006) observou que as sementes embebidas, mais a pulverização foliar com giberelina líquida, nas plantas de milho, algodão e arroz, apresentaram diferenças significativas para a variável crescimento da raiz principal (cm). Ainda de acordo com o mesmo autor (2006), verificou-se que nas plantas de milho houve um incremento de 4,6% no crescimento da raiz principal (40,6 cm), na concentração de 300 mL L<sup>-1</sup>, quando comparada com o tratamento controle (36,8 cm). Nas plantas de algodão apesar de ter ocorrido diferenças significativas entre as concentrações avaliadas, não se obteve um incremento no crescimento da raiz principal dessas plantas.

Santos Filho (2007) avaliando o desenvolvimento inicial de plântulas de gravioleira, observou que as concentrações de 740,75 e 582,95 µL L<sup>-1</sup> de giberelina líquida foram as que promoveram, respectivamente, maior incremento estimado em comprimento de raiz e caule.

Neto et al. (2004) avaliando a influência do ácido giberélico no crescimento das plantas de milho, verificaram que a aplicação do regulador vegetal é mais eficiente quando executada no tratamento de sementes, em comparação com a pulverização na linha de semeadura.

Para a espécie carolina quando não foi feito a pulverização, observou-se que não houve diferença significativa no comprimento da parte aérea das plantas para todos os tratamentos avaliados. Já no experimento em que as plantas foram pulverizadas, verificou-se que os tratamentos nas concentrações de 150, 250 e 350 µL L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, não diferiram entre si, mas, apresentaram os maiores comprimentos de parte aérea (15,10, 16,50 e 16,22 cm, respectivamente), em relação aos demais. Os tratamentos inferiores foram embebição em água (10,22 cm) e 0 µL L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> (10,60 cm) (Tabela 2).

Na espécie olho-de-cabra, observou-se que a concentração de 250 µL L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, foi superior aos demais tratamentos, apresentando maior comprimento de parte aérea tanto em plantas não pulverizadas (13,08 cm) bem como em plantas pulverizadas (15,15 cm). Os demais tratamentos foram inferiores, ocorrendo diferença significativa entre eles (Tabela 2).

Estes resultados concordam com Modesto et al. (1996) que estudaram o efeito do ácido giberélico sobre o comprimento e diâmetro do caule de plântulas de limão "cravo" (*Citrus limonia* Osbeck) em condições de campo, e observaram que o fitorregulador promoveu efeito favorável com relação ao incremento do comprimento do caule, sendo o tratamento na concentração de 150 ppm de GA<sub>3</sub> superior aos

demais e que o diâmetro do caule atingiu maiores dimensões com aplicação de ácido giberélico nas concentrações de 50 e 25 ppm de GA<sub>3</sub>, porém diferem de resultados relatados por Barros (2006) que a embebição de sementes mais a pulverização foliar com 4% de GA<sub>3</sub>, não causou efeito significativo na altura da parte aérea de plantas de algodão e milho.

Braz (2002) e Oliveira et al. (2005), verificaram aumento tanto em altura como em diâmetro do caule com aplicação conjunta de giberelina e citocinina em plantas de maracujazeiro azedo.

Taiz e Zeiger (2004) dizem que as giberelinas aumentam tanto o alongamento quanto a divisão celular, tendo efeito sobre o desenvolvimento da parte aérea, como também, em menor escala, do sistema radicular.

Tabela 2. Valores médios de comprimento de parte aérea (cm), em areia, das espécies florestais carolina (*Adenantha pavonina* L.) e olho-de-cabra (*Ormosia arborea* Vell. Harms) submetidas à pré-embebição e pulverização com giberelina líquida (GA<sub>3</sub>), em casa de vegetação.

TRATAMENTOS	<i>Adenantha pavonina</i>		<i>Ormosia arborea</i>	
	Não Pulverizada	Pulverizada	Não Pulverizada	Pulverizada
Testemunha	-	-	-	-
emb. H <sub>2</sub> O	9,77 a A	10,22 c A	8,50 c A	8,25 d A
0 µL L <sup>-1</sup>	9,62 a A	10,60 c A	8,45 c A	7,80 d A
50 µL L <sup>-1</sup>	9,32 a B	13,12 b A	9,68 c A	9,00 d A
100 µL L <sup>-1</sup>	9,87 a B	13,37 b A	10,58 b A	10,01 c A
150 µL L <sup>-1</sup>	10,05 a B	15,10 a A	9,32 c A	10,35 c A
250 µL L <sup>-1</sup>	10,55 a B	16,50 a A	13,08 a B	15,15 a A
350 µL L <sup>-1</sup>	10,70 a B	16,22 a A	11,25 b B	12,70 b A
<b>Média</b>	9,98	13,59	10,12	10,47
<b>CV (%)</b>				8,38

Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Leonel e Rodrigues (1996) avaliaram os efeitos de giberelinas, citocininas e do nitrato de potássio no crescimento e desenvolvimento do porta-enxerto de limoeiro 'cravo', em condições de viveiro, e observaram que as pulverizações com o regulador vegetal não tiveram efeito na diminuição do tempo de formação das plantas jovens.

Observou-se que o maior acúmulo de massas secas de raiz, caule e folhas foi obtido nas concentrações de 250 e 350  $\mu\text{L L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$  tanto para a espécie carolina como para a espécie olho-de-cabra. Para a espécie carolina o acúmulo de massa seca na concentração 250  $\mu\text{L L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$ , para raiz foi de 0,95 g, caule (0,92 g) e folha (0,95 g), ao passo que na concentração de 350  $\mu\text{L L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$ , variou de 0,87, 0,88 e 0,89 g, respectivamente. Pode-se observar ainda, que esta espécie apresentou valores de massas secas superiores a espécie olho-de-cabra, em todas as variáveis analisadas (Tabela 3).

Na espécie olho-de-cabra, o acúmulo de massa seca na concentração de 250  $\mu\text{L L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$ , para as variáveis raiz, caule e folha foram, respectivamente, 0,62, 0,53 e 0,60 g e para a concentração de 350  $\mu\text{L L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$ , foram 0,58, 0,50 e 0,53 g, respectivamente. Ainda podendo ser observado que a concentração de 250  $\mu\text{L L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$ , apresentou massas secas pouco mais elevadas que a concentração de 350  $\mu\text{L L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$ . Os demais tratamentos apresentaram diferença significativa entre eles, sendo considerados inferiores (Tabela 3). Ainda é válido ressaltar, que na espécie carolina, o tratamento com embebição em água a massa seca de raiz foi inferior a espécie olho-de-cabra.

Segundo Cato (2006) somente o efeito sinérgico dos três biorreguladores ácido giberélico, ácido indolbutírico e cinetina, promovem incrementos no sistema radicular capazes de fazer a relação entre a massa de matéria seca das raízes e da parte aérea diferir do controle. Gray (1957) e Chabataroff (1991) relataram que sementes de arroz tratadas com giberelina líquida obtiveram um aumento considerável no peso da matéria seca de plântulas.

Resultados contrastantes foram verificados por Barros (2006) nos quais a massa seca da parte aérea para embebição de sementes mais pulverização foliar, não apresentaram diferença significativa em plantas de milho. Já para as plantas de algodão e soja, a variável massa seca de raiz apresentou diferença significativa nos tratamentos avaliados.

Tabela 3. Valores médios de massas secas de raiz, caule e folhas (g), em areia, das espécies florestais carolina (*Adenantha pavonina* L.) e olho-de-cabra (*Ormosia arborea* Vell. Harms) submetidas à pré-embebição e pulverização com giberelina líquida (GA<sub>3</sub>), em casa de vegetação.

TRATAMENTOS	<i>Adenantha pavonina</i>			<i>Ormosia arborea</i>		
	RAIZ	CAULE	FOLHA	RAIZ	CAULE	FOLHA
<b>Controle</b>	-	-	-	-	-	-
<b>emb. H<sub>2</sub>O</b>	0,21 d B	0,30 c A	0,37 c A	0,41 b A	0,34 b A	0,39 b A
<b>0 µL L<sup>-1</sup></b>	0,34 c A	0,33 c A	0,43 c A	0,42 b A	0,37 b A	0,42 b A
<b>50 µL L<sup>-1</sup></b>	0,50 b A	0,48 b A	0,61 b A	0,50 b A	0,41 b A	0,46 b B
<b>100 µL L<sup>-1</sup></b>	0,50 b A	0,45 b A	0,62 b A	0,50 b A	0,43 b A	0,47 b B
<b>150 µL L<sup>-1</sup></b>	0,48 b A	0,50 b A	0,60 b A	0,51 b A	0,43 b A	0,45 b B
<b>250 µL L<sup>-1</sup></b>	0,95 a A	0,92 a A	0,95 a A	0,62 a B	0,53 a B	0,60 a B
<b>350 µL L<sup>-1</sup></b>	0,87 a A	0,88 a A	0,89 a A	0,58 a B	0,50 a B	0,53 a B
<b>Média</b>	0,55	0,55	0,64	0,51	0,43	0,47
<b>CV (%)</b>	18,76	18,94	21,13	18,76	18,94	21,13

Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Barros (2006) verificou que para a soja todas as concentrações avaliadas proporcionaram um incremento no acúmulo de massa seca da parte aérea quando comparadas com a concentração controle. E ainda que a massa seca da parte aérea nessa mesma concentração de 250 µL L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, foi superior em 35,4% quando comparada o tratamento controle.

## CONCLUSÕES

A embebição de sementes em giberelina líquida (4% GA<sub>3</sub>), em condições de casa de vegetação, provoca alterações significativas no crescimento inicial de plantas das espécies florestais carolina (*Adenantha pavonina* L.) e olho-de-cabra (*Ormosia arborea* Vell Harms); sendo que a embebição mais a pulverização foliar, apenas influencia no comprimento de parte aérea dessas espécies.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BARROS, T. F. **Ação de giberelina líquida na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial de plantas cultivadas**. 2006. 53f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. Universidade Federal da Bahia.

BRAZ, A. L. M. **Crescimento de mudas de maracujazeiro azedo** (*Passiflora edulis* Sims f. flavicarpa Deg.) **tratadas com reguladores vegetais**. 2002. 48f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Agronomia – Universidade Estadual do oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.

CASTRO, P. R.C.; MELOTTO, E. Bioestimulantes e hormônios aplicados via foliar. In: BOARETO, A. E.; ROSOLEM, C. A. **Adubação foliar**. Campinas: Fundação Cargill, v.1, cap.8, 1989. p.191-235.

CASTRO, P. R. C.; PACHECO, A. C.; MEDINA, C. L. Efeitos de Stimulate e de micro-citros no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da laranjeira “Pêra” (*Citrus sitnensis* L. Osbeck). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.55, n.2, p.338-341, 1998.

CATO, S. C. **Ação de bioestimulante nas culturas do amendoimzeiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas**. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 74f. 2006.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0 In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45., São Carlos, **Programa e resumos...** São Carlos: UFSCar, Julho de 2000, p.255-258.

FERREIRA, G.; ERIC, P. R.; MORO, E. Uso de ácido giberélico em sementes de fruta-do-conde (*Annona squamosa* L.) visando a produção de mudas em diferentes embalagens. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.24, n.1, p.178-182, 2002.

GRAY, R. A. Alteration of leaf size and shape and other changes caused by gibberellins in plants. ***American Journal of Botany***, 44: 674-82, 1957.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. A.; GOUVÊA, C. F.; BASSO, L. H. M. Ação fisiológica de hormônios vegetais na condição hídrica, metabolismo e nutrição mineral. In: **Introdução à Fisiologia do Desenvolvimento Vegetal**. Maringá: EDUEM, 2002.

LEONEL, S.; RODRIGUES, J. D. Efeitos de giberelinas, citocininas e do nitrato de potássio no crescimento e desenvolvimento do porta-enxerto de limoeiro 'cravo'. ***Scientia Agrícola***, v.53, n.2-3, Piracicaba, May/Dec. 1996.

MODESTO, J. C.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. Efeito do ácido giberélico sobre o comprimento e diâmetro do caule de plântulas de limão "cravo" (*Citrus limonia* Osbeck). ***Scientia Agrícola***, v.53, n.2-3, Piracicaba, May/Dec. 1996.

NETO, D. D.; DARIO, G. J. A.; VIEIRA JÚNIOR, P. A.; MANFRON, P. A.; MARTINS, T. N.; BONNECARRÉRE, R. A. G.; CRESPO, P. E. N. Aplicação e influência do fitoregulador no crescimento das plantas de milho. ***Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia***. Uruguaiana, v.11, n.1, p.93-102, 2004.

NIGAM, R. K.; VARKEY, M.; REUBEM, D. E. Effects of gibberellic acid B-9 and CCC on the growth and flower sex in *Arachis hypogaea*. ***Indian Journal of Agricultural Research, New Delhi***, v.17, n.1/2, p.17-24, 1983.

OLIVEIRA, A.; FERREIRA, G.; RODRIGUES, J. D.; FERRARI, T. B.; KUNZ, V. L.; PRIMO, M. A.; POLETTI, L. D. Efeito de reguladores vegetais no desenvolvimento de mudas de *Passiflora alata* Curtis. ***Revista Brasileira de Fruticultura***, Jaboticabal, v.27, n.1, p.9-13. 2005.

SANTOS FILHO, A. L. **Germinação de sementes, estaquia e enxertia em gravioleira.** 2007. 50f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

TAIZ, L. ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** 3ª edição, Porto Alegre: Artmed. 2004, 719p.

## **CAPÍTULO 3**

### **ÍNDICES FISIOLÓGICOS DE ESPÉCIES FLORESTAIS EM CASA DE VEGETAÇÃO DURANTE A FASE INICIAL DE CRESCIMENTO<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Artigo a ser submetido ao conselho editorial do periódico científico Revista Brasileira de Sementes

## ÍNDICES FISIOLÓGICOS DE ESPÉCIES FLORESTAIS EM CASA DE VEGETAÇÃO DURANTE A FASE INICIAL DE CRESCIMENTO

**Resumo** – As espécies florestais embora sejam bastante estudadas, ainda não são apresentados estudos que acompanhem a sua fenologia durante fase inicial de crescimento, sendo necessário a realização de trabalhos que visem à caracterização desse crescimento inicial da planta, para melhor explicar o desenvolvimento da espécie. Com o objetivo de avaliar o crescimento de mudas das espécies florestais *Adenantha pavonina* L. (carolina) e *Ormosia arborea* Vell. Harms (olho-de-cabra), por meio de índices fisiológicos, instalou-se um experimento na casa de vegetação da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, em Cruz das Almas – BA, no delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e três repetições. Foram avaliadas aos 30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS), as seguintes características: área foliar, taxa de crescimento absoluto, taxa assimilatória líquida, razão da área foliar, área foliar específica e razão de massa de folha. Dos 30 aos 60 dias após a semeadura as plantas das duas espécies florestais apresentaram o maior incremento para todas as características avaliadas. Os índices fisiológicos de crescimento constituem ferramentas apropriadas para identificar e comparar o desenvolvimento vegetal das espécies florestais estudadas.

**Palavras-chave:** giberelina, espécies florestais, crescimento, desenvolvimento, e análise de crescimento.

## PHYSIOLOGICAL INDEXES OF FOREST SPECIES IN GREENHOUSE DURING THE INITIAL PHASE OF GROWTH

**Abstract** - The forest species, even being very studied, haven't had presented studies that follows their phenological during the initial growth phase, requiring the perform of works that aims to characterize this initial growth of the plants, to explain better the development of the species. Purposing to evaluate the growth of the forest species *Adenantha pavonina* L. (carolina) e *Ormosia arborea* Vell. Harms (olho-de-cabra) new plants, through the physiologic indexes, an experiment was installed in Embrapa Cassava e Tropical Fruits Greenhouse in Cruz das Almas – BA, in the design was entirely randomized with four treatments and three repetitions. The following characteristics were evaluated in the 30<sup>th</sup>, 60<sup>th</sup>, 90<sup>th</sup> and 120<sup>th</sup> day after the sowing (DAS): leave area, absolute growth rates, liquid assimilatory rates, leave area average, specific leave area, and leave mass average. From the 30<sup>th</sup> to the 60<sup>th</sup> after the sowing the plants of both forest species presented the higher increasing for all the characteristics measured. The physiologic indexes of growth constitute the proper tools to identify and compare the vegetable development of the studied forest species.

**Key words:** gibberelin, forest species, growth, development, and growth analysis.

## INTRODUÇÃO

O êxito na formação de florestas de alta produção depende em grande parte do padrão de qualidade das mudas produzidas, as quais, além de resistirem às condições adversas encontradas no campo após o plantio, se busca ainda produzir árvores com crescimento volumétrico economicamente desejável (GOMES, 2001).

As espécies florestais embora sejam bastante estudadas ainda não são apresentados estudos que acompanham o seu crescimento durante a fase de mudas, assim trabalhos que visem à caracterização das diferentes fases de desenvolvimento da planta, poderão contribuir para o melhor conhecimento da espécie. Uma das ferramentas bastante utilizadas por fisiologistas de plantas para estudar o desenvolvimento de diferentes genótipos de uma ou mais espécies são as medidas da análise de crescimento, sendo esta uma resultante das interações da planta com o ambiente (PEIXOTO et al., 2002).

Dessa forma, o acúmulo de matéria seca e o incremento da área foliar, quantificados em função do tempo são utilizados na estimativa de vários índices fisiológicos relacionados às diferenças de desempenho entre cultivares. Normalmente estes são: taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL), razão de área foliar (RAF), índice de área foliar (IAF), taxa de crescimento da cultura (TCC) e índice de colheita (IC) (PEIXOTO et al., 2006; LESSA, 2007).

Esses índices fisiológicos envolvidos e determinados na análise de crescimento indicam a capacidade de o sistema assimilatório (fonte) das plantas em sintetizar e alocar a matéria orgânica nos diversos órgãos (drenos) que dependem da fotossíntese, respiração e translocação de fotoassimilados dos sítios de fixação aos locais de utilização ou de armazenamento (FONTES et al., 2005).

Segundo Benincasa (2003) todo crescimento resultará da produção de material suficiente para atender às necessidades metabólicas do material já existente e, ainda, para armazenar ou construir novo material estrutural, uma vez que conceitualmente, a análise de crescimento estabelece que a taxa de crescimento de uma planta é função do tamanho inicial (período em que se inicia a observação).

Peixoto (2005) menciona que a análise de crescimento do ponto de vista agrônomo, atende àqueles pesquisadores que estão interessados em conhecer diferenças funcionais e estruturais entre diferentes espécies, de forma a poder

selecioná-los para melhor atender aos seus objetivos ou mesmo utilizar a análise de crescimento no estudo do desenvolvimento vegetal sob diferentes condições ambientais, incluindo condições de cultivo, de forma a selecionar cultivares ou espécies que apresentem características funcionais mais apropriadas aos objetivos do experimentador.

Schuch et al. (2000) trabalhando com vigor de sementes e análise de crescimento de aveia preta, observaram que diferenças no vigor de sementes e na população de plantas causam variação na produção de matéria seca especialmente no período vegetativo, devido a diferenças na taxa de crescimento da cultura.

O objetivo deste trabalho foi avaliar por meio de índices fisiológicos, o desempenho de duas espécies florestais *Adenantha pavonina* L. e *Ormosia arborea* Vell. Harms, durante a fase inicial de crescimento em casa-de-vegetação submetidas à giberelina líquida.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, em Cruz das Almas, Bahia. A cidade esta situada a 12°40'19" de Latitude Sul e 39°06'22" de Longitude Oeste de Greenwich, tendo 220 m de altitude. O clima é tropical quente e úmido, AW a Am, segundo a classificação de Koppen, com temperaturas médias anuais de 24,5 °C e umidade relativa de 80% (ALMEIDA, 1999).

As sementes das espécies florestais *Adenantha pavonina* L. (carolina) e *Ormosia arborea* Vell. Harms (olho-de-cabra) foram escarificadas quimicamente, deixando-as imersas no ácido sulfúrico por um período de 30 minutos, após esse período foram lavadas em água corrente por 15 minutos, colocadas para secar e em seguida pré-embebidas durante 3 horas em diferentes concentrações de giberelina líquida (GA<sub>3</sub>).

Após o período da pré-embebição, as sementes foram levadas para Casa de Vegetação e colocadas para germinar em sacos de polietileno com capacidade de 1 kg de substrato de terra comercial, onde permaneceram em bancadas, em temperatura ambiente.

Foram colocadas quatro sementes por saco para as duas espécies. Estas foram cobertas com uma camada de dois centímetros de terra vegetal, regadas duas vezes ao dia até a germinação e posterior emergência das plântulas, quando foi feito o desbaste, deixando uma muda por recipiente, como indicam Trindade e Oliveira (1999). As plantas foram avaliadas em quatro fases de desenvolvimento aos 30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS).

Utilizaram-se cinco plantas por amostragem, sendo o material levado à estufa de ventilação forçada, na temperatura de  $65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , até atingir peso constante. A matéria seca das plantas, em suas diversas frações (raiz, caule e folhas), foi quantificada nos intervalos correspondentes a cada colheita, computando-se a massa seca de cada parte.

A área foliar foi determinada mediante a relação da massa seca dos discos foliares (dez discos) e a massa seca total das folhas. Os discos foliares foram obtidos com o auxílio de um perfurador de área conhecida, evitando-se a nervura central conforme descrito em Camargo (1992), Peixoto (1998), Brandelero (2001) e Benincasa (2003).

Para determinação da área foliar e da massa da matéria seca total a cada 30 dias até o período final do experimento, determinaram-se os índices fisiológicos taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa assimilatória líquida (TAL), razão da área foliar (RAF), razão de massa da folha (RMF) e área foliar específica (AFE), por meio de suas respectivas fórmulas matemáticas, de acordo com a recomendação de vários textos dedicados à análise quantitativa do crescimento (PEIXOTO, 1998; BENINCASA, 2003; GONÇALVES, 2004; LIMA, 2006; LIMA et al., 2007).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância considerando o delineamento experimental inteiramente casualizado no esquema fatorial  $4 \times 4 \times 2$ , quatro tratamentos (0, 150, 250 e  $350\text{ }\mu\text{L L}^{-1}$ ) quatro épocas após a semeadura (30, 60, 90 e 120 dias) duas espécies (*Adenantha pavonina* e *Ormosia arborea*). As curvas polinomiais exponenciais foram grafadas com base em suas médias de cada coleta e análise de regressão, conforme sugerido por ELIAS e CAUSTON (1976).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de crescimento se baseia fundamentalmente no fato de que cerca de 90%, em média, da matéria seca acumulada pelas plantas, ao longo do seu crescimento, resultam da atividade fotossintética. Permite também avaliar o crescimento final da planta e a contribuição dos diferentes órgãos no seu crescimento total. Atende àqueles pesquisadores que estão interessados em conhecer diferenças funcionais e estruturais entre cultivares, híbrido de uma mesma espécie e/ou espécies diferentes, de forma a poder selecioná-los para melhor atender aos seus objetivos.

As equações de regressão que melhor explicaram a variação existente entre as características, em função dos tratamentos, dias após a semeadura (DAS), encontram-se nas tabelas abaixo da figura.

Na Figura 1, encontram-se os valores da área foliar ( $\text{cm}^2$ ), superfície que é responsável pela absorção dos raios solares e pelo processo fotossintético. Observa-se na interação tratamento x época que esta aumenta continuamente no período de avaliação, quantificado a partir dos 30 até aos 120 DAS, para as duas espécies estudadas (*Adenantha pavonina* L. e *Ormosia arborea* Vell. Harms). Pode-se observar que o tratamento  $150 \mu\text{L L}^{-1}$  apresentou maior aumento de área foliar dos 30 DAS ( $7,55 \text{ cm}^2$ ), aos 60 DAS ( $8,36 \text{ cm}^2$ ), sendo inferior aos 90 e aos 120 DAS à concentração de  $0 \mu\text{L L}^{-1}$  de giberelina líquida ( $\text{GA}_3$ ) ( $13,35$  e  $12,84 \text{ cm}^2$ , respectivamente) em que pese o mesmo, ter apresentado o menor valor ( $6,63 \text{ cm}^2$ ) aos 30 DAS.

Pelo fato de não haver interação significativa entre espécie x época, sendo significativa apenas para tratamento x época, resultou em um único comportamento em relação às duas espécies estudadas, variando da mesma forma e na mesma proporção. A variação da área foliar ocorreu de forma irregular, tornando-se difícil de explicar a ação das diferentes concentrações de giberelina líquida, para cada espécie isoladamente. Além do mais, devido às características do experimento, onde se pretendeu avaliar apenas um período inicial de crescimento (até 120 DAS), período suficiente para verificar o potencial de desenvolvimento da muda, a equação apresenta-se com inflexão exponencial, tendendo para a linearidade, uma vez que não foi possível chegar à máxima expansão foliar.

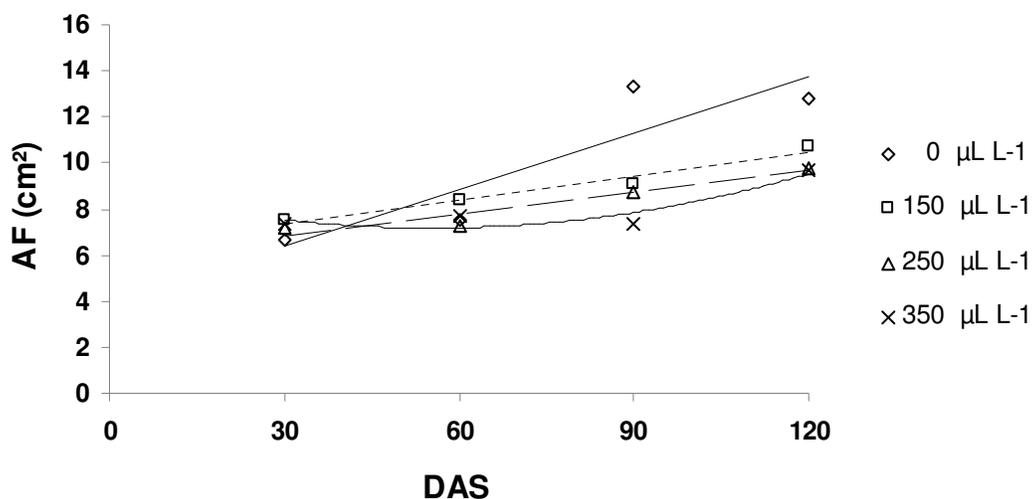


Figura 1. Área foliar (AF - cm<sup>2</sup>) em plantas de espécies florestais *Adenantha pavonina* L. e *Ormosia arborea* Vell. Harms, durante a fase inicial de crescimento (dias após a semeadura - DAS) em casa de vegetação.

Tratamentos	Y	R <sup>2</sup>
0 µL L <sup>-1</sup>	0,0814x + 3,993	0,81*
150 µL L <sup>-1</sup>	0,0343x + 6,352	0,95*
250 µL L <sup>-1</sup>	0,0311x + 5,932	0,92*
350 µL L <sup>-1</sup>	0,0006x <sup>2</sup> - 0,0615x + 8,8768	0,85*

O crescimento das plantas superiores esta na fase exponencial quando os acúmulos se processam continuamente. Assim, a utilização da taxa de crescimento absoluto torna-se uma medida precisa entre duas amostragens sucessivas, na comparação dos diferentes materiais, podendo ser um indicador da velocidade média de crescimento (g dia<sup>-1</sup> ou g semana<sup>-1</sup>) ao longo do período avaliado.

A taxa de crescimento absoluto (TCA) das plantas de espécies florestais *Adenantha pavonina* L. e *Ormosia arborea* Vell. Harms, durante a fase inicial de crescimento em casa de vegetação esta apresentada na Figura 2. Nesta, se pode observar que apenas a interação tratamento x época que foi significativa, não sendo para a interação espécie x época, e dessa forma, não havendo diferenças no comportamento do crescimento para as duas espécies estudadas.

Assim, pode-se observar que a concentração de 250 µL L<sup>-1</sup> de giberelina líquida (GA<sub>3</sub>) promoveu um maior incremento no crescimento das plantas até 30 DAS (0,0213 g dia<sup>-1</sup>), decrescendo a seguir, como as demais concentrações (menores fluxos de crescimento) e retomando dos 90 (0,0119 g dia<sup>-1</sup>) aos 120 DAS (0,0165 g dia<sup>-1</sup>), a taxas de crescimento mais elevadas que as demais

concentrações. Tais resultados indicam que a concentração de 250  $\mu\text{L L}^{-1}$  parece ser a mais indicada, quando se quantifica a velocidade de crescimento inicial dessas espécies, pelo menos até o período avaliado.

Embora a taxa de crescimento absoluto indique a velocidade de crescimento da planta, para os fisiologistas é mais interessante expressar a taxa de crescimento, segundo uma base comum, sendo esta, o próprio peso da planta. Para isso, estima-se a taxa de crescimento relativo, TCR (BENINCASA, 2003). Entretanto, neste trabalho não foi possível a sua determinação pelo fato das espécies apresentarem um crescimento inicial muito lento até aos 30 DAS, ocorrendo valores negativos.

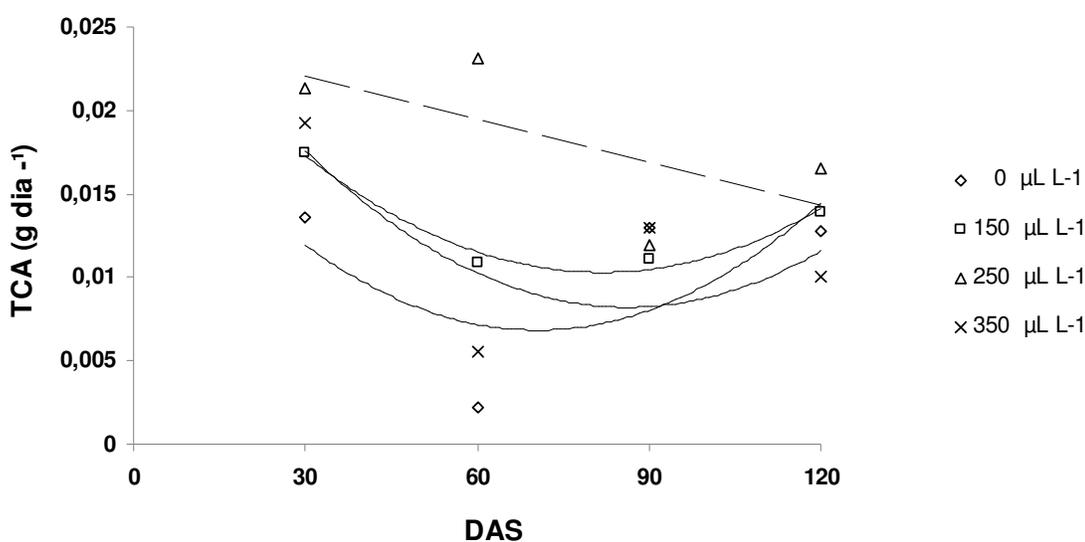


Figura 2. Taxa de crescimento absoluto (TCA -  $\text{g dia}^{-1}$ ) de plantas de espécies florestais *Adenantha pavonina* L. e *Ormosia arborea* Vell. Harms, durante a fase inicial de crescimento (dias após a semeadura - DAS) em casa de vegetação.

Tratamentos	Y	R <sup>2</sup>
0 $\mu\text{L L}^{-1}$	$3\text{E} - 06x^2 - 0,0005x + 0,0303$	0,49*
150 $\mu\text{L L}^{-1}$	$3\text{E} - 06x^2 - 0,0004x + 0,0278$	0,96*
250 $\mu\text{L L}^{-1}$	$-9\text{E} - 05x + 0,0246$	0,43*
350 $\mu\text{L L}^{-1}$	$3\text{E} - 06x^2 - 0,0004x + 0,0223$	0,38*

A taxa assimilatória líquida (TAL) expressa a taxa de fotossíntese líquida ou a matéria seca produzida por unidade de área foliar por unidade de tempo, ou o incremento de matéria seca (MS) por unidade de área foliar (AF) existente na planta, assumindo que tanto a AF como MS, aumentam exponencialmente (PEIXOTO, 1998; BRANDELERO, 2001 e BENINCASA, 2003).

Na Figura 3 (A e B), encontram-se, respectivamente, dados referentes à taxa assimilatória líquida das interações tratamento x época (A) e espécie x época (B).

A Figura 3A mostra a variação da taxa assimilatória líquida (TAL) referente à interação tratamento x época, para as duas espécies estudadas. Pôde-se observar que a concentração 250  $\mu\text{L L}^{-1}$  de giberelina líquida ( $\text{GA}_3$ ) apresenta taxas mais elevadas que as demais concentrações, tendo aos 30 DAS uma maior TAL (0,006  $\text{g cm}^2 \text{dia}^{-1}$ ), decaindo a seguir, como os demais, e retomando o crescimento a partir dos 90 DAS. Provavelmente, isto se deveu ao aumento da velocidade de crescimento (TCA) que ocorreu entre os 90 e 120 DAS, conforme Figura 2.

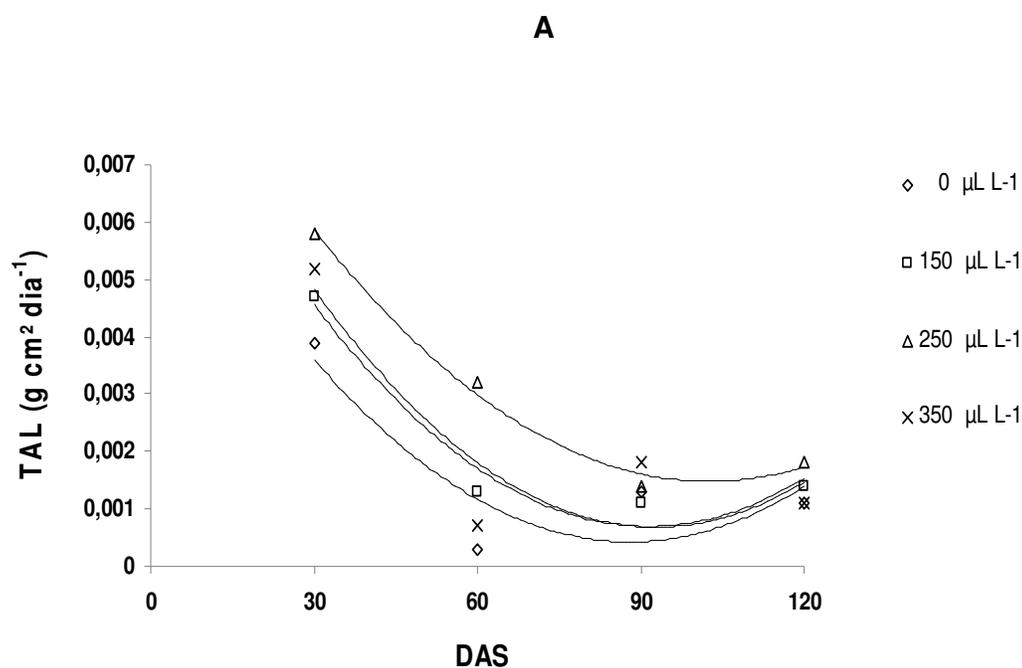


Figura 3A. Taxa assimilatória líquida (TAL -  $\text{g cm}^2 \text{dia}^{-1}$ ) de plantas das espécies florestais *Adenantha pavonina* L. e *Ormosia arborea* Vell. Harms, durante a fase inicial de crescimento, dias após a semeadura (DAS) em casa de vegetação (Tratamento x Época).

Tratamentos	Y	R <sup>2</sup>
0 $\mu\text{L L}^{-1}$	$9\text{E} - 07x^2 - 0,0002x + 0,0078$	0,77*
150 $\mu\text{L L}^{-1}$	$1\text{E} - 06x^2 - 0,0002x + 0,0093$	0,95*
250 $\mu\text{L L}^{-1}$	$8\text{E} - 07 x^2 - 0,0002x + 0,0103$	0,99*
350 $\mu\text{L L}^{-1}$	$1\text{E} - 06x^2 - 0,0002x + 0,0098$	0,78*

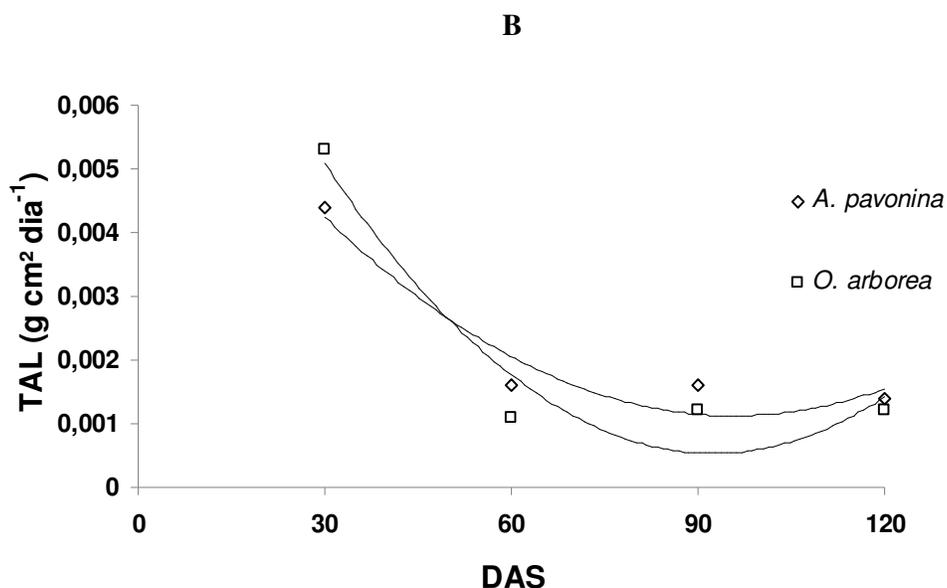


Figura 3B. Taxa assimilatória líquida (TAL - g cm<sup>2</sup> dia<sup>-1</sup>) de plantas das espécies florestais *Adenanthera pavonina* L. e *Ormosia arborea* Vell. Harms, durante a fase inicial de crescimento, dias após a semeadura (DAS) em casa de vegetação (Espécie x Época).

Espécies	Y	R <sup>2</sup>
<i>Adenanthera pavonina</i>	$7E - 07x^2 - 0,0001x + 0,0078$	0,92*
<i>Ormosia arborea</i>	$1E - 06x^2 - 0,0002x + 0,0105$	0,92*

Observa-se que a espécie *Ormosia arborea*, apresentou um maior valor da TAL em relação à espécie *Adenanthera pavonina* aos 30 DAS (Figura 3 B), isso talvez pelo fato da *Ormosia arborea* apresentar folhas maiores e mais largas, captando assim maior intensidade luminosa, com aumento da taxa fotossintética e, conseqüentemente, traduzindo em maior acúmulo de matéria seca. Entretanto, a partir desse período, ambas as espécies, apresentaram um decréscimo acentuado (33%) até os 90 DAS, e, a partir de então, a planta retoma o seu crescimento. Isto também pode ser explicado pelo fato da planta nas duas espécies diminuir a velocidade de crescimento naquele período, à semelhança do que ocorreu com a TCA, o que leva a uma diminuição dos níveis fotossintéticos, diminuindo a TAL até aos 90 DAS.

Esse comportamento também foi verificado por Peixoto (1998), Azevedo Neto et al. (2004), Lima et al. (2005), Lima (2006), Lima et al. (2007), e Lessa (2007) que observaram decréscimo na TAL com a progressão do ciclo, em soja, milho, feijão, mamoeiro e bananeira, respectivamente.

A partir dos 90 DAS às duas espécies retomam moderadamente o crescimento da TAL, pelo menos até quando durou o experimento, aos 120 DAS. Uma das possíveis explicações para esta variação pode ser a retomada da velocidade de crescimento (TCA), pelo aumento da interceptação da radiação luminosa pelas folhas (maior número), elevando a taxa fotossintética e compensando a respiração a partir deste período (BENINCASA, 2003).

A razão da área foliar (RAF) pode ser entendida como a fração da matéria seca retida e não exportada das folhas para o resto da planta (PEREZ e FANTI, 1999). Segundo Benincasa (2003), é um componente morfofisiológico, sendo o quociente entre a área foliar (que responde pela interceptação luminosa e absorção de CO<sub>2</sub>) e a massa seca total da planta, ou seja, é a área foliar que está sendo usada pela planta para produzir matéria seca (Figura 4).

A Figura 4 mostra a interação significativa de tratamento x época para ambas as espécies estudadas, tendo, portanto, a mesma variação. Observa-se que a RAF máxima ocorreu aos 30 DAS para todas as concentrações, sendo a mais elevada, a concentração de 0 µL L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> (16,61 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>), decrescendo até o final do experimento (120 DAS). Esse declínio ocorre devido ao incremento da área foliar (Figura 1), que provoca o autossombreamento, enquanto a planta cresce, diminuindo a área fotossinteticamente ativa (área foliar útil), com redução da RAF. Resultados semelhantes foram obtidos por Peixoto (1998), trabalhando com soja em diversas densidades de plantio, Perez e Fanti (1999), com leucena em solos de cerrado, Lima (2006), com dois genótipos de mamoeiro e Lessa (2007), com dois cultivares de bananeira.

A razão de área foliar pode ser desmembrada em dois componentes: área foliar específica (AFE) e razão de massa de folha (RMF). A AFE é o componente morfológico e anatômico da RAF, porque relaciona a superfície com o peso de matéria seca da própria folha. A superfície é o componente morfológico e o peso é o componente anatômico. Já a RMF é, basicamente, fisiológica, já que é a razão entre a matéria seca retida nas folhas e a matéria seca acumulada total da planta.

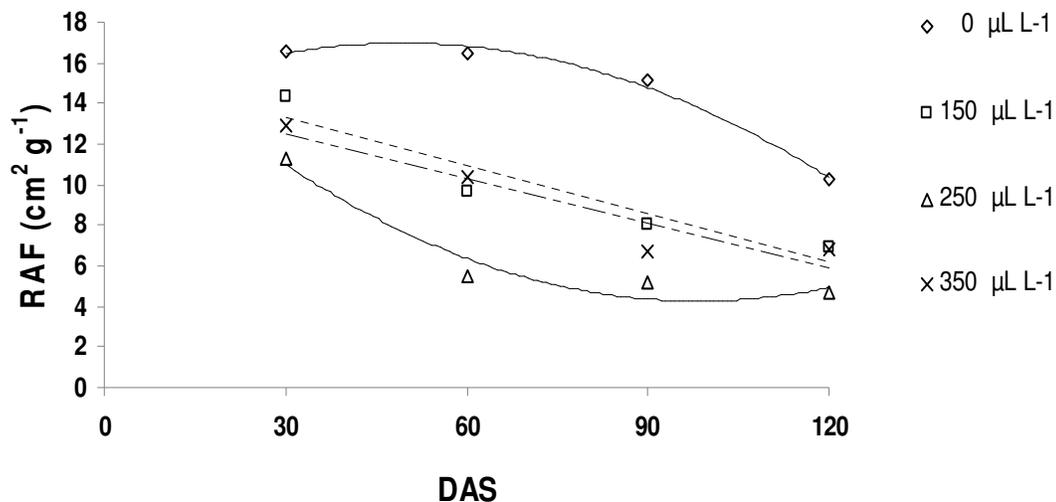


Figura 4. Razão da área foliar (RAF –  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ ) de plantas de espécies florestais *Adenantha pavonina* L. e *Ormosia arborea* Vell. Harms, durante a fase inicial de crescimento (dias após a semeadura - DAS) em casa de vegetação.

Tratamentos	Y	R <sup>2</sup>
0 $\mu\text{L L}^{-1}$	$-0,0013x^2 + 0,1307x + 13,758$	0,98*
150 $\mu\text{L L}^{-1}$	$-0,0796x + 15,74$	0,89*
250 $\mu\text{L L}^{-1}$	$0,0014x^2 - 0,2829x + 18,165$	0,94*
350 $\mu\text{L L}^{-1}$	$-0,0733x + 14,695$	0,89*

Na Figura 5, apresenta-se a área foliar específica (AFE) e na Figura 6, a razão de massa de folha (RMF) de plantas de espécies florestais *Adenantha pavonina* L. e *Ormosia arborea* Vell. Harms, durante a fase inicial de crescimento (dias após a semeadura – DAS) em casa de vegetação.

Observou-se na área foliar específica (AFE), uma variação parecida ao que ocorreu com a razão de área foliar (Figura 4), onde os resultados são bastante semelhantes. Entretanto, verifica-se que ocorreram oscilações em RAF que não foram verificadas em AFE. Estas oscilações resultam das taxas de crescimento das folhas individuais, nesta última. Observa-se que aos 30 DAS à maioria das concentrações apresentaram as máximas áreas foliar específica (AFE), sendo que a concentração de 0  $\mu\text{L L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$  teve o seu máximo aos 60 DAS ( $36,11 \text{ cm}^2 \text{g}^{-1}$ ), e ao longo do período estudado a AFE foi diminuindo, cujo menor valor de AFE foi encontrado na concentração de 250  $\mu\text{L L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$  ( $9,14 \text{ cm}^2 \text{g}^{-1}$ ) aos 120 dias após a

semeadura (DAS). Para Benincasa (2003), essas oscilações de crescimento são bastante complexas e difíceis de serem interpretadas.

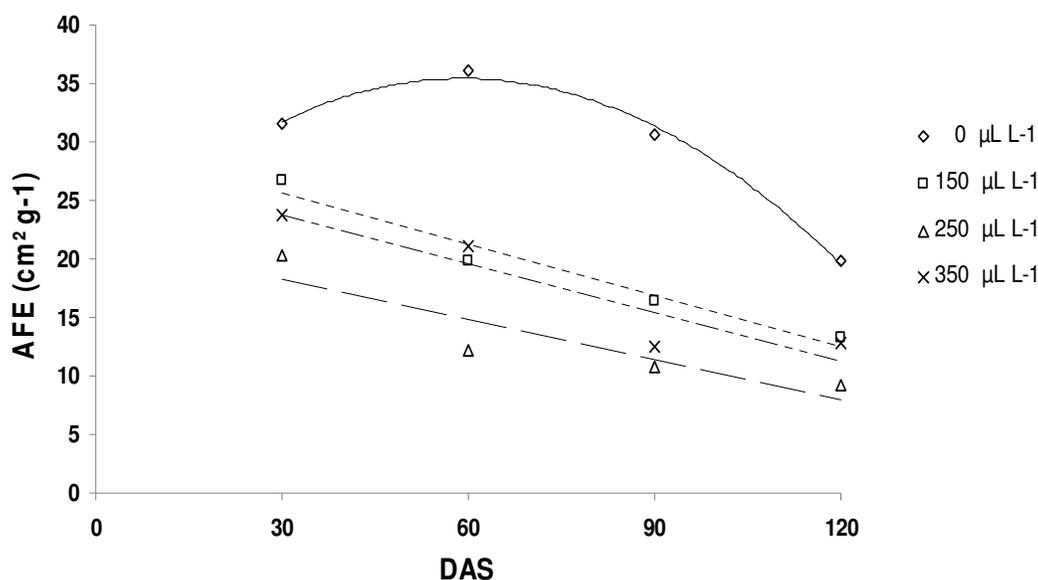


Figura 5. Área foliar específica (AFE -  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ ) de plantas de espécies florestais *Adenantha pavonina* L. e *Ormosia arborea* Vell. Harms, durante a fase inicial de crescimento (dias após a semeadura - DAS) em casa de vegetação.

Tratamentos	Y	R <sup>2</sup>
0 $\mu\text{L L}^{-1}$	$-0,0043x^2 + 0,5062x$	0,99*
150 $\mu\text{L L}^{-1}$	$-0,145x + 29,94$	0,95*
250 $\mu\text{L L}^{-1}$	$-0,1158x + 21,785$	0,82*
350 $\mu\text{L L}^{-1}$	$-0,1379x + 27,871$	0,86*

Na Figura 6 observa-se a razão de massa de folha, onde a interação espécie x época foi significativa e denota uma variação semelhante entre as espécies estudadas. Considerando que as folhas são o centro de produção de matéria seca através da fotossíntese e, que o restante da planta depende da exportação dessa fitomassa, a razão de massa de folha expressa a fração de massa seca não exportada.

Verificou-se que a espécie *Adenantha pavonina* apresentou a razão de massa de folha mais elevada (0,584) que a espécie *Ormosia arborea* (0,494) aos 30

DAS, diminuindo em ambas até aos 90 DAS, sugerindo uma maior exportação de matéria seca para outros órgãos de crescimento, sendo que a partir desse período, apresentaram variação contígua, tendendo ao acúmulo de matéria seca nas folhas, diminuindo conseqüentemente sua exportação, até os 120 DAS, enquanto durou o experimento. Dados estes, contrastantes com os apresentados por Lima et al. (2007), que encontraram decréscimo contínuo para esse índice fisiológico, estudando mudas de mamoeiro.

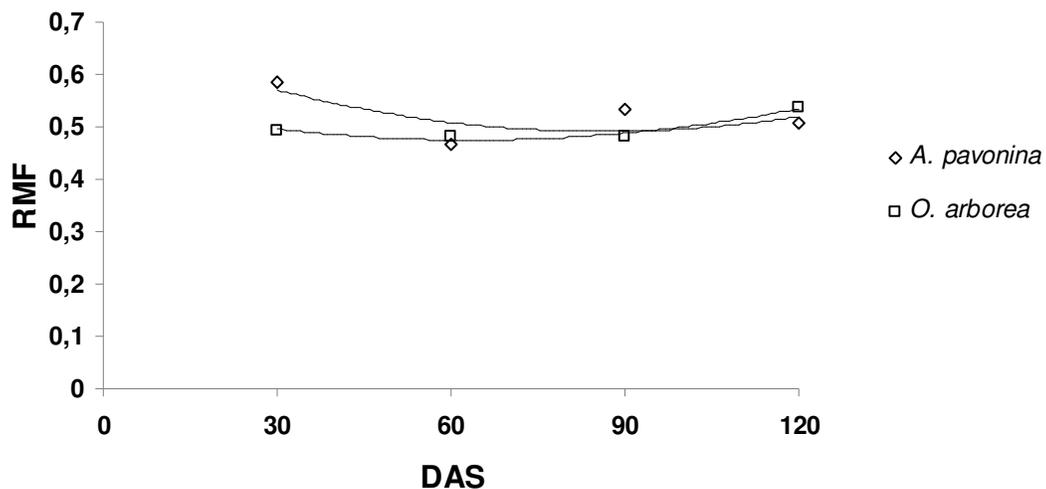


Figura 6. Razão de massa de folha (RMF) de plantas de espécies florestais *Adenantha pavonina* L. e *Ormosia arborea* Vell. Harms, durante a fase inicial de crescimento (dias após a semeadura - DAS) em casa de vegetação.

Espécies	Y	R <sup>2</sup>
<i>Adenantha pavonina</i>	$2E - 05x^2 - 0,0043x + 0,6775$	0,48*
<i>Ormosia arborea</i>	$2E - 05x^2 - 0,0024x + 0,5498$	0,97*

## CONCLUSÃO

O crescimento e a produção de matéria seca calculada por meio dos índices fisiológicos Área Foliar (AF), Taxa de Crescimento Absoluto (TCA), Taxa Assimilatória Líquida (TAL), Razão de Área Foliar (RAF), Área Foliar Específica (AFE) e Razão de Massa de Folha (RMF) foram positivamente estimulados pela pré-embebição das sementes de *Adenantha pavonina* e *Ormosia arborea* em giberelina líquida (GA<sub>3</sub>).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, O. A. **Informações meteorológicas do CNP: mandioca e fruticultura tropical**. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMP, 1999. 35p. (Documentos, 34).
- AZEVEDO NETO, A. D.; PRISCO, J. T.; ENÉAS-FILHO, J.; LACERDA, C. F.; SILVA, J. V.; COSTA, P. H. A.; GOMES-FILHO, E. Effects of salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. **Brazilian Journal Plant Physiology**. v.16, n.1, p.31-38, 2004.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42p.
- BLACKMAN, V. H. The compound interest law and plant growth. **Annals of Botany**, Essex, v.33, p.353-360, 1919.
- BRANDELERO, E. M. **Índices fisiológicos e rendimento de cultivares de soja no município de Cruz das Almas – BA**. 2001. 63f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2001.
- CAMARGO, A. C. de. **Efeitos do ácido giberélico no crescimento invernal de dois cultivares de alfafa (Medicago sativa L.), sob condições de casa de vegetação**. 1992. 180f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Estadual paulista “Júlio Mesquita Filho”, Rio Claro, 1992.

ELIAS, C. O.; CAUSTON, D. R. Studies on data variability and the use of polynomials to describe plant growth. **New Phytologist**, n.77, p.421-430, 1976.

FONTES, P.C.R.; DIAS, E.N.; SILVA, D.J.H. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca na planta e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.94-99, jan-mar. 2005.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de dosagens de N-P-K**. 2001. 164f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – UFV, Viçosa, 2001.

GONÇALVES, J. A. **Arranjo espacial no crescimento e rendimento de amendoim em duas épocas de semeadura no Recôncavo Baiano**. 2004. 91f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2004.

HUNT, R. **Plant growth curves: the functional approach to plant growth analysis**. London: E. Arnold, 1982. p.248.

HUNT, R. **Basic growth analysis**. London: Unwin Hyman, 1990. 112p.

LESSA, L. S.; LEDO, C. A. S.; SILVA, S. O.; SIVIERO, A.; PEIXOTO, C. P.; ALVES, J. S.; OLIVEIRA, M. M. **Avaliação de características vegetativas em diplóides melhoradas de bananeira (AA)**. In: CARVALHO, A. J. C.; VASCONCELLOS, M. A. S.; MARINHO, C. S.; CAMPOSTRINI, E., (ed.). Frutas do Brasil: saúde para o mundo. **Palestras e Resumos**. Congresso Brasileiro de Fruticultura, 19, 2006. Cabo Frio-RJ: SBF/UENF/UFRRJ. 2006. p.242-242.

LESSA, L. S. **Avaliação agrônômica, seleção simultânea de caracteres múltiplos em híbridos diplóides (AA) e desempenho fisiológico de cultivares de bananeira**. 2007. 83p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

LIMA, E. R.; SANTIAGO, A. S.; ARAÚJO, A. P.; TEIXEIRA, M. G. Effects of the size of sown seed on growth and yield of common bean cultivars of different seed sizes. **Brazilian Journal plant Physiology**. v.17, n.3, p.273-281, 2005.

LIMA, J. F. **Tamanho ótimo de parcela, alocação de fitomassa e crescimento de mamoeiro em casa de vegetação.** 2006. 60p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. Universidade Federal da Bahia.

LIMA, J. F.; PEIXOTO, C. P.; LEDO, C. A. S. Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em casa de vegetação. **Ciência Agrotecnologia.** Lavras, v.31, n.5, p.1358-1363, set./out. 2007.

PEIXOTO, C. P. **Análise de crescimento e rendimento de três cultivares de soja (*Glycine max* (L) Merrill) em três épocas de semeadura e três densidades de plantas.** São Paulo, 1998. 151f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escolar Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

PEIXOTO, C. P. **Apontamentos de aulas.** Cruz das Almas. AGR/UFBA, 2002. (Monografias dos Cursos de Fisiologia Vegetal e Fisiologia da Produção 2002. 38p.).

PEIXOTO, C. P. **Curso de Fisiologia Vegetal.** Cruz das Almas. AGR/UFBA, março 2005. Apostilas de Aulas (Fisiologia Vegetal) – Escola de Agronomia. Universidade Federal da Bahia. 155p.

PEREZ, S. C. J. G.; FANTI, S. C. Crescimento e resistência a seca de leucena em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília, v.34, n.6, p. 933-944, jun. 1999.

REIS, G. G.; MULLER, M. W. **Análise de crescimento de plantas mensuração do crescimento.** Belém: CPATU, 1979. 37p.

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. Neto de; MAIA, M. S. Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia preta. **Scientia Agrícola,** v.57, n.2, p.305-312, abr./jun. 2000.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil possui uma grande diversidade de espécies florestais e poucas atenções vêm sendo dadas a estas, talvez pelo fato de algumas espécies apresentarem impermeabilidade do tegumento a água dificultando a sua germinação, o que pode ser atribuído à falta de interesse dos viveiristas. A demanda por recuperação de áreas degradadas, reflorestamento e preservação ambiental reforçam a necessidade de pesquisas que sirvam de suporte à expansão e a produção de mudas de espécies florestais.

Os resultados indicam que o uso do regulador vegetal (giberelina líquida a 4% de GA<sub>3</sub> e 96% de ingredientes inertes) contribui positivamente para um aumento da porcentagem de germinação de sementes, melhora o crescimento das plântulas, acelera a velocidade de emergência e realça o vigor das sementes e plântulas das espécies florestais *Adenantha pavonina* L. (carolina) e *Ormosia arborea* Vell. Harms (olho-de-cabra). Portanto, pode-se informar ao produtor de mudas que apesar das sementes destas espécies terem sido provenientes de armazenamento por um período de dois a três meses em câmara fria a uma temperatura de 5 °C, não foi inviabilizada a sua germinação, nem o desenvolvimento inicial das plantas, desde quando seja realizado inicialmente métodos de escarificações e tratamento prévio de embebição das sementes em giberelina (GA<sub>3</sub>).

Quanto aos índices fisiológicos avaliados por meio da análise de crescimento de plantas, sua utilização possibilitou a comparação do desempenho inicial de plantas de carolina e olho-de-cabra, onde, mesmo pertencendo a mesma família, apresentam crescimento diferenciado, tendo, portanto, exigências diferenciadas e em períodos diferenciados, durante a fase inicial de crescimento.

