

REGULADORES DE CRESCIMENTO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E VIGOR DE PLÂNTULAS DE GUARANAZEIRO

Eva Maria Alves Cavalcanti Atroch ¹
Vera Maria Vasconcelos Cavalcante ²
André Luiz Atroch ^{3*}
Firmino José do Nascimento Filho ⁴

RESUMO - O objetivo desse trabalho foi avaliar a melhoria na germinação de sementes e no vigor das plântulas de guaranazeiro, por meio da adição dos reguladores de crescimento giberelina (GA₃) e da citocinina BAP (benzilaminopurina) ao meio de embebição das sementes, ambos nas dosagens de 0,0 mg/L (testemunha), 10 mg/L, 15 mg/L e 20 mg/L, em delineamento de blocos ao acaso. O número de repetições foi de 16 para os tratamentos com BAP, e 42 repetições para os tratamentos com GA₃. O acompanhamento da germinação, altura de plântulas e número de folhas por plântula foi realizado diariamente. As primeiras plântulas começaram a surgir 83 dias após a semeadura, e as observações foram feitas por mais 100 dias. Foram realizadas análises de regressões linear e quadrática para verificar o efeito dos tratamentos nas variáveis analisadas. A adição de giberelina e citocinina em sementes de guaranazeiro influencia negativamente na germinação das sementes e no vigor das plântulas. Os resultados aqui encontrados não excluem a possibilidade de dormência morfológica ou morfofisiológica em sementes de guaraná. Considera-se a possibilidade de ajuste da metodologia, quanto à concentração e tempo de exposição para a aplicação de giberelinas na germinação do guaraná.

Palavras-chave: *Paullinia cupana*, fisiologia de sementes, dormência de sementes.

GROWTH REGULATORS IN SEED GERMINATION AND VIGOR OF GUARANAZEIRO SEEDLINGS

ABSTRACT - The objective of this work was to evaluate the improvement of seed germination and vigor of guaraná seedlings by adding the growth regulators gibberellin (GA₃) and cytokinin BAP (benzylaminopurine) to the seed imbibition medium at both 0.0 mg / L (control), 10 mg / L, 15 mg / L and 20 mg / L, were used, in randomized complete block design. The number of replicates was 16 for the BAP treatments, and 42 replicates for the GA₃ treatments. The germination (number of germinated seeds), seedling height (cm) and number of leaves per seedlings were monitored daily. The first seedlings began to appear 83 days after sowing, and observations were made for another 100 days. Linear and quadratic regression analyzes were performed to verify the effect of the treatments on the analyzed variables. The addition of gibberellin and cytokinin in guarana seeds influence negatively the seed germination and vigor of the seedlings. The results found here do not exclude the possibility of morphological or morphophysiological dormancy in guarana seeds. It is considered the possibility of adjustment of the methodology, regarding the concentration and time of exposure for the application of gibberellins in the germination of guarana.

Key words: *Paullinia cupana*, seed physiology, seed dormancy.

¹ Doutora em Botânica, Fisiologia Vegetal, professora associada do Instituto de Ciências Biológicas, Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais, Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Av. Gal. Rodrigo Otávio Jordão Ramos, nº3000, Setor Sul, Manaus, AM. eatroch@ufam.edu.br

² Graduanda em Ciências Biológicas, do Centro Universitário do Norte - UNINORTE

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor em genética, conservação e biologia evolutiva, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM-010, km 29, Manaus, AM. andre.atroch@embrapa.br,

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutor em genética e melhoramento vegetal, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM-010, km 29, Manaus, AM. firmino.filho@embrapa.br

INTRODUÇÃO

A disponibilização de cultivares de guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) propagadas por sementes, requer um sistema de produção de mudas diferenciado daquele utilizado na propagação vegetativa que é usualmente feito para as cultivares clonais recomendadas para o plantio atualmente para o Estado do Amazonas.

A obtenção de sementes de elevada qualidade, que possam ser economicamente utilizadas pelos agricultores é fator primordial para a adoção dessas cultivares de guaranazeiro. Diversos fatores afetam a qualidade dessas sementes como o tamanho (FRAZÃO et al., 1981) e o estágio de maturação dos frutos (CARVALHO, KATO & FIGUEIREDO, 1983). A germinação do guaranazeiro é lenta e irregular, e segundo Carvalho et al. (1982) as suas sementes são enquadradas como recalcitrantes perdendo sua viabilidade rapidamente quando armazenadas a granel, provavelmente por sua rápida desidratação. Para um melhor aproveitamento de suas características devem ser colocadas para germinar imediatamente após a colheita, porém sua germinação só inicia a partir de trinta a sessenta dias após a estratificação, podendo chegar até a noventa dias para o processo iniciar e a partir daí as plântulas irão se desenvolver até ficarem aptas ao plantio 12 meses após a germinação inicial, necessitando de estarem vigorosas para suportar o transplante para os sacos e o plantio no local definitivo.

Desta forma as sementes de guaraná reúnem características relativas à recalcitrância e à dormência. De maneira geral, não se espera que sementes recalcitrantes apresentem dormência, conforme sugerem Farrant, Pammenter & Berjak (1988). Contudo, tal condição contraditória é ainda relatada no gênero *Acer* (HONG & ELLIS, 1990; GLEISER, 2004), também Sapindaceae (subfamília Hippocastanoideae Dumortier).

Em estudos de fisiologia da germinação, Bewley & Black (1982) estabelecem que a dormência pode ocorrer de duas formas: (1) associada ao embrião, que pode se apresentar imaturo ou sofrer de alguma limitação metabólica, (2) e associada aos envoltórios da semente, que podem conter substâncias inibitórias ou impedimentos mecânicos à embebição. De forma mais detalhada, Baskin e Baskin (1998; 2004) apresentaram um sistema de classificação de sementes quanto à dormência que compreende quatro classes: dormência fisiológica (PD), dormência morfológica (MD), dormência física (PY) e dormência física associada à fisiológica (PY+PD). Considerando este sistema Finch-Savage & Leubner-Metzger (2006) associam à Ordem Sapindales dormência fisiológica (PD), física (PY) e física + fisiológica (PY+PD).

Os hormônios vegetais agem de forma integrada nos processos metabólicos relativos ao desenvolvimento, estimulando ou inibindo o crescimento. Estes processos são parte das vias de transdução de sinais que envolvem também fatores ambientais e regulam a expressão gênica em sementes. Estudos neste sentido são frequentes com espécies modelo como *Arabidopsis thaliana*, tabaco e tomate, e têm fortalecido o conhecimento sobre o papel do balanço giberelinas/ácido abscísico na germinação, e da importância das interações entre as outras classes de hormônios (KUCERA et al., 2005).

O conjunto das atividades das giberelinas (GAs) na promoção da germinação incluem a neutralização dos efeitos inibitórios do ácido abscísico (ABA), superação das restrições impostas pelo endosperma e pelas estruturas protetoras que envolvem a semente (KUCERA et al., 2005), ação nos crescimentos do eixo embrionário e inicial da plântula (AYELE et al., 2006). Por outro lado, as citocininas promovem divisão celular o que pode resultar na ativação do crescimento do embrião, que levaria à germinação (MIRANSARI & SMITH, 2014).

Estas expectativas estão em conformidade com trabalhos como o de Dewar et al. (1998), que destacam o metabolismo de citocininas durante a germinação do sorgo. Segundo estes autores existem altas concentrações de ABA e citocininas, e baixas de GA biologicamente ativo no embrião durante a germinação, de maneira que as interações citocinina/ABA seriam responsáveis por regular o processo nessas sementes. A relevância de citocinina na germinação

foi também observada por Wang et al., (2011) em trabalho com *A. thaliana*, para identificar mutantes ABA-insensíveis, quando verificaram que uma maior biossíntese de citocinina impediu o efeito do ABA em suprimir a germinação. Por sua vez, as giberelinas são extensamente referenciadas na literatura por promover o crescimento e antagonizar os efeitos do ABA (YAMAGUCHI & KAMIYA, 2001; PENG & HARBERD, 2002) liberando as sementes da dormência e estimulando a germinação. De forma que, Miyoshi & Sato (1997) confirmaram os benefícios da aplicação de citocinina (cinetina) e de giberelina (GA₃) na superação da dormência de sementes descascadas de arroz, quando verificaram ação estimulatória destes reguladores na germinação.

Assim o objetivo desse trabalho foi avaliar a melhoria na germinação de sementes e no vigor das plântulas de guaranazeiro, por meio da adição dos reguladores de crescimento giberelina (GA₃) e da citocinina BAP (benzilaminopurina) ao meio de embebição das sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de cultura de tecidos vegetais da Universidade Federal do Amazonas, no período de dezembro de 2012 a junho de 2013. Os frutos de guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) foram colhidos nos experimentos de melhoramento genético da Embrapa Amazônia Ocidental e logo após a colheita foi realizada a retirada das cascas e lavagem das sementes para retirada do arilo. As sementes foram submetidas a um pré-acondicionamento em areia úmida durante 15 dias.

Após, as sementes foram limpas e acomodadas em béqueres contendo soluções dos reguladores de crescimento por 24 horas para embebição. A partir do dia 19.12.2012 as sementes embebidas foram colocadas para germinar em bandejas com areia úmida.

Foram utilizados dois reguladores de crescimento, ácido giberélico (GA₃) e a citocinina benzilaminopurina (BAP), ambos nas dosagens de 0,0 mg/L (testemunha), 10 mg/L, 15 mg/L e 20 mg/L. O número de repetições foi de 16 para os tratamentos com BAP, e 42 repetições para os tratamentos com GA₃.

O acompanhamento da germinação (número de sementes germinadas), altura de plântulas (cm) e número de folhas por plântula foi realizado diariamente. As primeiras plântulas começaram a surgir 83 dias após a semeadura, e as observações foram feitas por mais 100 dias.

Os dados foram transformados para $\sqrt{x + 0,5}$ e submetidos à análise de variância obedecendo ao delineamento de blocos casualizados. Foram realizadas análises de regressões linear e quadrática para verificar o efeito dos tratamentos nas variáveis analisadas. O software SAS foi utilizado para realizar as análises e os gráficos foram confeccionados com o auxílio da planilha excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variância para as características germinação, altura de plântulas (cm) e número de folhas por plântula entre os quatro níveis dos reguladores de crescimento BAP (Tabela 1) e GA₃ (Tabela 2) mostram que existe diferença significativa entre as doses dos reguladores para as três variáveis.

TABELA 1. Análise de variância para as variáveis germinação, altura de plântulas (cm) e número de folhas por plântula de guaranazeiro submetidas a quatro níveis da citocinina BAP.

F.V.	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS		
		Germinação	Altura (cm)	Número de folhas
Repetição	15	0,6707	7,8086	2,0028
Doses	3	3,3167**	34,8714**	9,7199**
-Efeito linear	1	6,0944**	62,9070**	17,7399**
-Efeito quadrático	1	3,0410**	30,7954**	8,7844**
Erro	1869	0,0145	0,1807	0,0501
Média geral		0,76	0,88	0,80
C.V.(%)		15,81	48,13	27,94

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Nessas tabelas pode-se visualizar que os efeitos linear e quadrático para os níveis de BAP (Tabela 1) e GA₃ (Tabela 2) foram significativos ao nível de 1% de probabilidade. Por ser mais fácil para explicar os efeitos biológicos, o modelo linear foi escolhido para representar o efeito do aumento das dosagens nas características avaliadas (Figuras 1, 2 e 3).

A maior variação foi observada na característica altura de plântulas (C.V.= 48,13%) submetidas aos níveis de BAP (Tabela 1) e a menor variação foi observada na germinação (C.V.= 15,81%). Quanto à variação devida as doses de GA₃, altura de plântulas (C.V.= 49,24%) obteve maior variação nos dados, e germinação (C.V.= 17,73%) a menor.

Pode-se inferir que a giberelina GA₃ tem maior efeito na germinação das sementes e aumento de vigor nas plântulas de guaranazeiro, obtendo maiores médias de germinação (0,78), altura de plântulas (0,97) e número de folhas por plântula (0,85) (Tabela 2), em relação aos tratamentos com BAP (Tabela 1). Porém, o aumento das doses de BAP e GA₃ reduz a germinação das sementes e o vigor das plântulas de guaranazeiro, que apresentam melhor desempenho na ausência dos reguladores (tratamento testemunha), e assim exibiram maiores valores de germinação, altura de plântulas e número de folhas por plântula (Figuras 1, 2 e 3).

TABELA 2. Análise de variância para as variáveis germinação, altura de plântulas (cm) e número de folhas por plântula de guaranazeiro submetidas a quatro níveis do regulador de crescimento GA₃.

F.V.	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS		
		Germinação	Altura (cm)	Número de folhas
Repetição	41	1,5877	18,4346	5,3521
Doses	3	0,2730**	3,1949**	0,4962**
-Efeito linear	1	4,4505**	45,0463**	12,0207**
-Efeito quadrático	1	2,5023**	23,8565**	6,6007**
Erro	4494	0,0195	0,2264	0,0694
Média geral		0,78	0,97	0,85
C.v.(%)		17,73	49,24	30,87

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

A Figura 1 mostra o efeito linear das doses dos reguladores BAP e GA₃ na germinação das sementes de guaranazeiro. O aumento das doses de BAP e GA₃ tem efeito inibitório, e a testemunha (dose 0,0 de reguladores) apresenta os maiores valores de germinação.

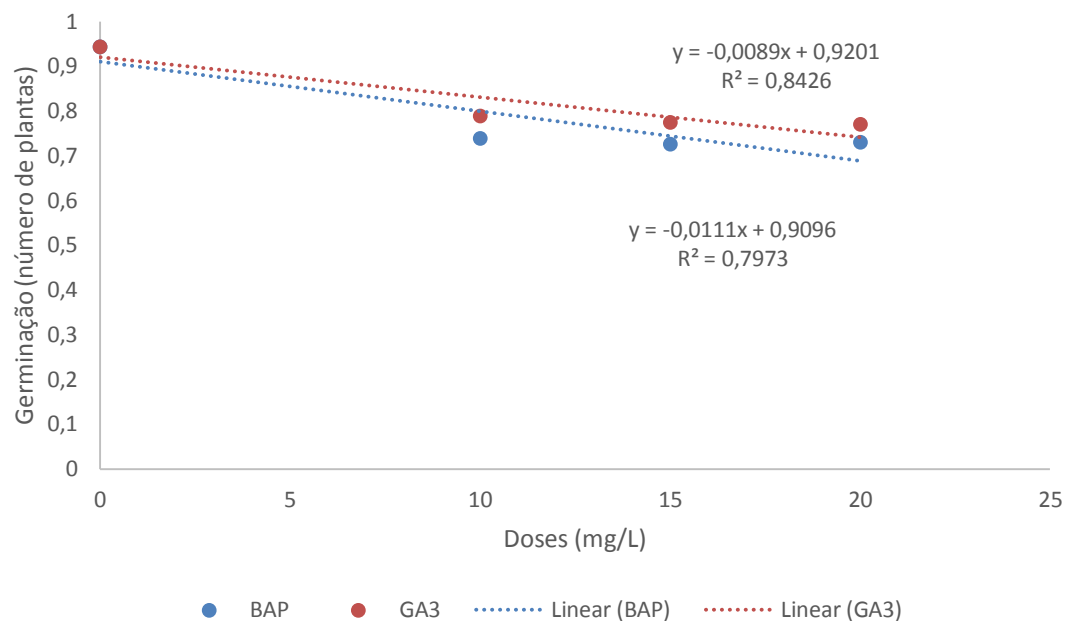


FIGURA 1. Efeito linear das doses dos reguladores de crescimento BAP e GA₃ sobre a germinação de sementes de guaranazeiro.

Na Figura 2 o aumento das dosagens de reguladores (BAP e GA₃) implica em diminuição da altura das plântulas de guaranazeiro, sendo que a ausência destes resultou em plântulas com maior altura.

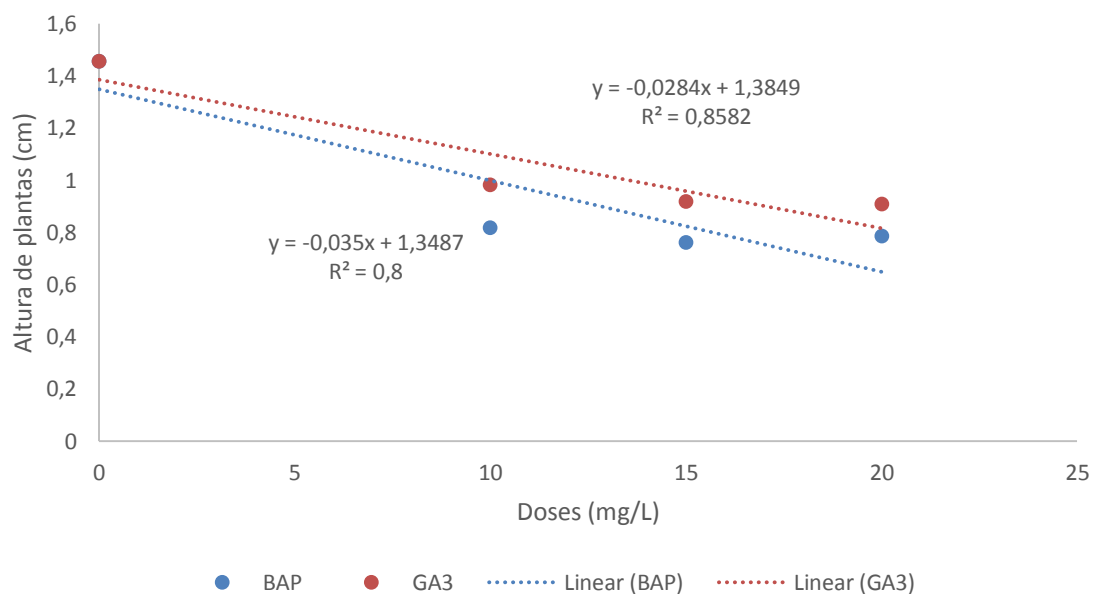


FIGURA 2. Efeito linear das doses dos reguladores BAP e GA₃ sobre a altura de plântulas de guaranazeiro.

Na Figura 3 observa-se o mesmo efeito inibidor do aumento das doses dos reguladores (BAP e GA₃) no número de folhas nas plântulas de guaranazeiro.

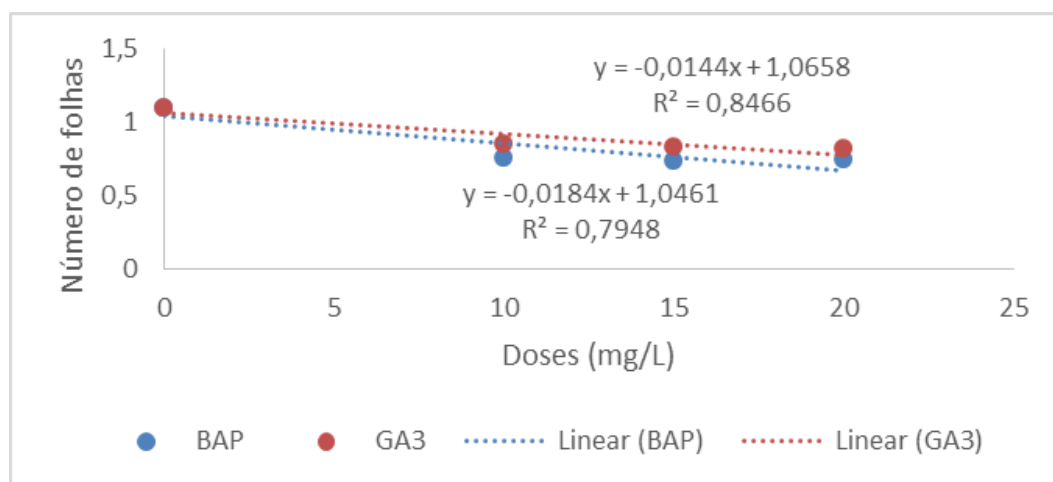


FIGURA 3. Efeito linear das doses dos reguladores BAP e GA₃ sobre o número de folhas de plântulas de guaranazeiro.

O guaranazeiro possui sementes recalcitrantes (CARVALHO et al., 1982), tendo, nesse caso, um período de longevidade curto (HARRINGTON, 1972). Estas sementes não sofrem secagem natural na planta-matriz e são liberadas com alto teor de umidade (NEVES, 1994). Se esta umidade for reduzida abaixo de um nível crítico ocorrerá a morte durante o armazenamento (KING & ROBERTS, 1979). Por isso, é importante manter o nível de umidade das sementes de guaranazeiro após a colheita e o armazenamento é inapropriado, porque mesmo se essa umidade for mantida em nível adequado durante o armazenamento, sua longevidade é relativamente curta (KING & ROBERTS, 1980). Assim as sementes devem ser logo colocadas para germinar imediatamente após a colheita e beneficiamento.

Aspectos relativos à germinação na família Sapindaceae são escassos. Cook et al (2008), em trabalho que verificou a ocorrência de dormência física (PY) em nove gêneros ocorrentes na Austrália, relata estar este tipo de dormência presente em 50% do material estudado, contudo sugere ser rara na família que carece de investigações em um maior número de espécies para gerar dados mais consistentes.

Contudo, em sementes de guaraná não se observa impedimentos à embebição, nem resposta a tratamentos de escarificação (CARVALHO et al, 1980; 1982), o que elimina dormência física. Entretanto, Milanez (1958) apud Carvalho et al. (1980), atribui a dormência no guaraná à condição morfológica da radícula do embrião, que não se encontra externamente diferenciada. É possível então que essas sementes apresentem dormência morfológica, e desta forma não teriam condições de responder a tratamentos de quebra de dormência (BASKIN & BASKIN, 2004). No entanto, se houver também alguma limitação fisiológica à germinação, seria possível experimentar a aplicação de reguladores de crescimento para acelerar o processo.

Os tratamentos de embebição das sementes de guaraná aqui aplicados, com os reguladores BAP e GA₃, influenciaram negativamente na germinação das sementes e no vigor das plântulas. Resultados similares, para germinação em soja, foram encontrados por Moterle et al. (2011) quando utilizaram uma mistura comercial de reguladores (cinetina, GA₃ e AIB) Stimulate® e concluíram que doses crescentes do biorregulador não influenciaram a germinação e a massa seca das sementes, entretanto, podem aumentar o vigor, dependendo do

cultivar. A aplicação de GA₃ também não foi eficiente para aumentar a taxa de germinação em lichia (*Litchi chinensis* Sonn.), ou aumentar a viabilidade das sementes, entretanto reduziu o tempo médio de germinação (ONO et al., 2000)

Porém outros autores constataram resultados contrários aos obtidos nesse trabalho. Em citrumelo Ono et al. (1995) usaram giberelinas e citocininas nas sementes e concluíram que GA₃ nas doses de 50 mg/L ou 250 mg/L aumentaram a porcentagem de germinação em menor tempo. Prado Neto et al. (2007) usaram giberelina e a mistura comercial (cinetina, GA₃ e AIB) Stimulate® em sementes de jenipapo e constataram efeitos da giberelina GA₃ e do Stimulate® na velocidade de germinação, e de Stimulate® no maior comprimento das raízes e maior número total de plântulas em relação aos outros tratamentos. Também Santos et al., (2013) relatam melhora na germinação das sementes do maracujazeiro amarelo pré-embebidas em GA₃, e ainda efeito benéfico no vigor de plântulas verificado no comprimento da parte aérea e total.

A eficiência da aplicação de reguladores de crescimento depende de variados fatores como a concentração das substâncias, o número de aplicações, o estágio de desenvolvimento do órgão alvo, bem como condições ambientais como luz e temperatura (GIANFAGNA, 1987). Assim, embora a metodologia não tenha se mostrado eficiente, foi possível verificar que o GA₃ apresentou melhor desempenho em relação ao BAP. Esta resposta pode ser analisada para ajuste da metodologia na aplicação de giberelinas para germinação e crescimento inicial de plantas de guaraná.

CONCLUSÕES

A adição de giberelina e citocinina em sementes de guaranazeiro influencia negativamente na germinação das sementes e no vigor das plântulas.

Os resultados encontrados não excluem a possibilidade de dormência morfológica ou morfofisiológica em sementes de guaraná.

Considera-se a possibilidade de ajuste da metodologia, quanto à concentração e tempo de exposição para a aplicação de giberelinas na germinação do guaraná.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds – ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. San Diego, CA, USA: Academic Press. 1998.
- BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**, v.14, p.1–16, 2004.
- CARVALHO, J.E.U de; FRAZÃO, D.A.C; FIGUERÊDO, F.J.C.; OLIVEIRA, R. P. de. **Conservação da viabilidade de sementes de guaraná (Paullinia cupana var. sorbilis (Mart.) Ducke)**. Belém: Embrapa CPATU, 1982. 12p. (Embrapa CPATU. Circular Técnica, 35).
- CARVALHO, J.E.U de; KATO, A.K.; FIGUERÊDO, F.J.C. **Efeito do estágio de maturação do fruto sobre a qualidade de semente de guaranzeiro**. Belém: Embrapa CPATU, 1983. 11p. (Embrapa CPATU. Circular Técnica, 43).
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.
- COOK, A.; TURNER, S.R.; BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C.; STEADMAN, K.J.; DIXON, K.W.
Occurrence of Physical Dormancy in Seeds of Australian Sapindaceae: A Survey of 14 Species in Nine Genera. **Annals of Botany**, v.101, p.1349-1362, 2008.
- DEWAR, J.; TAYLOR, J.R.N; BERJAK, P. Changes in selected plant growth regulators during germination in sorghum. **Seed Science Research**, v.8, p.1–8, 1998.
- FINCH-SAVAGE, W.E.; LEUBNER-METZGER, G. Seed dormancy and the control of Germination. **New Phytologist**, v.171, p.501–523, 2006.
- FRAZÃO, D.A.C; FIGUERÊDO, F.J.C.; CORRÊA, M.P.F; OLIVEIRA, R. P. de; POPINIGIS, F. **Tamanho da semente de guaraná e sua influência na emergência e no vigor**. Belém: Embrapa CPATU, 1981. 15p. (Embrapa CPATU. Circular Técnica, 20).
- GIANFAGNA, T. J. Natural and synthetic growth regulators and their use in horticultural and agronomic crops. In: Davies, P. J. (ed.). **Plant hormones and their role in plant growth and development**. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, 1987. p. 614–635.
- HARRINGTON, J.H. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed). **Seed Biology**. New York: Academic Press, 1972. v.3, p.145-245.
- KING, M.W.; ROBERTS, E.H. **The storage of recalcitrant seeds: achievements and possible approaches**. Rome: International Board of Plant Genetic Resources, 1979. 96p.
- KING, M.W.; ROBERTS, E.H. Maintenance of recalcitrant seeds in storage. In: CHIN, H.H.; ROBERTS, E.H. (Ed.). **Recalcitrant crop seeds**. Kuala Lumpur: Tropical Press, 1980. cap. 4, p.53-89.

- MIYOSHI, K.; SATO, T. The effects of kinetin and gibberellin on the germination of dehusked seeds of indica and japonica rice (*Oryza sativa* L.) under anaerobic and aerobic conditions. **Annals of Botany**, v.80, p.479-483, 1997.
- MOTERLE, L.M.; SANTOS, R.F. dos; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, A.L.; BONATO, C.M.; CONRADO, T. Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**, v.58, n.5, p.651-660, 2011.
- NEVES, C.S.V.J. Sementes recalcitrantes: revisão de literatura. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.29, n.9, p.1459-1467, 1994.
- ONO, E.O.; LEONEL, S.; RODRIGUES, J.D. Efeitos de fitorreguladores na germinação de sementes de citrumelo “Swingle”. **Semina, Ci. Agr.**, v.16, n.1, p.47-50, 1995.
- ONO, E.O.; LEONEL, S.; DUARTE FILHO, J.; RODRIGUES, J.D. Effects of Storage and Exogenous Ga₃ on Lychee Seed Germination Disponível em: **Brazilian Archives of Biology and Technology**, On-line version ISSN 1678-4324, acessado em 17/10/2016.
- PRADO NETO, M; DANTAS, A.C.V.L.; VIEIRA, E.L.; ALMEIDA, V.O. Germinação de sementes de jenipapeiro submetidas à pré-embebição em regulador e estimulante vegetal. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.693-698, 2007.
- RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. 7. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 856p.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C. **Plant physiology**. 4. Ed. California: Wadsworth, 1992. 682p.
- SANTOS, C.A.C. dos; VIEIRA, E.L.; PEIXOTO, C.P.; LEDO, C.A. da S. Germinação de sementes e vigor de plântulas de maracujazeiro amarelo submetidos à ação do ácido giberélico. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 400-407, Mar./Abr., 2013.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 559p.
- VIEIRA, E.L.; MONTEIRO, C.A. Hormônios vegetais. In: **Introdução à fisiologia vegetal**. Maringá: Eduem, 2002. p.79-104.
- WANG, Y.; LI, L.; YE, T.; ZHAO, S.; LIU, Z.; FENG, Y.; WU, Y. Cytokinin antagonizes ABA suppression to seed germination of Arabidopsis by down regulating ABI₅ expression. **The Plant Journal**, v.68, p.249–261, 2011.
- MIRANSARIA, M; SMITH, D.L. Plant hormones and seed germination. **Environmental and Experimental Botany**, v. 99, p.110– 121, 2014.
- FARRANT, J. M.; PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. Recalcitrance - a current assessment. **Seed Science and Technology**, v.16, p.155-166, 1988.
- HONG, T.D.; ELLIS, R.H. A comparison of maturation drying, germination, and desiccation tolerance between developing seeds of *Acer pseudoplatanus* L. and *Acer platanoides* L. **New Phytol.**, v.116, p.589-596, 1990.

GLEISER, G.; PICHER, M.M; VEINTIMILLA, P.; MARTINEZ, J.; VERDÚ, M. Seed dormancy in relation to seed storage behavior in Acer. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.145, p.203 – 208, 2004.

DEBEAUJON, I.; KOORNNEEF, M. Gibberellin requirement for Arabidopsis seed germination is determined both by testa characteristics and embryonic abscisic acid. **Plant Physiology**, v.122, p.415–424, 2000.

BIRGIT KUCERA, B.; COHN, M.A.; LEUBNER-METZGER, G. Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. **Seed Science Research**, v. 15, p.281–307, 2005.

YAMAGUCHI, S.; KAMIYA, Y. Gibberellin and light-stimulated seed germination. **J. Plant Growth Regul**, v.20, p.369-376, 2001.

PENG, J.; HARBERD, N.P. The role of GA-mediated signalling in the control of seed germination. **Curr Opin Plant Biol.**, v.5, p.376-381, 2002.