

- SMITH, H. 1994. The perception of light quality. *In* Photomorphogenesis in plants (R.E. Kendrick & G.H.M. Kronenberg, eds.). Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, p.187-217.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. 2004. Fisiologia vegetal. 3 ed. Artimed, Porto alegre.
- TAKAHASHI, N., PHINNEY, B.O. & MACMILLAN, J. 1991. Gibberellins. Springer – Verlag, New York.
- TAKAKI, M. 2001. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 13:104-108.
- TOLEDO, F.F. & MARCOS FILHO, J. 1977. Manual das sementes: tecnologia da produção. Ceres, São Paulo.
- TSUBOI, H. & NAKAGAWA, J. 1992. Efeito da escarificação por lixa, ácido sulfúrico e água quente na germinação de sementes de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.). *Científica* 20:63-72.
- VASCONCELLOS, M.A.S., SILVA, A.C., SILVA, A.C. & REIS, F.O. 2005. Ecofisiologia do Maracujazeiro e implicações na exploração diversificada. *In* Maracujá: germoplasma e melhoramento genético (F.G. Faleiro, N.T.V. Junqueiro & M.F. Braga, eds.). Embrapa Cerrados, Planaltina, p. 295-313.
- VERTUCCI, C.W. & LEOPOLD, A.C. 1983. Dynamics of imbibition of soybean embryos. *Plant Physiology* 72:190-193.
- WALKER, M. A., ROBERTS, D. R., WAITE, J. L. & DUMBROFF, E. B. 1989. Relationship among cytokinin, ethylene and polyamines during the stratification-germination process in seeds of *Acer saccharum*. *Physiologia Plantarum* 76:326-332.
- ZARATIN, C. 2002. Armazenamento das sementes associado à embebição, hormônios e KNO₃ na germinação e desenvolvimento inicial de mudas de *Passiflora alata* Dryander. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.
- ZUCARELI, C., CASTRO, M.M., OLIVEIRA, H.R., BRANCALIÃO, S.R., RODRIGUES, J.D., ONO, E.O. & BOARO, C.S.F. 2001a. Germinação de sementes de *Passiflora alata* em resposta a temperatura e fitorreguladores. *Informativo Abrates* 11:309.
- ZUCARELI, C., CASTRO, M.M., CAVARIANI, C. & NAKAGAWA, J. 2001b. Períodos de exposição a temperaturas alternadas e constante na germinação de sementes de *Passiflora alata* Dryander. *Informativo ABRATES* 11:308.
- ZUCARELI, C., CASTRO, M.M., OLIVEIRA, H.R., BRANCALIÃO, S.R., RODRIGUES, J.D., ONO, E.O. & BOARO, C.S.F. 2003. Fitoreguladores e germinação de sementes de maracujá doce em condições de laboratório. *Scientia Agrária* 4:9-14.

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

- OSIPI, E.A.F. & NAKAGAWA, J. 2005. Efeito da temperatura na avaliação da qualidade fisiológica de sementes do maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryander). Revista Brasileira de Fruticultura 27:179-181.
- PASSOS, I.R.S., MATOS G.V.C., MELETTI, L.M.M., SCOTT, M.D.S., BERNACCI, L.C. & VIEIRA, M.A. R. 2004. Utilização do ácido giberélico para a quebra de dormência de sementes de *Passiflora nítida* Kunth germinadas “*in vitro*”. Revista Brasileira de Fruticultura 23:380-381.
- PIMENTEL-GOMES, F. 1990. Curso de estatística experimental. Nobel, Piracicaba.
- PERREIRA, T.S. & ANDRADE, A.C.S. 1994. Germinação de *psidium guajava* L. e *passiflora edulis* Sims: efeito da temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. Revista Brasileira de Sementes 16: 58-62
- ROSSETTO, C.A.V., CONEGLIAN, R.C.C., NAKAGAWA, J., SHIMIZU, M.K. & MARIN, V.A. 2000. Germinação de sementes de maracujá doce (*Passiflora alata* Dryand) em função de tratamento pré-germinativo. Revista Brasileira de Sementes 22:247-252.
- RUGGIERO, C. 1991. Enxertia do maracujazeiro. In A cultura do maracujá no Brasil (A.R. São José, ed.). Jaboticabal: FUNEP, FCAVJ, Unesp, p.43-59.
- RUGGIERO, C. 1998. Maracujá: do plantio à colheita. FUNEP, Jaboticabal.
- RUGGIERO, C., OLIVEIRA, J.C. & NOGUEIRA FILHO, G.C. 1994. Enxertia do maracujazeiro. In Maracujá: produção e mercado (A.R. São José, ed.). Vitória da conquista: Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, p.49-57.
- SALISBURY, F.B. & ROSS, C.W. 1991. Plant Physiology. Wadsworth Publishing, Belmont, 682p.
- SANTOS, M.C., SOUSA, G.R.L., SILVA, J.R. & SANTOS, V.L.M. 1999. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de maracujá (*Passiflora edulis* Sims *flavicarpa* Deg.). Revista Brasileira de Sementes 21:1-6.
- SÃO JOSÉ, A.R. 1994. Maracujá: produção e mercado. UESB, Vitória da Conquista.
- SHIOGA, P.S. 1990. Controle da hidratação e desempenho das sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Dissertação de mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luíz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- SILVA, J.B.C. & NAKAGAWA, J. 1995. Estudo de fórmulas para cálculos da velocidade de germinação. Informativo ABRATES 5:62-73.
- SILVA, R.P., PEIXOTO, J.R. & JUNQUEIRA, N.T.V. 2001. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims *F. Flavicarpa* DEG). Revista Brasileira de Fruticultura 23:377-381.
- SMITH, H. 1975. Light quality and germination: ecological implications. In Seed ecology (W. Heydecher). Butterworth , London.

- MATTOO, A.K. & SUTTLE, J.C. 1991. The plant hormone ethylene. CRC Press, London.
- McDONALD, M.D. & KHAN, A.A. 1983. Acid scarification and protein synthesis during seed germination. *Agronomy Journal* 2(75):111-114.
- MELETI, L.M.M. 2001. A cultura do maracujazeiro em São Paulo. *O Agrônomo* 53:18-20.
- MELETTI, L.M.M. 2000. Maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims). In *Propagação de frutíferas tropicais* (L.M.M. Meletti, coord.). Agropecuaria, Guaibá.
- MELETTI, L.M.M., FURLANI, P.R., ALVAREZ V., SOARES-SCOTT, M.D., BERNACCI, L.C. & AZEVEDO-FILHO, J.A. 2002. Novas tecnologias melhoram a produção de mudas de maracuja, *O Agrônomo* 54:30-33.
- MELETTI, L.M.M. SOARES-SCOTT, M.D. & BERNACCI, L.C. 2005. Caracterização fenotípica de tres seleções de maracujazeiro-roxo (*Passiflora edulis* Sims). *Rvista Brasileira de Fruticultura*, v.27, n.2, p.268-272.
- MELO, A.L., OLIVEIRA, J.C. & VIEIRA, R.D. 2000. Superação de dormência em sementes de *Passiflora nítida* H.B.K. com hidróxido de cálcio, ácido sulfúrico e ácido giberélico. *Revista Brasileira de Fruticultura* 22:260-263.
- MORAES, C.R.A., MODOLO, V.A. & CASTRO, P.R.C. 2002. Fisiologia da Germinação e Dominância Apical. In *Introdução à fisiologia do desenvolvimento Vegetal* (P.R.C. Castro, J.O.A Sena & R.A. Kluge, eds.). Eduem, Maringá.
- MORLEY-BUNKER, M. J. S. 1974. Some aspects of seed dormancy with reference to *Passiflora* spp. and other tropical and subtropical crops. University of London, Londres.
- MORLEY-BUNKER, M.J.S. 1980. Seed coat dormancy in *Passiflora* species. *Annual Journal Royal New Zealand Institute of Horticulture* 8:72-84.
- NOBREGA, L.H.P. & RODRIGUES, T.J.P. 1995. Efeitos do estresse hídrico sobre a absorção de água durante a germinação de sementes e o estabelecimento de plântulas de soja. *Informativo ABRATES* 5:51-58.
- NUNES, T.S. & QUEIROZ, L.P. 2001. A família Passifloriaceae na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Sitientibus: Série Ciências Biológicas* 1:33-46.
- OLIVEIRA, J.C., NAKAMURA, K., MAURO, A.O. & CENTURION, M.AP.C. 1994. Aspectos gerais do melhoramento do maracujazeiro. In *Maracujá: produção e mercado* (A.R. São José). UESB, Vitória da Conquista, p.27-28
- OLIVEIRA, R.P. & SCIVITTARO, W.B. 1993. Avaliação de mudas de maracujazeiro em função do substrato e do tipo de bandeja. *Scientia Agrícola* 50:261-266.
- ONO, E.O., RODRIGUES, J.D., SABINO, J.C. & PINHO, S.Z. 1993. Estudo da embebição e da viabilidade de sementes de macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche). *Scientia Agrícola* 50:40-44.

- FOGAÇA, L.A., FERREIRA, G. & BLOEDORN, M. 2001. Efeito do ácido giberélico (GA₃) aplicado em sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryander) para produção de mudas em diferentes embalagens. *Revista Brasileira de Fruticultura* 23:152-155.
- GIACOMETTI, D. 1954. O maracujá, *Passiflora sp.* *Boletim de Agricultura* 3:17-29.
- GRATAPAGLIA, D., CALDAS, L.S., SILVA, J.R. & MACHADO, M.A. 1991. Cultura de tecidos de maracujá. *In* A cultura do maracujá no Brasil (A.R. São José, ed.). Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, p.61-75.
- HADAS, A. 1976. Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potential in osmotic solution. *Journal of Experimental Botany* 52:480-489.
- HEGARTY, T.W. 1978. The physiology of seed hydration and dehydration and relation between water stress and control of germination: a review. *Plant Cell and Environment* 1:101-119.
- HORCAT, C.H. & LETHAM, D.S. 1990. Biosynthesis of cytokinin in germination seeds of *Zea mays*. *Journal of Experimental Botany* 41:1525-1528.
- LABOURIAU, L.G. 1983. A germinação das sementes. OEA, Washington.
- LABOURIAU, L.G. & PACHECO, A. 1978. On the frequency of isothermal germination in seeds of *Dolichosbiflorus* L. *Plant & Cell Physiology* 19:507-512.
- LABOURIAU, L.G. & PACHECO, A. 1979. Isothermal germination rates in seeds of *Dolichos biflorus* L. *Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales*, Caracas, Tomo XXXIV, p. 73-112, (Separata del Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales, 136).
- LARCHER, W. 2000. *Ecofisiologia vegetal*. RiMa, São Carlos.
- LEONEL, S. & PEDROSO, C. J. 2005. Produção de mudas de maracujazeiro-doce com uso de biorreguladores. *Revista Brasileira de Fruticultura* 27:107-109.
- LOMBARDI, S.L. 2003. Estudos anatômicos e fisiológicos da organogênese *in vitro* em *Passiflora cincinnata* Mast. Dissertação de mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- LOPES, H.M., GOURLART, E.M., VASCONCELOS, M.A., QUEIROZ, O.A. & SILVA, E.R. 2003. Influência do arilo e da escarificação do tegumento sobre a germinação e absorção de água em sementes de maracujá doce (*Passiflora alata* Dryand). *Informativo ABRATES* 13:443.
- MALAVASI, M.M. 1988. Germinação de sementes. *In* Manual de análise de sementes florestais (F. C. M. Piña-Rodrigues, coord.). Fundação Cargill, Campinas, p.25-39.
- MALAVASI, M.M., FOGAÇA, C.A., FOGAÇA, L. & FERREIRA, G. 2001. Preparo e coloração de sementes de maracujá doce (*Passiflora alata* Dryander) para avaliação da viabilidade através de teste do tetrazólio. *Revista Brasileira de Fruticultura* 23:126-129.
- MARCOS-FILHO, J. 2005. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. FEALQ, Piracicaba.

- COLL, J.B., RODRIGO, G., GERCIA, B.S. & TAMES, R.S. 2001. Fisiologia vegetal. Ediciones Pirâmides S.A., Madrid.
- CONEGLIAN, R.C.C., ROSSETO, C.A.V., SHIMIZU, M.K. & VASCONCELLOS, M.A.S. 2000. Efeito de métodos de extração e de ácido giberélico na qualidade de sementes de maracujá-doce (*passiflora alata* Dryand). Revista Brasileira de Fruticultura 22:463-467.
- COPELAND, L.O. & MCDONALD, M.B. 1995. Principles of seed science and technology. 3 ed. Chapman e Hall, New York.
- CUNHA, R. & CASALI, W.D. 1989. Efeito de substâncias reguladoras de crescimento sobre a germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). Revista Brasileira de Fisiologia vegetal 1:121-132.
- DAVIES, P.J. 1994. Plant hormones: their role in plant growth and development. 2 ed. Nijiihoff Publishers, New York.
- DUARTE FILHO, J., VASCONCELLOS, M.S. CARVALHO, C.M. & LEONEL, S. 2000. Germinação de sementes de *Pssiflora gibert* N. E. Brown sob temperatura controlada. Revista Brasileira de Fruticultura 22:468-470.
- DURIGAN, G., BAITELLO, J.B., FRANCO, G.A.D.C. & SIQUEIRA, M.F. 2004. Plantas do cerrado paulista: imagens de uma paisagem ameaçada. Páginas & Letras Editora e Gráfica, São Paulo.
- FERRARI, T.B. 2005. Germinação de sementes e análise de crescimento no estágio inicial do desenvolvimento de *Passiflora alata* Curtis com o uso de biorreguladores. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- FERRAS-GRANDE, F.G.A. & TAKAKI, M. 2006. Efeitos da luz, temperatura e estresse de água na Germinação de sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (caesalpinoideae). Bragantia 65:37-42.
- FERREIRA, F.R. & OLIVEIRA, J.C. 1991. Germoplasma de passiflora. In A cultura do maracujá no Brasil (A.R. São José, ed.). FUNEP, Jaboticabal, p.187-200.
- FERREIRA, G. 1998. Estudo da embebição e efeito de fitorreguladores na germinação de sementes de Passifloráceas. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- FERREIRA, G., FOGAÇA, L.A. & MORO, E. 2001. Germinação de sementes de *Passiflora alata* Dryander (maracujá-doce) submetidas a diferentes tempos de embebição e concentrações de ácido giberélico. Revista Brasileira de Fruticultura 23:160-163.
- FERREIRA, G., DETONI, A.M., TESSER, S.M. & MALAVASI, M.M. 2002. Avaliação de métodos de extração do arilo e tratamento com ethephon em sementes de *Passiflora gibert* N.E. Brawn pelos testes de germinação e de tetrazólio. Revista Brasileira de Sementes 24:248-253.

- BERNACCI, L.C., VITTA, F.A. & BAKKER, Y.V. 2003. Passiflora L. *In* Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. Paulo (M. G. L Wanderley, G.J Shepherd, A.M Giuliatti & T.S Melhem). RiMa/FAPESP, São Paulo, v.3, p.248-274.
- BEWLEY, J.D. & BLACK, M. 1985. Seeds: physiology of development and germination. Plenum Press, New York.
- BEWLEY, J.D. & BLACK, M. 1994. Seeds: Physiology of development and germination. Plenum Press, New York.
- BORGES, E.E.L. & RENA, AB. 1993. Germinação de sementes. *In* Sementes florestais tropicais (I.B. Aguiar, F.C.M. Pinã-Rodrigues & M.B. Figlioglia, eds). ABRATES, Brasília, p.83-135.
- BORGHETTI, F. & FERREIRA, A.G. 2004. Interpretação de resultados de Germinação. *In* Germinação: do básico ao aplicado (A. Gui Ferreira & F. Borghetti, orgs.). Artimed, Porto Alegre, p.209-222.
- BORGHETTI, F. 2004. Dormência embrionária. *In* Germinação: do básico ao aplicado (A. Gui Ferreira & F. Borghetti, orgs.). Artimed, Porto Alegre, p.109-123.
- BOTELHO, B.A. & PEREZ, S.C.J.G.A. 2001. Estresse hídrico e reguladores de crescimento na germinação de sementes de canafístula. *Scientia Agrícola* 58:43-49.
- BRASIL. 1992. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Produção vegetal. Divisão de Sementes e Mudas. Regras para análise de sementes. Ministério da Saúde, Brasília.
- BUCKERIDGE, M.S.; AIDAR, M.P.M.; Santos H.P.; TINÉ, M.A.S. 2004. Acúmulo de reservas. *In* Germinação: do básico ao aplicado (A. Gui Ferreira & F. Borghetti, orgs.). Artimed, Porto Alegre, p.149-162.
- CARDOSO, G.D., TAVARES, J.C., FERREIRA, R.L.F., CÂMARA, F.A.A. & CARMO, G.A. 2001. Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro-amarelo obtidas de sementes extraídas por fermentação. *Revista Brasileira de Fruticultura* 23:639-642.
- CARDOSO, V.J.M. 2004. Dormência: estabelecimento do processo. *In* Germinação: do básico ao aplicado (A. Gui Ferreira & F. Borghetti, orgs.). Artimed, Porto Alegre, p.95-108.
- CARNEIRO, J.W.P. & BRACCINI, A.L. 1996. Relações hídricas durante a germinação, *Informativo ABRATES* 6:46-55.
- CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. 2000. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4 ed. Funep, Jaboticabal.
- CASTRO, R.D. & HILHORST, H.W.M. 2004. Embebição e reativação do metabolismo. *In* Germinação: do básico ao aplicado (A. Gui Ferreira & F. Borghetti, orgs.). Artimed, Porto Alegre, p.149-162.

8 - Referências Bibliográficas*

- AGRA, M. F., LOCATELLI, E., ROCHA, E. A. BARACHO, G.S. & FORMIGA, S.C. 1996. Plantas Mediciniais nos Cariris Velhos, Paraíba, Parte II: subclasses Magnoliidae, Caryophyllidae, Dilleniidae e Rosidae. *Revista Brasileira de Farmácia* 77:97-102.
- AGRIANUAL. 2005. Anuário da Agricultura Brasileira. Maracujá, São Paulo, p.393-399.
- ARTECA, R.D. 1996. *Plant growth substances: principles and applications*. Chapman & Hall, New York.
- AKAMINE, E.K., BEAUMONT, J.H., BOWERS, F.A.I., HAMILTON, R.A., NISHIDA, T., SHERMAM, G.D., SHOJI, K., STOREY, W.B., YEE, W.W.J., ONSDORFF, T. & SHAW, T.N. 1972. Passion fruit culture in Hawaii, Cooperative Extension Service, Mamoá. p.1-35 (Circ. 345).
- ALEXANDRE R.S., JUNIOR, A.W., NEGREIROS, J.R.S., PARIZZOTTO, A. & BRUCKNER, C.H. 2004b. Germinação de sementes de genótipos de maracujazeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39:1239-1245.
- ALEXANDRE, R.S., LOPES, J.C., DIAS, P.C. & BRUCKNER, C.H. 2004a. Germinação de sementes de maracujazeiro influenciada por tratamentos físicos no episperma e diferentes substratos. *Revista Ceres* 51(296):419-427.
- ALVARENGA, A.A. 1990. *Substâncias de crescimento e regulação do desenvolvimento vegetal*. ESAL, Lavras.
- ALVES, C.Z., SÁ, M.E., CORRÊA, L.S. & BINOTTI, F.F.S. 2006. Efeito da temperatura de armazenamento e de fitorreguladores na germinação de sementes de maracujá doce e desenvolvimento inicial de mudas. *Acta scientiarum – Agronômica* 28:441-448.
- APONTE, Y. & JÁUREGUI, D. 2004a. Algunos aspectos de la biología floral de *Passiflora cincinnata* Mast. *Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia* 21:211- 219.
- APONTE, Y. & JÁUREGUI, D. 2004b. Capacidad reproductiva: Formación de frutos y semillas en *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener y *Passiflora cincinnata* Mast. *Revista da Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia* 21:353-361.
- ARAÚJO, F.P., SANTOS, C.A.F. & LELO, F.M. 2004. Propagação vegetativa do maracujá do mato: Espécies resistente a seca, de potencial econômico para agricultura de sequeiro. Embrapa, Petrolina. (Instruções Técnicas da Embrapa Semi-Árido, nº 61)
- BARBOSA, L.M. 1998. Citologia de híbridos somáticos de *Passiflora* spp. obtidos por fusão de protoplasto. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- BERNACCI, L.C. 2003. Passifloraceae. *In Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo* (M. G. L Wanderley, G.J Shepherd, A.M Giuliatti, & T.S Melhem). RiMa/FAPESP, São Paulo, v.3, p.247.

* Nas normas da Revista Brasileira de Botânica

7 - Conclusões

Os estudos realizados permitem concluir que:

- ✓ A estabilização da fase I do processo de absorção de água na germinação de sementes ocorre entre 3 e 4 horas após o início da embebição, independentemente do método utilizado;
- ✓ A passagem da fase II para a fase III do processo de absorção de água durante a germinação das sementes ocorreu, aproximadamente, às 120 horas após o início da embebição, não sendo possível sua caracterização sem o uso de reguladores vegetais;
- ✓ A temperatura alternada 20-30°C (16 e 8 horas, respectivamente) mostrou-se mais adequada para a germinação;
- ✓ A luz exerceu efeito inibitório sobre a germinação de sementes;
- ✓ O uso de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina na concentração de 400 mg L⁻¹ ampliou os limites de temperatura de germinação, e
- ✓ Os reguladores vegetais GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina promoveram incremento no processo germinativo, emergência e desenvolvimento de plântulas.

6 - Considerações Finais

Com base nos resultados, observa-se que para a determinação das temperaturas cardenais, as sementes apresentaram baixa porcentagem germinação (inferior a 15%) em uma faixa restrita de temperatura, evidenciando processo de dormência. Assim, foi estudada a embebição das sementes em solução com reguladores vegetais, o que permitiu a superação da dormência, ampliou os limites de temperatura para germinação da espécie e possibilitou a caracterização das fases da germinação.

Além disso, é possível indicar concentração igual ou maior a 400 ml L^{-1} de GA_{4+7} + N-(fenilmetil)-aminopurina para a germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast., sendo que, os demais reguladores utilizados não tiveram efeito sobre a germinação de sementes desta espécie, o que indica a necessidade de outros estudos com diferentes concentrações e diferentes reguladores como alternativa ao GA_{4+7} + N-(fenilmetil)-aminopurina.

Outro fato de grande importância foi que os resultados obtidos com GA_{4+7} + N-(fenilmetil)-aminopurina em condições de campo (casa de vegetação), se mostraram semelhantes aos resultados obtidos em condições de laboratório.

O experimento a campo foi conduzido até aos 50 dias após a semeadura. Dessa forma, pode-se sugerir como continuidade de pesquisa com a espécie, experimentos com tempo maior de avaliação, para estudar o efeito dos reguladores vegetais aplicados às sementes no crescimento das mudas. É preciso salientar a necessidade do uso de embalagens maiores já que a utilização de bandejas apresenta limitações ao crescimento de mudas por período prolongado.

- PASSOS, I.R.S., MATOS G.V.C., MELETTI, L.M.M., SCOTT, M.D.S., BERNACCI, L.C. & VIEIRA, M.A. R. Utilização do ácido giberélico para a quebra de dormência de sementes de *Passiflora nítida* Kunth germinadas “*in vitro*”. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, p.380-381, 2004.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Nobel, 1990.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant Physiology**. Belmont: Wadsworth, 1991.
- SÃO JOSÉ, A.R. **Maracujá: produção e mercado**. Vitória da Conquista: UESB, 1994. 255p.
- SILVA, J.B.C.; NAKAGAWA, J. Estudo de fórmulas para cálculos da velocidade de germinação. **Informativo ABRATES**, Pelotas, v. 5, n.1, p.62-73, 1995.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artimed, 2004. 719p.
- VASCONCELLOS, M.A.S.; SILVA, A.C.; SILVA, A.C.; REIS, F.O. Ecofisiologia do Maracujazeiro e implicações na exploração diversificada. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRO, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Eds.). **Maracujá: Germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. p. 295-313.
- ZUCARELI, C., CASTRO, M.M., OLIVEIRA, H.R., BRANCALIÃO, S.R., RODRIGUES, J.D., ONO, E.O. & BOARO, C.S.F. Fitoreguladores e germinação de sementes de maracujá doce em condições de laboratório. **Scientia Agrária**, Curitiba, v.4, p.9-14, 2003.

- mudas em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, p.152-155, 2001.
- HADAS, A. Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potential in osmotic solution. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.52, p.480-489, 1976.
- LABOURIAU, L.G. **A germinação de sementes**. Washington: Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.
- LEONEL, S.; PEDROSO, C. J. Produção de mudas de maracujazeiro-doce com uso de biorreguladores. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.107-109, 2005.
- LOMBARDI, S.L. **Estudos anatômicos e fisiológicos da organogênese *in vitro* em *Passiflora cincinnata* Mast.** 2003. Dissertação de mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- MALAVASI, M.M.; FOGAÇA, C.A.; FOGAÇA, L.; FERREIRA, G. Preparo e coloração de sementes de maracujá doce (*Passiflora alata* Dryander) para avaliação da viabilidade através de teste do tetrazólio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.1, p.126-129, 2001.
- MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- MELETTI, L.M.M., FURLANI, P.R., ALVAREZ V., SOARES-SCOTT, M.D., BERNACCI, L.C. & AZEVEDO-FILHO, J.A. Novas tecnologias melhoram a produção de mudas de maracuja, **O Agrônomo**, Campinas, v.54, p.30-33, 2002
- MELO, A.L., OLIVEIRA, J.C. & VIEIRA, R.D. Superação de dormência em sementes de *Passiflora nítida* H.B.K. com hidróxido de cálcio, ácido sulfúrico e ácido giberélico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, jaboticabal, v.22, p.260-263, 2000.
- MORAES, C.R.A; MODOLO, V.A.; CASTRO, P.R.C. Fisiologia da germinação e dominância apical. In: CASTRO, P.R.C; SENA, J.O.A; KLUGE, R.A. (Eds.). **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá: Eduem, 2002. p.159-178.
- OLIVEIRA, R.P.; SCIVITTARO, W.B. Avaliação de mudas de maracujazeiro em função do substrato e do tipo de bandeja. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.50, n.2, p. 261-266, 1993.

- BERNACCI, L.C.; VITTA, F.A.; BAKKER, Y.V. *Passiflora L.* In: WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD G.J.; GIULIETTI, A.M.; MELHEM, T.S. **Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: RiMa/FAPESP, 2003. v.3, p.248-274.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Produção vegetal. Divisão de Sementes e Mudanças. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- CARDOSO, G.D.; TAVARES, J.C.; FERREIRA, R.L.F.; CÂMARA, F.A.A.; CARMO, G.A. Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro-amarelo obtidas de sementes extraídas por fermentação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, p.639-642, 2001.
- CONEGLIAN, R.C.C., ROSSETO, C.A.V., SHIMIZU, M.K. & VASCONCELLOS, M.A.S. Efeito de métodos de extração e de ácido giberélico na qualidade de sementes de maracujá-doce (*passiflora alata* Dryand). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, p463-467, 2000.
- DAVIES, P.J. **Plant hormones: their role in plant growth and development**. 2.ed. New York: Nijhoff Publishers, 1994. 678p.
- FERRARI, T.B. **Germinação de sementes e análise de crescimento no estágio inicial do desenvolvimento de *Passiflora alata* Curtis com o uso de biorreguladores**. 2005. 114f. Dissertação (Mestrado – Botânica- Fisiologia Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, 2005.
- FERREIRA, F.R.; OLIVEIRA, J.C. Germoplasma de passiflora. In: SÃO JOSÉ, A.R. (Ed.). **A cultura do maracujá no Brasil**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. p.187-2000.
- FERREIRA, G. **Estudo da embebição e efeito de fitorreguladores na germinação de sementes de Passifloráceas**. 1998. 146f. Tese (Doutorado - Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1998.
- FERREIRA, G., FOGAÇA, L.A. & MORO, E. Germinação de sementes de *Passiflora alata* Dryander (maracujá-doce) submetidas a diferentes tempos de embebição e concentrações de ácido giberélico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, p.160-163, 2001.
- FOGAÇA, L.A., FERREIRA, G. & BLOEDORN, M. Efeito do ácido giberélico (GA₃) aplicado em sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryander) para produção de

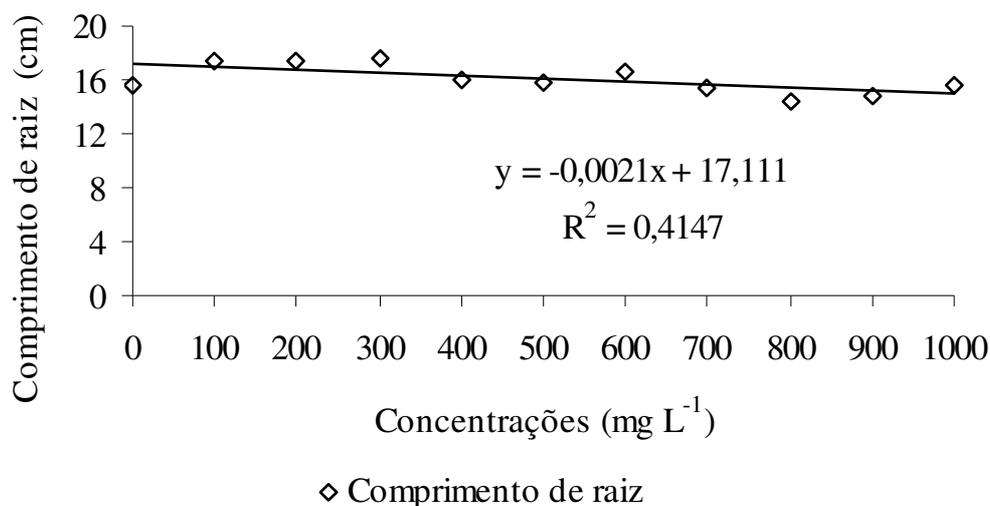


Figura 6: Comprimento de raiz de plântulas de *Passiflora cincinnata* Mast. cultivadas em casa de vegetação, em função das concentrações de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina aplicadas às sementes.

Referências Bibliográficas

- ALVARENGA, A.A.. **Substâncias de crescimento e regulação do desenvolvimento vegetal**. Lavras, ESAL, 1990. 56p.
- ALVES, C.Z.; SÁ, M.E; CORRÊA, L.S.; BINOTTI, F.F.S. Efeito da temperatura de armazenamento e de fitorreguladores na germinação de sementes de maracujá doce e desenvolvimento inicial de mudas. **Acta scientiarum - Agronômica**, Maringá, v.28, n.3, p.441-448, 2006.
- APONTE, Y. ; JÁUREGUI, D. Algunos aspectos de la biología floral de *Passiflora cincinnata* Mast. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Maracaibo, v.21, n.3, p.211- 219, 2004.
- ARAÚJO, F.P.; SANTOS, C.A.F.; LELO, F.M. Propagação vegetativa do maracuja do mato: Espécies resistente a seca, de potencial econômico para agricultura de sequeiro. **Instruções Técnicas da Embrapa Semi-Árido**, Petrolina, nº 61, 2004.

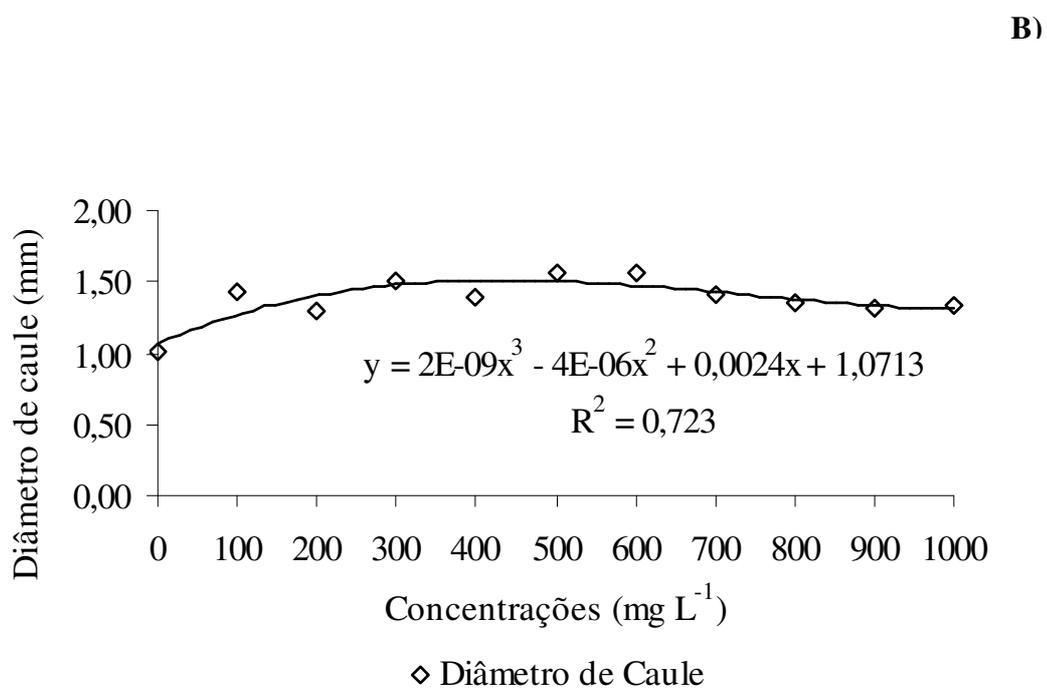
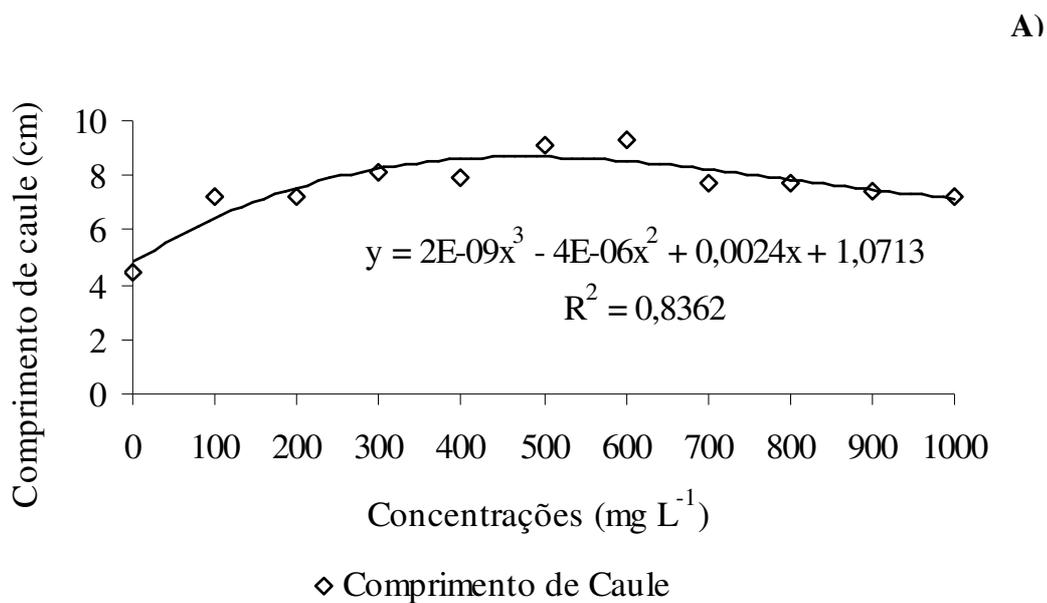
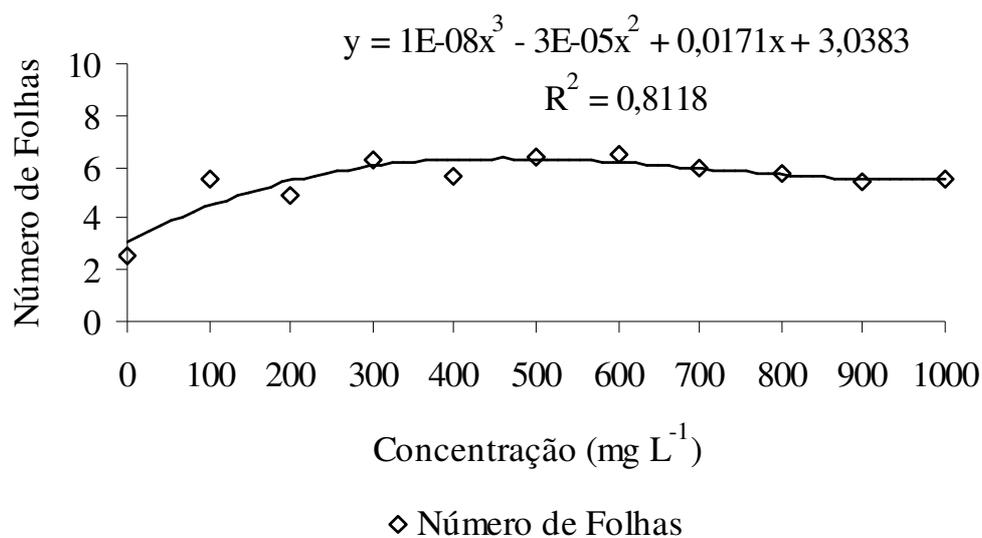


Figura 5: Comprimento (A) e diâmetro (B) do caule de plântulas de *Passiflora cincinnata* Mast. cultivadas em casa de vegetação, em função das concentração de GA_{4+7} + N-(fenilmetil)-aminopurina aplicadas às sementes.

A)



B)

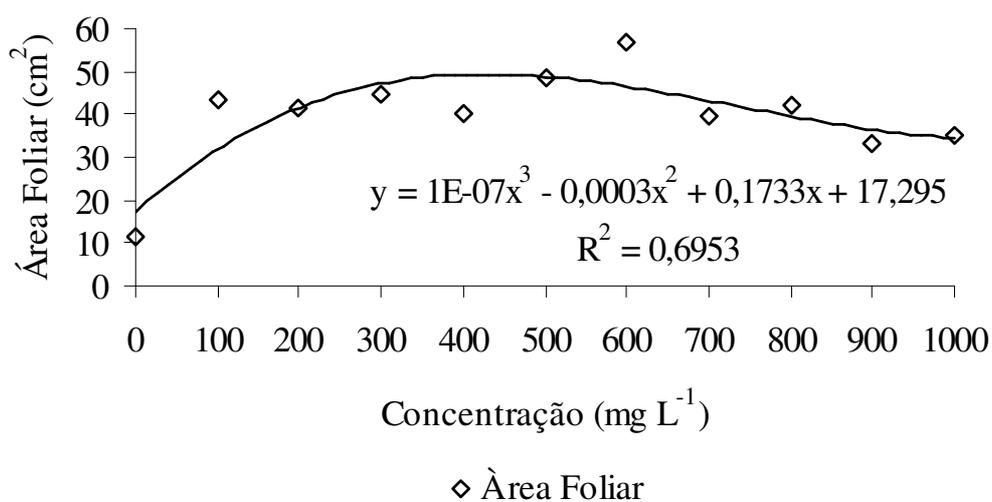
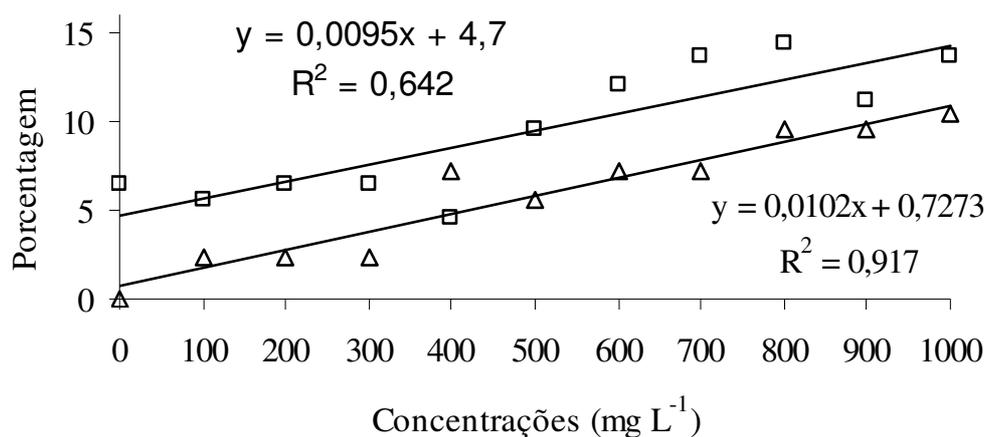


Figura 4: Número de folhas (A) e área foliar (B) de plântulas de *Passiflora cincinnata* Mast. cultivadas em casa de vegetação, em função das concentrações de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina aplicadas às sementes.

vegetais na promoção da divisão e alongamento celular (Taiz & Zeiger 2004). Porém, Cardoso et al. (2001) relatam que a tendência de aumento na altura e diâmetro de caule pode ser atribuída à maior velocidade de emergência e vigor da semente. Neste caso, o efeito dos reguladores vegetais no aumento do comprimento e diâmetro de caule seria de forma indireta, devido a interferência no tempo médio e índice de velocidade de germinação e não, diretamente relacionado com a divisão e alongamento celular.

Observa-se, portanto, incremento no desenvolvimento da parte aérea das plantas (Figuras 4 e 5), porém, observa-se na figura 6 que o comprimento de raiz não diferiu entre os tratamentos. Estes resultados assemelham-se aos obtidos por Oliveira & Scivittaro (1993) no desenvolvimento inicial de plântulas de *Passiflora alata* Dryander. Os autores justificaram que estes resultados se devem à pequena profundidade das bandejas de poliestireno, o que resultou em poda aérea natural, porém, observaram que este fato não afetou o crescimento das mudas e que as raízes passaram a crescer lateralmente.

Conclui-se que, os reguladores vegetais GA_{4+7} + N-(fenilmetil)-aminopurina incrementaram o processo de germinação, emergência e o desenvolvimento de plântulas de *P. cincinnata* Mast..



□ Sementes Mortas △ Plântulas Anormais

Figura 3: Porcentagem de sementes mortas e de plântulas anormais resultantes de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast. tratadas com concentrações de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina e submetidas germinação em condições de laboratório.

Em casa de vegetação os reguladores promoveram diferenças significativas no desenvolvimento das plântulas, conforme se verifica nas figuras 4, 5 e 6.

As variáveis número de folhas (Figura 4A) e área foliar (Figura 4B) ajustaram-se à funções de terceiro grau, havendo incremento dos valores com o aumento das concentrações e posterior queda com a utilização de concentrações elevadas. Estes resultados assemelham-se aos observados por Leonel & Pedroso (2005), que obtiveram incremento do número de folhas em mudas de *P. alata* Dryander, provenientes de sementes tratadas com concentrações de GA₃, havendo acréscimo até a concentração de 300 mg L⁻¹ seguido de queda com a utilização de 400 mg L⁻¹, ajustando-se a uma função de segundo grau.

Para comprimento e diâmetro do caule (Figura 5A e B), o tratamento testemunha apresentou os menores valores médios, seguido de acréscimo com concentrações intermediárias e posterior queda com uso de concentrações elevadas. O acréscimo no comprimento e diâmetro do caule, obtidos neste experimento, pode estar relacionado com a ação dos reguladores

O menor tempo médio de germinação e de emergência obtidos com sementes tratadas se deve à eficiência dos reguladores vegetais no estímulo da mobilização de reservas, divisão e alongamento celular, conforme mencionado por Taiz & Zeiger (2004). Os dados obtidos para índice de velocidade de germinação (IVG) e de emergência (IVE) confirmam tais afirmações, conforme apresentado na figura 2B, na qual verifica-se que as médias, para ambas as variáveis, ajustaram-se ao modelo assintótico, o que demonstra a eficiência dos tratamentos utilizados e indica redução no tempo de germinação e emergência, que por sua vez, reflete em menor tempo para a produção das mudas.

Os tratamentos foram portanto, suficientes para promover uniformidade e rapidez da germinação, emergência e estabelecimento do estande, tanto em condições de laboratório, como em condições de campo (casa de vegetação). Desta forma, os resultados corroboram com citações de Marcos filho (2005) quanto à redução do grau de exposição das sementes a fatores extremos.

Os resultados obtidos quanto ao efeito de GA_{4+7} + N-(fenilmetil)-aminopurina na velocidade de germinação de sementes estão de acordo com relatos de Ferrari (2005), que obteve maiores valores com uso de 200 e 250 mg L⁻¹ dos reguladores em sementes de *Passiflora alata* Curtis. Da mesma forma, confirmam respostas obtidas por Ferreira (1998) com uso de 100 mg L⁻¹ de GA_3 associado a 60 mg L⁻¹ de citocinina e por Alves et al. (2006) com uso de 250 mg L⁻¹ citocinina, ambos com sementes de *Passiflora alata* Dryander.

Na figura 3 estão os resultados obtidos para porcentagem de sementes mortas e de plântulas anormais. Observa-se que a aplicação de reguladores vegetais causou aumento na porcentagem de plântulas anormais e de sementes mortas cujas médias ajustaram-se a equações lineares.

O comportamento assintótico, observado na germinação e emergência de plântulas (Figura 1A e B), pode estar relacionado com mecanismos de regulação, através dos quais as giberelinas regulam seu próprio metabolismo, ao desviar ou inibir a transcrição de genes que codificam as enzimas para as vias de biossíntese e degradação conforme relatado por Taiz & Zeiger (2004). Outro fator que pode explicar tal comportamento, é a existência da enzima citocinina oxidase, também relatadas por Taiz & Zeiger (2004). Segundo os autores, a enzima é responsável pela inativação irreversível das citocininas, sendo que a atividade da enzima é induzida por altas concentrações de citocinina.

A eficiência de GA_{4+7} + N-(fenilmetil)-aminopurina na superação da dormência de sementes, também foi relatada por Ferrari (2005) em sementes de *Passiflora alata* Curtis que obteve incremento na germinação com uso das concentrações 200 e 250 mg L⁻¹. Da mesma forma, os resultados quanto a germinação estão de acordo com os observados por Ferreira (1998), em sementes de *Passiflora alata* Dryander tratadas com giberelina e citocinina combinadas porém, com 100 mg L⁻¹ de GA_3 + 60 mg L⁻¹ de citocinina (fenilmetilaminopurina). Quanto ao uso de giberelina na emergência de plântulas as respostas corroboram com Mello et al. (2000) e com Leonel & Pedroso (2005) que obtiveram incremento da emergência de plântulas a partir de sementes tratadas com GA_3 .

Na figura 2A estão os resultados referentes às variáveis tempo médio de germinação e de emergência de plântulas, onde é possível observar que, com o aumento da concentração dos reguladores vegetais, houve declínio do tempo médio de germinação, cujas médias ajustaram-se a uma função linear (testemunha = 16,2 dias; 1000 mg L⁻¹ = 11,3 dias) e também, declínio do tempo médio de emergência, para a qual as concentrações 500 e 600 mg L⁻¹ de reguladores vegetais proporcionaram as menores médias (15,38 e 15,33 dias, respectivamente), cujos dados ajustaram-se a uma equação polinomial de 3º grau.

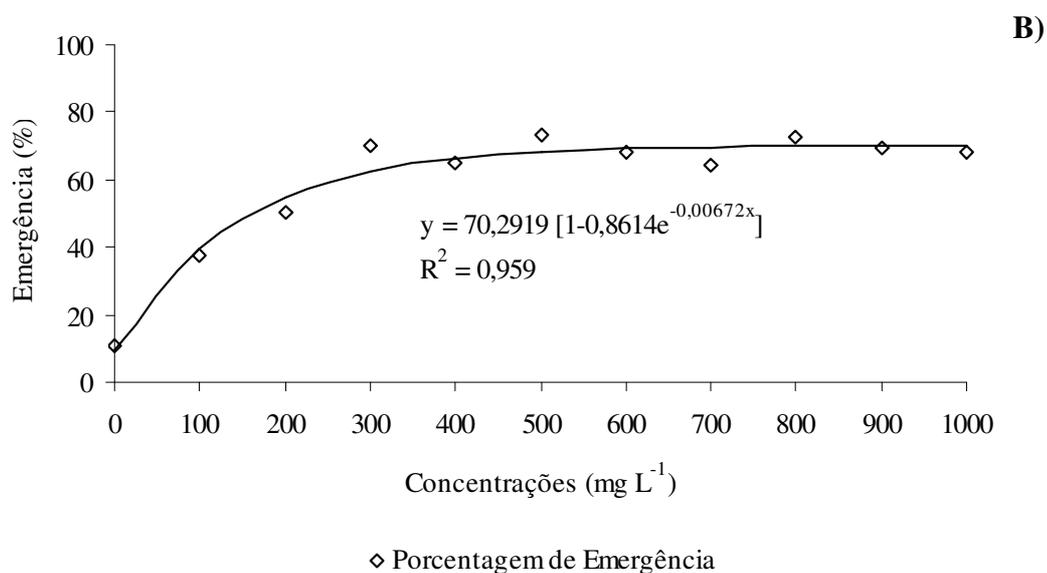
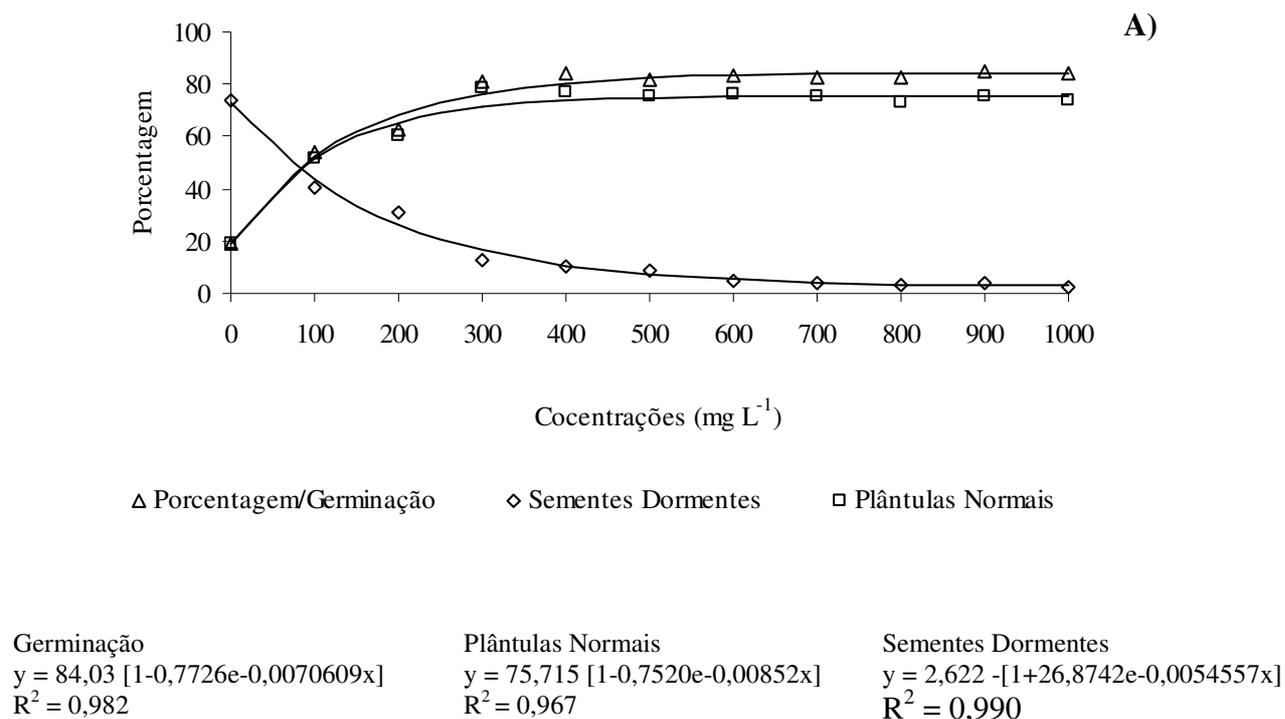


Figura 1: Porcentagem de germinação, de sementes dormentes e de plântulas normais (A) e de emergência de plântulas (B) de *Passiflora cincinnata* Mast. em função das concentrações de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina aplicadas às sementes.

(Brasil, 1992), tempo médio de emergência (Labouriau, 1983) índice de velocidade de emergência (Silva & Nakagawa, 1995), comprimento médio de raiz e caule, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar média. Em ambos os experimentos, os dados foram submetidos à análise de variância e análise de regressão (Pimentel-Gomes, 1990).

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos demonstraram que, tanto para germinação em laboratório como para emergência em casa de vegetação, as variáveis foram alteradas pelos tratamentos utilizados. Os dados de porcentagem de germinação, plântulas normais e sementes dormentes ajustaram-se a funções assintóticas (Figura 1A), assim como os dados da porcentagem de emergência (Figura 1B).

Observa-se na figura 1 (A e B) que houve baixa porcentagem de germinação (19%) e de emergência de plântulas (11%) na ausência dos reguladores vegetais (testemunha). Estes resultados demonstram que a espécie apresenta processo de dormência acentuado, o que confirma os relatos de Meletti et al. (2002) e Lombardi (2003).

Verifica-se portanto, influência das concentrações dos reguladores vegetais na porcentagem de germinação e de plântulas normais (Figura 1A), cujas médias apresentaram aumento à medida que se fez uso de concentrações crescentes, tornando-se constante com a utilização de concentrações superiores a 300 mg L⁻¹. Para a variável porcentagem de sementes dormentes foi observado comportamento inverso.

No estudo da emergência de plântulas, em casa de vegetação (Figura 1B), observa-se que o comportamento foi semelhante ao da germinação, ajustando-se a uma função assintótica, com as maiores médias obtidas com concentrações maiores que 300 mg L⁻¹. Estes resultados demonstram que os efeitos dos reguladores vegetais aplicados às sementes não se restringiram às condições de laboratório. Deste modo, os resultados confirmam os obtidos no laboratório, uma vez que refletem a situação mais próxima daquelas que as sementes serão submetidas durante o processo de germinação nos viveiros para o estabelecimento de plantas.

O presente trabalho foi dividido em dois experimentos, o primeiro para o estudo das respostas fisiológicas do uso de reguladores vegetais na germinação em condições de laboratório e o segundo, para estudo da emergência e desenvolvimento de plântulas em casa de vegetação.

Para ambos os experimentos foram utilizados o delineamento experimental inteiramente casualizado com 11 tratamentos, constituídos pelas concentrações zero (testemunha), 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 e 1000 mg L⁻¹ de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina (produto comercial Promalin[®], contendo 1,8% de GA₄₊₇ e 1,8% de N-(fenilmetil)-aminopurina).

Em laboratório foram utilizadas cinco repetições de 25 sementes por parcela e em casa de vegetação, em virtude no número de células das bandejas, foram utilizadas cinco repetições de 24 sementes por parcela. As sementes foram imersas em 200 ml de solução, de cada tratamento, durante cinco horas sob aeração constante. Após a embebição, as sementes foram tratadas com fungicida Captan[®] (2 g kg⁻¹).

No laboratório as sementes foram transferidas para caixas plásticas (gerbox) de coloração preta, sobre duas folhas de papel mata-borrão umedecido com água destilada na proporção de duas vezes e meia o peso do papel (Brasil, 1992). As caixas foram mantidas em câmara de germinação sob temperatura alternada 20-30°C (16 e 8 horas respectivamente).

A contagem do número de sementes germinadas foi realizada diariamente durante 45 dias, sempre em sala de segurança sob luz verde. Foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram raiz primária com aproximadamente 2mm de comprimento (Hadas, 1976). Ao final do experimento foram calculadas as porcentagens de germinação, de sementes mortas e dormentes, plântulas normais e anormais (Brasil, 1992). O tempo médio de germinação foi calculado segundo Laboriau (1983) e o índice de velocidade de germinação segundo Silva & Nakagawa (1995). As porcentagens de sementes mortas e dormentes foram obtidas mediante teste do tetrazólio (Malavasi et al., 2001).

Em casa de vegetação, realizou-se semeadura em bandejas de poliestireno com 72 células preenchidas com substrato comercial Plantmax[®], colocando-se uma semente por célula.

As avaliações da emergência foram realizadas diariamente durante 50 dias. Ao final do experimento foram calculadas as seguintes variáveis: porcentagem de emergência de plântulas

germinação de sementes fotoblásticas negativas, como no caso do maxixe e inibir o efeito de inibidores de germinação, como o ácido abscísico, em sementes de café. Para Marcos Filho (2005) além de estimular a divisão e o alongamento celular, as citocininas apresentam efeito sinérgico com a luz e atenuam efeitos de substâncias inibidoras da germinação, como ABA e cumarina.

Estudos têm demonstrado que as giberelinas, citocininas e o etileno, são capazes de estimular a germinação de sementes de espécies de maracujazeiros podendo ser citados como exemplos os trabalhos realizados por Coneglian et al. (2000), Fogaça et al. (2001), Ferreira et al. (2001), Zucareli et al. (2003), Ferrari (2005) e Leonel & Pedroso (2005) que estudaram o efeito de reguladores vegetais na germinação de sementes de *Passiflora alata* Dryander, e também os trabalhos realizados por Melo et al. (2000) e Passos et al. (2004) que estudaram o efeito de reguladores vegetais na germinação de sementes de *Passiflora nítida* Kunth.

Em trabalho com germinação *in vitro* de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast., Lombardi (2003) obteve resultados negativos após a embebição das sementes em solução de GA₃ (500 e 1000 mg L⁻¹), com maiores médias de germinação (52%) no tratamento controle embebido apenas em água.

De acordo com o exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de reguladores vegetais, GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina, na germinação de sementes, na emergência e desenvolvimento de plântulas de *P. cincinnata* Mast..

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, da Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho (Unesp), Câmpus de Botucatu-SP.

As sementes utilizadas no experimento foram doadas pelo Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA) – Embrapa, Petrolina – PE e foram obtidas de diversas plantas cultivadas no Campo Experimental da Caatinga em 2004. Após a extração das sementes, estas foram lavadas para retirada da mucilagem e secadas ao sol por três dias; em seguida, as sementes foram armazenadas em câmara fria com temperatura média de 10°C durante um ano. O grau de umidade (9%) foi determinado pelo método da estufa a 105°C ±3 (Brasil, 1992).

Introdução

Pertencente à família Passifloraceae, a espécie *Passiflora cincinnata* Mast. é uma planta silvestre (Aponte & Jáuregui 2004), popularmente conhecida como maracujá-do-mato (Bernacci et al., 2003). Pode ser aproveitada como fruto comestível, planta ornamental ou medicinal (Aponte & Jáuregui, 2004; Bernacci et al., 2003), em programas de melhoramento genético (Ferreira & Oliveira, 1991) e como porta-enxerto uma vez que é tolerante à seca (Araújo et al. 2004), nematóides, doenças causadas por bactérias (Ferreira & Oliveira, 1991; São José, 1994) e fungos presentes no solo (Araújo et al., 2004). Porém, apresenta baixa porcentagem de germinação, necessitando de tempo de armazenamento superior a dois anos para a superação da dormência (Meletti et al., 2002).

Os reguladores vegetais que controlam o metabolismo e as respostas das sementes ao ambiente são fatores intrínsecos que controlam a germinação. Essas substâncias, mediadoras dos processos fisiológicos da germinação, transformam sinais ambientais específicos em respostas bioquímicas, produzindo modificações no estado fisiológico da semente, através da transcrição diferencial, repressão ou desrepressão gênica ou ativação do RNA mensageiro ou, ainda, por alteração da permeabilidade da membrana. Modificações nas propriedades físicas das membranas afetam diretamente a taxa de hidratação, liberação de enzimas, transporte iônico, pH e conteúdo de inibidores, situações estas que interferem na germinação das sementes (Davies, 1994).

Segundo Moraes et al. (2002) e Taiz & Zeiger (2004) as giberelinas, citocininas e o etileno promovem a germinação, enquanto o ácido abscísico induz a dormência em sementes. O emprego de giberelinas está relacionado com a síntese de enzimas hidrolíticas que degradam reservas como o amido e proteínas, que são usadas no desenvolvimento do embrião e também no alongamento da radícula. Na maioria das espécies, as giberelinas também atuam no alongamento celular, fazendo com que a raiz primária rompa os tecidos que restringe o seu crescimento, como o endosperma, o tegumento da semente ou estruturas do fruto (Salisbury & Ross, 1991, Taiz & Zeiger, 2004).

De acordo com Alvarenga (1990), durante a germinação, as citocininas podem funcionar como agentes de quebra de dormência, em alguns casos e, até mesmo, substituir a necessidade de luz em espécies fotoblásticas positivas, como é o caso da alface. Podem, ainda, promover a

GA₄₊₇ + N-(Fenilmetil)-Aminopurina na Germinação de Sementes e Emergência de Plântulas de *Passiflora cincinnata* Mast.

Resumo: A espécie *Passiflora cincinnata* Mast. é silvestre não comercial conhecida popularmente como maracujá-do-mato. Pode ser aproveitada como fruto comestível, planta ornamental ou medicinal, sendo ainda considerada potencialmente importante para uso como porta-enxerto. O trabalho foi realizado no Departamento de Botânica, Instituto de Biociências da Unesp, *Campus* de Botucatu-SP e objetivou avaliar o efeito dos reguladores vegetais, GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina, na germinação de sementes, na emergência e desenvolvimento de plântulas de *P. cincinnata* Mast.. As sementes foram obtidas junto à Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE, a partir de plantas cultivadas no Campo Experimental da Caatinga. Após um ano de armazenamento, foram realizados dois experimentos, sendo o primeiro em laboratório e o segundo em casa de vegetação. Em ambos os experimentos foram utilizados o delineamento experimental inteiramente casualizado com 11 tratamentos com cinco repetições cada. Os tratamentos foram constituídos pelas concentrações zero (testemunha), 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 e 1000 mg L⁻¹ de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina. Os dados foram submetidos à análise de variância e análise de regressão. Os reguladores vegetais, GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina, incrementaram o processo germinativo, bem como a emergência e desenvolvimento de plântulas de *P. cincinnata* Mast..

Palavras-chave: reguladores vegetais, propagação, porta-enxerto, maracujá, Passifloráceas

**The effect of GA₄₊₇ + N-(Phenylmethyl)-Aminopurine on Germination and Emergency of
Passiflora cincinnata Mast. Seeds**

Abstract: *Passiflora cincinnata* Mast. is a wild and non-marketable species, whose common name is “maracujá-do-mato”. It can be used as edible fruit, ornamental or medicinal plant, and has important potential for grafting stock. The present work was carried out at the Department of Botany, Botucatu Institute of Biosciences, Unesp, Botucatu, São Paulo State, Brazil, and aimed at evaluating the effect of plant growth regulators GA₄₊₇ + N-(phenylmethyl)-aminopurine on the germination of seeds and on the emergence and development of *P. cincinnata* Mast. seedlings. Seeds were supplied by Embrapa Semi-Árido, Petrolina, Pernambuco State, Brazil, and were obtained from plants cultivated at Caatinga Experimental Fields. One year after storage, two experiments were carried out: the first, in a laboratory, and the second, in a greenhouse. Completely randomized experimental designs were used for both experiments including 11 treatments and 5 repetitions each. Treatments used the following GA₄₊₇ + N-(phenylmethyl)-aminopurine concentrations: zero (control), 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 and 1000 mg L⁻¹. Results were subjected to analysis of variance and regression analysis. Plant growth regulators GA₄₊₇ + N-(phenylmethyl)-aminopurine enhanced the germination process as well as the emergence and development of *P. cincinnata* Mast. seedlings.

Keywords: Plant growth regulators, propagation, grafting stock, passion fruit, Passifloraceae

**5 – CAPÍTULO III* - GA₄₊₇ + N-(Fenilmetil)-Aminopurina na Germinação de Sementes e
Emergência de Plântulas de *Passiflora cincinnata* Mast.**

* Nas normas da Revista Brasileira de Fruticultura

WALKER, M. A., ROBERTS, D. R. , WAITE, J. L. & DUMBROFF, E. B. 1989. Relationship among cytokinin, ethylene and polyamines during the stratification-germination process in seeds of *Acer saccharum*. *Physiologia Plantarum* 76:326-332.

ZUCARELI, C., CASTRO, M.M., OLIVEIRA, H.R., BRANCALIÃO, S.R., RODRIGUES, J.D., ONO, E.O. & BOARO, C.S.F. 2003. Fitoreguladores e germinação de sementes de maracujá doce em condições de laboratório. *Scientia Agrária* 4:9-14.

- OSIPI, E.A.F. & NAKAGAWA, J. 2005. Efeito da temperatura na avaliação da qualidade fisiológica de sementes do maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryander). Revista Brasileira de Fruticultura 27:179-181.
- PASSOS, I.R.S., MATOS G.V.C., MELETTI, L.M.M., SCOTT, M.D.S., BERNACCI, L.C. & VIEIRA, M.A. R. 2004. Utilização do ácido giberélico para a quebra de dormência de sementes de *Passiflora nítida* Kunth germinadas “*in vitro*”. Revista Brasileira de Fruticultura 23:380-381.
- PIMENTEL-GOMES, F. 1990. Curso de estatística experimental. Nobel, Piracicaba.
- PERREIRA, T.S. & ANDRADE, A.C.S. 1994. Germinação de *psidium guajava* L. e *passiflora edulis* Sims: efeito da temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. Revista Brasileira de Sementes 16: 58-62.
- RUGGIERO, C. 1991. Enxertia do maracujazeiro. In A cultura do maracujá no Brasil (A.R. São José, ed.). Jaboticabal: FUNEP, FCAVJ, Unesp, p.43-59.
- RUGGIERO, C. 1998. Maracujá: do plantio à colheita. FUNEP, Jaboticabal.
- SALISBURY, F.B. & ROSS, C.W. 1991. Plant Physiology. Wadsworth Publishing, Belmont, 682p.
- SANTOS, M.C., SOUSA, G.R.L., SILVA, J.R. & SANTOS, V.L.M. 1999. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de maracujá (*Passiflora edulis Sims flavicarpa* Deg.). Revista Brasileira de Sementes 21:1-6.
- SÃO JOSÉ, A.R. 1994. Maracujá: produção e mercado. UESB, Vitória da Conquista.
- SILVA, J.B.C. & NAKAGAWA, J. 1995. Estudo de fórmulas para cálculos da velocidade de germinação. Informativo ABRATES 5:62-73.
- SMITH, H. 1994. The perception of light quality. In Photomorphogenesis in plants (R.E. Kendrick & G.H.M. Kronenberg, eds.). Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, p.187-217.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. 2004. Fisiologia vegetal. 3 ed. Artimed, Porto alegre.

- HORCAT, C.H. & LETHAM, D.S. 1990. Biosynthesis of cytokinin in germination seeds of *Zea mays*. *Journal of Experimental Botany* 41:1525-1528.
- LABOURIAU, L.G. & PACHECO, A. 1979. Isothermal germination rates in seeds of *Dolichos biflorus* L. *Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales*, Caracas, Tomo XXXIV, p. 73-112, (Separata del Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales, 136).
- LABOURIAU, L.G. 1983. A germinação das sementes. OEA, Washington.
- LOMBARDI, S.L. 2003. Estudos anatômicos e fisiológicos da organogênese *in vitro* em *Passiflora cincinnata* Mast. Dissertação de mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MALAVASI, M.M., FOGAÇA, C.A., FOGAÇA, L. & FERREIRA, G. 2001. Preparo e coloração de sementes de maracujá doce (*Passiflora alata* Dryander) para avaliação da viabilidade através de teste do tetrazólio. *Revista Brasileira de Fruticultura* 23:126-129.
- MARCOS-FILHO, J. 2005. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. FEALQ, Piracicaba.
- McDONALD, M.D. & KHAN, A.A. 1983. Acid scarification and protein synthesis during seed germination. *Agronomy Journal* 2(75):111-114.
- MELETI, L.M.M. 2001. A cultura do maracujazeiro em São Paulo. *O Agrônomo* 53:18-20.
- MELETTI, L.M.M., FURLANI, P.R., ALVAREZ V., SOARES-SCOTT, M.D., BERNACCI, L.C. & AZEVEDO-FILHO, J.A. 2002. Novas tecnologias melhoram a produção de mudas de maracujá, *O Agrônomo* 54:30-33.
- MORAES, C.R.A., MODOLO, V.A. & CASTRO, P.R.C. 2002. Fisiologia da Germinação e Dominância Apical. *In* Introdução à fisiologia do desenvolvimento Vegetal (P.R.C. Castro, J.O.A Sena & R.A. Kluge, eds.). Eduem, Maringá.
- MORLEY-BUNKER, M.J.S. 1980. Seed coat dormancy in *Passiflora* species. *Annual Journal Royal New Zealand Institute of Horticulture* 8:72-84.

- BOTELHO, B.A. & PEREZ, S.C.J.G.A. 2001. Estresse hídrico e reguladores de crescimento na germinação de sementes de canafístula. *Scientia Agrícola* 58:43-49.
- BRASIL. 1992. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Produção vegetal. Divisão de Sementes e Mudanças. Regras para análise de sementes. Ministério da Saúde, Brasília.
- CUNHA, R. & CASALI, W.D. 1989. Efeito de substâncias reguladoras de crescimento sobre a germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). *Revista Brasileira de Fisiologia vegetal* 1:121-132.
- DAVIES, P.J. 1994. Plant hormones: their role in plant growth and development. 2 ed. Nijhoff Publishers, New York.
- DUARTE FILHO, J., VASCONCELLOS, M.S. CARVALHO, C.M. & LEONEL, S. 2000. Germinação de sementes de *Passiflora gibbert* N. E. Brown sob temperatura controlada. *Revista Brasileira de Fruticultura* 22:468-470.
- FERRARI, T.B. 2005. Germinação de sementes e análise de crescimento no estágio inicial do desenvolvimento de *Passiflora alata* Curtis com o uso de biorreguladores. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- FERRAS-GRANDE, F.G.A. & TAKAKI, M. 2006. Efeitos da luz, temperatura e estresse de água na Germinação de sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (caesalpinoideae). *Bragantia* 65:37-42.
- FERREIRA, F.R. & OLIVEIRA, J.C. 1991. Germoplasma de passiflora. In *A cultura do maracujá no Brasil* (A.R. São José, ed.). FUNEP, Jaboticabal, p.187-200.
- FERREIRA, G. 1998. Estudo da embebição e efeito de fitorreguladores na germinação de sementes de Passifloráceas. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- HADAS, A. 1976. Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potential in osmotic solution. *Journal of Experimental Botany* 52:480-489.

Conclusões

De acordo com os experimentos realizados, pode se concluir para a espécie *Passiflora cincinnata* Mast. que:

- ✓ A luz exerceu efeito inibitório sobre a germinação de sementes;
- ✓ Os reguladores vegetais GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina na concentração de 400 mg L⁻¹ foram eficientes na superação da dormência de sementes;
- ✓ O uso de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina na concentração de 400 mg L⁻¹ ampliou os limites de temperatura de germinação;
- ✓ A temperatura alternada 20-30°C mostrou-se mais adequada para a germinação.

Referências Bibliográficas

- ALVARENGA, A.A. 1990. Substâncias de crescimento e regulação do desenvolvimento vegetal. ESAL, Lavras.
- ALVES, C.Z., SÁ, M.E., CORRÊA, L.S. & BINOTTI, F.F.S. 2006. Efeito da temperatura de armazenamento e de fitoreguladores na germinação de sementes de maracujá doce e desenvolvimento inicial de mudas. *Acta scientiarum – Agronômica* 28:441-448.
- APONTE, Y. & JÁUREGUI, D. 2004. Capacidad reproductiva: Formación de frutos y semillas en *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener y *Passiflora cincinnata* Mast. *Revista da Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia* 21:353-361.
- BEWLEY, J.D. & BLACK, M. 1994. *Seeds: Physiology of development and germination*. Plenum Press, New York.
- BORGES, E.E.L. & RENA, AB. 1993. Germinação de sementes. *In* Sementes florestais tropicais (I.B. Aguiar, F.C.M. Pinã-Rodrigues & M.B. Figlioglia, eds). ABRATES, Brasília, p.83-135.

Tabela 4. Porcentagem de sementes mortas e de sementes dormentes de *Passiflora cincinnata* Mast. em função da temperatura e do pré-tratamento com GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina.

Table 4. Percentages of dead seeds and dormant seeds of *Passiflora cincinnata* Mast. as functions of temperature and pretreatment with GA₄₊₇ + N-(phenylmethyl)-aminopurine.

Temperatura	Sementes Mortas (%)		Sementes Dormentes (%)	
	Testemunha	400 mg L ⁻¹	Testemunha	400 mg L ⁻¹
10°C	8,8 A b	12,8 A bc	91,2 A a	87,2 A a
15°C	12,8 A b	4,8 A c	87,2 A ab	65,6 B b
20°C	17,6 A ab	8,0 B c	80,8 A abc	47,2 B bc
25°C	8,8 A b	8,8 A c	88,8 A ab	36,8 B cd
30°C	17,6 B ab	30,4 A b	66,4 A c	21,6 B d
35°C	17,6 B ab	85,80 A a	76,8 A bc	4,8 B f
40°C	34,4 B a	92,8 A a	65,6 A c	7,2 B ef
20/30°C	14,4 A ab	14,4 A bc	62,4 A c	19,2 B de
30/20°C	7,2 B b	17,6 A bc	76,8 A bc	32,8 B cd
Valor de F				
Concentração	37,48**		388,4**	
Temperatura	35,97**		36,8**	
Comc.xTemp.	15,77**		9,85**	
C.V. (%)	29,36		13,58	

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

* significativo a 5% de probabilidade.

** significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 3. Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação, porcentagem de plântulas normais e anormais de *Passiflora cincinnata* Mast. em função da temperatura e do pré-tratamento com GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina.

Table 3. Percentages of germination, normal plantules and abnormal plantules; mean time of germination; and germination velocity index (IVG) of *Passiflora cincinnata* Mast. as functions of temperature and pretreatment with GA₄₊₇ + N-(phenylmethyl)-aminopurine.

Temperatura	Germinação (%)		IVG		Tempo Médio (%)		Plântulas Normais (%)		Plântulas Anormais (%)	
	Testemunha	400 mg L ⁻¹	Testemunha	400 mg L ⁻¹	Testemunha	400 mg L ⁻¹	Testemunha	400 mg L ⁻¹	Testemunha	400 mg L ⁻¹
10°C	0,0 A c	0,0 A e	0,0 A b	0,0 A d	0,0 A b	0,0 A c	0,0 A d	0,0 A d	0,0 A b	0,0 A e
15°C	0,0 B c	29,6 A c	0,0 B b	6,5 A c	0,0 B b	27,0 A a	0,0 B d	28,0 A c	0,0 A b	1,6 A de
20°C	1,6 B c	44,8 A bc	0,0 B b	20,3 A ab	5,2 B b	13,6 A b	1,6 B cd	42,4 A abc	0,0 B b	2,4 A cde
25°C	2,4 bc	54,4 A ab	0,2 B b	21,7 A ab	6,2 B b	10,1 A b	2,4 B cd	50,4 A ab	0,0 B b	4,0 A cde
30°C	16,0 B a	48,0 A b	2,6 B ab	16,3 A b	14,8 A a	9,1 B b	10,4 B bc	32,0 A bc	5,6 B a	16,0 A a
35°C	5,6 A b	9,6 A d	0,3 B b	3,6 A c	15,3 A a	10,7 A b	0,8 A d	2,4 A d	4,8 A a	7,2 A abc
40°C	0,0 A c	0,0 A e	0,0 A b	0,0 A d	0,0 A b	0,0 A c	0,0 A d	0,0 A d	0,0 A b	0,0 A e
20/30°C	23,0 B a	66,4 A a	3,9 B a	27,6 A a	15,6 A a	10,4 B b	20,8 B a	60,8 A a	2,4 B ab	5,6 A bcd
30/20°C	16,0 B a	49,6 A ab	2,7 B ab	17,4 A b	14,5 A a	9,3 B b	12,8 B ab	36,0 A bc	3,2 B ab	13,6 A ab
Valor de F										
Concentração	453**		333,3**		13,7**		279**		39,47**	
Temperatura	101**		38,5**		28,8**		65,5**		19,17**	
Conc.xTemp.	30,2**		19,11**		16,4**		20,29**		2,34*	
C.V. (%)	21,6		25,1		25,8		30,3		66,39	

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

* significativo a 1% de probabilidade.

** significativo a 1% de probabilidade.

Ns: não significativo a 5% de probabilidade.

reguladores vegetais foram suficientes para a superação do processo de dormência, no entanto a alta temperatura associada à baixa disponibilidade de oxigênio causou a morte das sementes.

Os resultados obtidos na variável porcentagem de sementes dormentes (Tabela 4) corroboram com os dados obtidos na porcentagem de germinação, demonstrando a eficiência dos reguladores vegetais GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina na superação da dormência em sementes. Observa-se que com a aplicação de 400 mg L⁻¹ de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina, a porcentagem de sementes dormentes diminuiu acentuadamente à medida que aumentou a temperatura. Nas sementes não tratadas (testemunha) a diminuição não é observada.

Dessa maneira, foi possível observar que 400 mg L⁻¹ de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina possibilitou a superação da dormência e ampliou os limites de tolerância às temperaturas extremas.

13,6 e 10,1 respectivamente, após uso de 400 mg L⁻¹ de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina, o tempo médio de germinação não foi reduzido na mesma proporção. Porém, nas temperaturas de 30°C, 20-30°C e 30-20°C observou-se redução de 14,8; 15,6 e 14,5 para 9,1; 10,4 e 9,3, respectivamente (Tabela 3).

Estes resultados estão de acordo com Heydecker (1977, *apud* Botelho & Perez, 2001) para o qual o aumento do estresse ambiental, em geral, leva inicialmente a um decréscimo na velocidade de germinação. Ainda de acordo com o autor, o que é sentido como estresse, não depende somente da constituição genética mas também da condição fisiológica de uma semente.

Nota-se que, para plântulas normais, os resultados foram semelhantes à variável porcentagem de germinação, sendo a maior média (61%) obtida em sementes tratadas com 400 mg L⁻¹ de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina e submetidas a temperatura de 20-30°C, que não diferiu das sementes submetidas as temperaturas 20°C e 25°C (42 e 50%, respectivamente).

O uso de 400 mg L⁻¹ de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina combinado a temperatura de 30°C proporcionou as maiores médias de plântulas anormais (16%) não diferindo dos tratamentos 400 mg L⁻¹ de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina combinado às temperaturas de 30-20°C e 35°C (13,6% e 7,2%) como pode se observado na tabela 3. Esse fato pode estar relacionado com a disponibilidade de oxigênio, pois os autores Come & Tissaoui (1973 *apud* Cunha & Casali 1989) estudaram a germinação de sementes de maçã e demonstraram que em temperaturas acima de 25°C o oxigênio torna-se progressivamente menos solúvel em água e atinge o embrião em menores quantidades. Dessa forma, a menor ocorrência de plântulas anormais na temperatura 20-30°C pode estar relacionada com a curta duração do período de temperatura alta, apenas 8 horas diárias a 30°C, enquanto a alternância de 30-20°C permaneceu 16 horas diárias na maior temperatura.

A disponibilidade de oxigênio também pode estar relacionada com a maior porcentagem de sementes mortas observadas em temperaturas altas (Tabela 4). Observa-se também na tabela 4 que as maiores médias de sementes mortas foram obtidas a partir de sementes tratadas com reguladores vegetais (85,8% e 92,8% nas temperaturas 35°C e 40°C, respectivamente). Possivelmente os

Verifica-se que a ampliação da germinação ocorreu, principalmente nas temperaturas abaixo de 30°C. O mesmo não ocorreu nas temperaturas acima de 30°C, não havendo diferença significativa entre os tratamentos com e sem reguladores nas temperaturas de 35°C e 40°C. Estes dados diferem dos obtidos por Cunha e Casali (1989), em sementes de alface, que observaram que a aplicação de citocinina foi capaz de reverter o efeito inibidor da germinação causado por altas temperaturas e não foi quando as sementes foram tratadas com giberelinas.

Não foram encontrados trabalhos referentes à interação temperatura e reguladores vegetais na germinação de passifloráceas. Porém, Alves *et al.* (2006) observaram que a aplicação de citocinina (fenilmetil-aminopurina) a 250 mg L⁻¹ em sementes de *Passiflora alata* Dryander se mostrou eficiente na germinação de semente, após estas permanecerem armazenadas em temperatura ambiente. Os autores mencionam ainda que o efeito da citocinina pode ser substituído pela baixa temperatura no armazenamento das sementes.

Nota-se também, na tabela 3, que as sementes tratadas com 400 mg L⁻¹ de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina e submetidas a temperatura alternada, 20-30°C, apresentaram as maiores médias na porcentagem de germinação (66%) não diferindo significativamente da temperatura alternada 30-20°C (50%). O favorecimento da temperatura alternada na germinação de passifloráceas também foi mencionado por Santos *et al.* (1999) em sementes de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener, por Duarte Filho *et al.* (2000) em sementes de *Passiflora giberti* N.E. Brown e por Osipi & Nakagawa (2005) em sementes de *Passiflora alata* Dryander.

É possível verificar que houve interação entre temperaturas e reguladores vegetais para o índice de velocidade de germinação, cujo maior valor (27,6) foi obtido com sementes submetidas à temperatura alternada 20-30°C, que não diferiu significativamente das temperaturas constantes 20°C e 25°C (20,3 e 21,7; respectivamente).

A eficiência dos reguladores vegetais na velocidade de germinação foi verificada também na variável tempo médio de germinação, onde é possível observar que, embora a porcentagem de germinação nas temperaturas de 15°C, 20°C e 25°C tenha aumentado de 0,0; 5,2 e 6,2 para 27,0;

III – Temperatura e reguladores vegetais na germinação

Com base nos resultados obtidos nos experimentos I e II foi realizado o Experimento III, no qual foi adotada a concentração de 400 mg L⁻¹ de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina e ausência de luz para a germinação.

Na tabela 3 estão apresentados os desdobramentos para as variáveis porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação, porcentagem de plântulas normais e de plântulas anormais resultantes de sementes submetidas a diferentes temperaturas e tratamento com GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina, onde também é possível observar a significância das interações entre temperatura e reguladores vegetais.

Observa-se na tabela 3 que sementes não tratadas germinaram na temperatura de 30°C e nos regimes de alternância de temperaturas (20-30°C e 30-20°C). Estes resultados estão de acordo com o mencionado por Marcos Filhos (2005) de que sementes dormentes apresentam exigências mais estreitas, ou seja, são menos tolerantes a desvios em relação ao nível ótimo de temperatura.

Com a adição dos reguladores houve estímulo significativo à germinação e aumento dos limites de tolerância à temperatura, sendo observada germinação nas temperaturas entre 15 e 35°C, incluindo-se as alternadas (Tabela 3).

Observa-se que sementes não tratadas com reguladores e submetidas à temperatura de 25°C apresentaram apenas 2,4% de germinação. Porém, quando tratadas com 400 mg L⁻¹ de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina e submetidas à mesma temperatura, estas apresentaram porcentagem de germinação significativamente maior (54,4%) conforme pode ser visto na tabela 3. Estes resultados estão de acordo com Cunha & Casali (1989) e Botelho & Perez (2001) que relatam a interferência dos reguladores vegetais na germinação de sementes quando estas são submetidas a condições adversas, como o estresse térmico e hídrico. A ampliação dos limites de temperatura na germinação das sementes de maracujá, obtidas nesse trabalho, pode facilitar a disponibilidade de mudas da espécie ao longo do ano.

Tabela 2: Porcentagem de plântulas normais, de plântulas anormais, de sementes mortas, tempo médio e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast. tratadas com GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina.

Table 2. Percentages of normal seedlings, abnormal plantules and dead seeds; mean time of germination; and germination velocity index (IVG) of *Passiflora cincinnata* Mast. treated with GA₄₊₇ + N-(phenylmethyl)-aminopurine.

Concentração (mg L ⁻¹)	Plântulas Normais (%)	Plântulas Anormais (%)	Sementes Mortas (%)	Tempo Médio (dias)	IVG
0	19,2 d	0 b	7,2 a	16,2 a	4,50 c
100	51,2 c	2,4 ab	5,6 a	14,4 a	13,37 b
200	60 bc	2,4 ab	6,4 a	13,4 a	17,71 ab
300	78,4 a	2,4 ab	6,4 a	14,6 a	18,42 ab
400	76,8 ab	7,2 a	6,4 a	12,2 a	26,14 a
500	75,2 ab	5,6 a	11,2 a	13,8 a	25,34 a
F	29,1**	3,55*	0,74ns	1,20ns	12,36**
C.V. (%)	11,5	79	49	9,7	17,9

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

* significativo a 5% de probabilidade.

** significativo a 1% de probabilidade.

Ns: não significativo a 5% de probabilidade.

Também não foi observada diferença significativa entre os tratamentos para tempo médio de germinação. Porém, observa-se tendência de queda à medida que se aumentou a concentração dos reguladores vegetais (Tabela 2). Esta tendência pode ser comprovada pelo índice de velocidade de germinação (IVG), no qual foram observadas diferenças significativas, sendo as maiores médias (26,14 e 25,24) obtidas com o emprego de 400 e 500 mg L⁻¹ de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina. Estes resultados estão de acordo com resultados observados por Ferrari (2005) com sementes de *Passiflora alata* Curtis que obteve maiores índices de velocidade com uso de 200 e 250 mg L⁻¹ de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina. Resultados semelhantes foram encontrados por Ferreira (1998) em sementes de *P. alata* Dryander, que obteve maior IVG com 100 mg L⁻¹ de GA₃ associado a 60 mg L⁻¹ de citocinina.

Assim, observa-se que o uso de 400 mg L⁻¹ de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina foi eficiente na superação da dormência das sementes, proporcionando maior porcentagem de germinação em menor tempo.

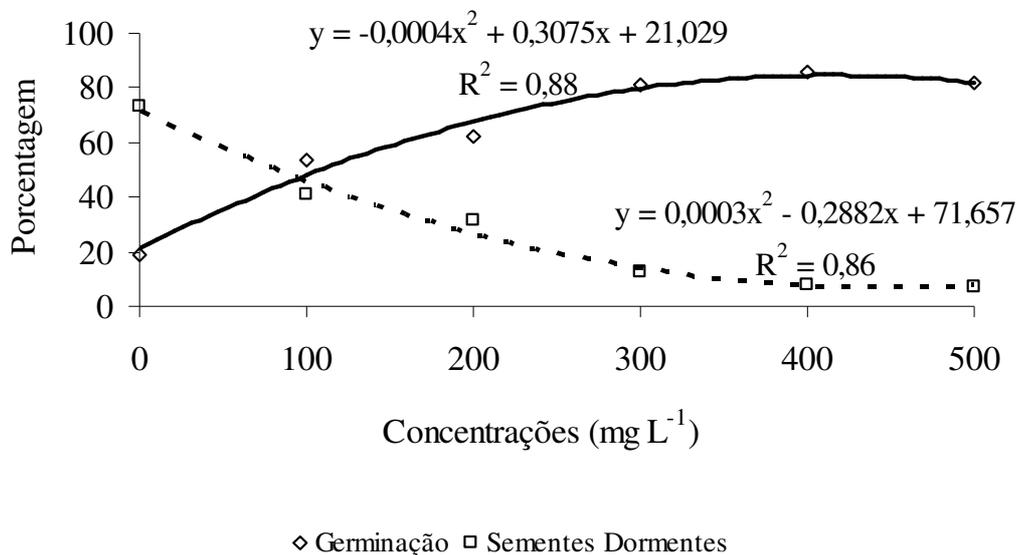


Figura 1: Porcentagem de germinação e de sementes dormentes de *Passiflora cincinnata* Mast. tratadas com GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina.

Figure 1. Percentages of germination and dormant seeds of *Passiflora cincinnata* Mast. treated with GA₄₊₇ + N-(phenylmethyl)-aminopurine.

II – Reguladores vegetais na germinação

Na figura 1 é possível observar que o uso dos reguladores vegetais GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina foi eficiente na superação da dormência das sementes. As médias de porcentagem de germinação ajustaram-se à função quadrática, sendo observado aumento na porcentagem de germinação até a concentração de 300 mg L⁻¹. Comportamento inverso é observado para a porcentagem de sementes dormentes.

A efetividade dos reguladores vegetais, GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina, na superação da dormência de sementes também foi relatada por Ferrari (2005) em sementes de *Passiflora alata* Curtis, que obteve maiores médias de germinação na concentração de 250 mg L⁻¹.

O efeito promotor da germinação com o uso de giberelina e citocinina combinados, também foi relatado por Ferreira (1998), com 100 mg L⁻¹ de GA₃ + 60 mg L⁻¹ de fenilmetil-aminopurina (citocinina). Resultados discordantes são mencionados por Zucareli *et al.* (2003) que obtiveram maior porcentagem de sementes dormentes nos tratamentos que continham fenilmetil-aminopurina (citocinina).

Para a porcentagem de plântulas normais a maior média (78,4%) foi observada na concentração de 300 mg L⁻¹ (78,4%), que não diferiu de 400 e 500 mg L⁻¹ (76,8% e 75,2%, respectivamente) como pode ser observado na tabela 2.

Na variável porcentagem de plântulas anormais, as maiores médias foram observadas nas concentrações 400 e 500 mg L⁻¹ de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina, 7,2% e 5,6%, respectivamente, diferindo significativamente do tratamento testemunha, que não promoveu a formação de plântulas anormais (tabela 2). Resultados diferentes foram observados por Ferrari (2005) que não obteve plântulas anormais com sementes de *Passiflora alata* Curtis tratadas com 0, 50, 100, 150, 200 e 250 mg L⁻¹ de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina.

Na tabela 2 também estão apresentadas as médias para porcentagem de sementes mortas, dentre as quais não foram observadas diferenças significativas.

Tabela 1. Porcentagem de germinação, tempo médio de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), porcentagem de sementes mortas e sementes dormentes de *Passiflora cincinnata* Mast. em função das temperaturas e condições de fotoperíodo.

Table 1. Percentages of germination, dead seeds and dormant seeds; mean time of germination; and germination velocity index (IVG), of *Passiflora cincinnata* Mast. as functions of temperature and photoperiod conditions.

Temperatura	Germinação (%)		Tempo Médio (dias)		IVG		Sementes Mortas (%)		Sementes Dormentes (%)	
	Luz	Escuro	Luz	Escuro	Luz	Escuro	Luz	Escuro	Luz	Escuro
10	0,0 A b	0,0 A c	0,0 A b	0,0 A b	0,0 A a	0,0 A c	12,0 A d	16,8 A c	88,0 A a	83,2 A a
15	0,0 A b	0,0 A c	0,0 A b	0,0 A b	0,0 A a	0,0 A c	14,4 A cd	17,6 A c	85,6 A ab	82,4 A a
20	0,0 A b	0,0 A c	0,0 A b	0,0 A b	0,0 A a	0,0 A c	24,8 A bcd	25,6 A bc	75,2 A abc	74,4 A ab
25	0,0 A b	0,0 A c	0,0 A b	0,0 A b	0,0 A a	0,0 A c	30,4 A bc	31,2 A bc	69,6 A bc	68,8 A ab
30	1,6 B ab	11,2 A a	6,4 B ab	17,31 A a	0,4 B a	5,8 A b	26,4 B bcd	44,0 A b	72,0 A abc	44,8 B c
35	0,0 B b	4,0 A b	0,0 B b	16,0 A a	0,0 A a	0,0 A c	31,2 A bc	38,4 A b	68,8 A bc	57,6 A bc
40	0,0 A b	0,0 A c	0,0 A b	0 A b	0,0 A a	0,0 A c	99,2 A a	98,4 A a	0,8 A d	1,6 A d
20/30	3,2 Ba	14,4 A a	18,3 A a	15,8 A a	0,5 B a	11,4 A a	25,6 B bcd	42,4 A b	71,2 A abc	43,2 B c
30/20	3,2 B a	12,8 A a	6,0 B ab	12,4 A a	3,3 B a	11,4 A ab	33,6 A b	27,2 A bc	63,2 A c	60,0 A bc
F										
Fotoperíodo	62,41**		14,90**		29,44**		5,44*		16,84**	
Temperatura	31,84**		14,86**		17,24**		103,86**		99,87**	
Fot.xTemp.	10,19**		3,49**		7,99**		1,83ns		3,27**	
C.V. (%)	72,99		60,16		46,82		15,94		11,85	

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

* significativo a 5% de probabilidade.

** significativo a 1% de probabilidade.

Ns: não significativo a 5% de probabilidade.

extravasam substâncias para o meio, possibilitando o desenvolvimento de microrganismos como fungos e bactérias, indicando sua deterioração. Observa-se também que nas temperaturas de 10°C a 35°C as sementes permaneceram viáveis, porém dormentes.

Portanto, verifica-se que a germinação das sementes da espécie *Passiflora cincinnata* Mast. é favorecida pela ausência de luz, no entanto, mesmo na temperatura mais adequada e na ausência de luz a porcentagem de germinação permaneceu baixa, provavelmente, devido à dormência das sementes.

Resultados semelhantes foram observados por Osipi & Nakagawa (2005) e Santos *et al.* (1999) em sementes de *Passiflora alata* Dryander e *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener, respectivamente, que também obtiveram diferença significativa na porcentagem de germinação entre a temperatura constante de 25°C e a temperatura alternada 20-30°C. Os mesmos autores indicaram a temperatura alternada 20-30°C como a mais adequada para a germinação destas espécies.

Observa-se também na tabela 1, que os tratamentos que permaneceram na ausência de luz apresentaram maiores médias de germinação, diferindo significativamente dos demais, demonstrando efeito inibitório da luz. Estes resultados concordam com o recomendado por Brasil (1992) para a espécie *Passiflora edulis*, que indica a realização do teste de germinação no escuro. Resultados discordantes foram obtidos por Passos *et al.* (2004) que não verificaram efeito significativo da luz/escuro na germinação *in vitro* de sementes de *Passiflora nitida* Kunth.

Até os 40 dias de avaliação não foram observadas plântulas anormais, provavelmente devido à baixa germinação e a não ocorrência de germinação em temperaturas extremas que poderia levar a formação de plântulas anormais devido à condição de estresse.

Assim como na porcentagem de germinação, também não houve diferença significativa no tempo médio de germinação entre as temperaturas de 30°C, 20-30°C e 30-20°C na ausência de luz (Tabela 1). No entanto, os tratamentos 20-30°C e 30-20°C apresentaram os maiores índices de velocidade de germinação diferindo, significativamente, da temperatura 30°C. Resultados semelhantes foram observados por Duarte Filho *et al.* (2000) na germinação de sementes de *Passiflora giberti* N.E. Brown, que observaram maior uniformidade de germinação com o uso da temperatura alternada 30-20°C.

É possível observar que a temperatura de 40°C foi nociva às sementes promovendo a maior porcentagem de sementes mortas independentemente da condição de luz. As sementes submetidas às temperaturas de 35°C e 40°C apresentaram incidência de fungos, o que corrobora com relatos de Ferraz-Grande & Takaki (2006) de que sementes incubadas acima da temperatura máxima,

porcentagens de sementes mortas e dormentes foram obtidas mediante teste do tetrazólio (Malavasi *et al.* 2001).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e análise de regressão (Pimentel-Gomes 1990). Para os dados em porcentagem foi utilizada a transformação arc-seno da raiz de $x/100$.

Resultados e Discussão

I – Luz e temperatura na germinação

Na tabela 1 são apresentados os desdobramentos para as variáveis porcentagem de germinação, tempo médio de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), porcentagem de sementes mortas e de sementes dormentes resultantes de sementes submetidas a diferentes condições de temperaturas e de fotoperíodo, na qual observa-se interações significativas entre fotoperíodo e temperatura.

É possível verificar que, de modo geral, a porcentagem de germinação foi baixa, independentemente da temperatura e condição de luz utilizada, atingindo o maior valor (14,4%) no tratamento com alternância de temperatura (20-30°C) sob escuro constante, o que não diferiu dos tratamentos 30-20°C (12,8%) e 30°C (11,2%), ambos também no escuro.

A baixa germinação obtida está de acordo com relatos de Meletti *et al.* (2002) e Lombardi (2003) de que sementes da espécie *Passiflora cincinnata* Mast. apresentam elevado nível de dormência.

No que se refere a temperatura, estes resultados estão parcialmente de acordo com os resultados observados por Pereira & Andrade (1994), que não observaram diferenças significativas na germinação de sementes de *Passiflora edulis* Sims submetidas a temperaturas constantes (25 e 30°C) e a temperatura alternada (20-30°C), porém, diferentemente dos resultados encontrados pelos autores, no presente trabalho as sementes submetidas à temperatura de 25°C, independentemente da condição de luz, não apresentaram germinação.

vegetais foi utilizado o produto comercial Promalin[®], composto por 1,8% de GA₄₊₇ e 1,8% N-(fenilmetil)-1H-6-aminopurina.

Após a embebição, as sementes foram tratadas com fungicida Captan[®] (2 g kg⁻¹) e transferidas para caixas plásticas, tipo gerbox, de coloração preta sobre duas folhas de papel mata-borrão umedecido com água destilada na proporção de duas vezes e meia o peso do papel (Brasil 1992). As caixas foram mantidas em câmara de germinação sob temperatura alternada 20-30°C (16-8 horas).

III – Temperatura e reguladores vegetais na germinação

A instalação do experimento foi realizada em delineamento experimental inteiramente casualizado num esquema fatorial 9x2 (temperatura x concentração) com cinco repetições de 25 sementes por parcela, sendo os tratamentos constituídos pela combinação entre 9 condições de temperatura (10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C, 20-30°C e 30-20°C) e duas condições de reguladores vegetais (testemunha, sementes embebidas apenas em água, e pela concentração de 400 mg L⁻¹ de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina).

As sementes foram tratadas com fungicida Captan[®] (2 g kg⁻¹) e colocadas para germinar em caixas plásticas, tipo gerbox de coloração preta, sobre duas folhas de papel mata-borrão umedecidas com água destilada na proporção de duas vezes e meia o peso do papel (Brasil 1992) e mantidas em câmara de germinação.

Nos três experimentos as caixas foram mantidas em câmaras de germinação, sendo a contagem do número de sementes germinadas realizada diariamente durante 40 dias, sempre em sala de segurança com luz verde e foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram raiz primária com aproximadamente 2mm de comprimento (Hadas 1976).

Ao final de cada experimento calculou-se: a porcentagem de germinação, de sementes mortas e dormentes, de plântulas normais e anormais (Brasil 1992), o tempo médio de germinação (Labouriau, 1983) e o índice de velocidade de germinação (Silva & Nakagawa 1995). As

As sementes foram obtidas junto ao Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA) – Embrapa, Petrolina – PE, sendo os frutos coletados de diversas plantas cultivadas no Campo Experimental da Caatinga no ano de 2004. Após a extração das sementes, estas foram lavadas para retirada da mucilagem e colocadas ao sol para secar por três dias. Após a secagem, as sementes foram armazenadas em câmara fria com temperatura média de 10°C, durante um ano.

Na implantação dos experimentos foi determinado o grau de umidade das sementes pelo método da estufa à 105°C±3 por 24 horas (Brasil, 1992) que resultou em 9% de umidade.

Para atingir os objetivos propostos, o trabalho foi subdividido em três experimentos:

I – Luz e temperatura na germinação

O experimento foi instalado em delineamento experimental inteiramente casualizado num esquema fatorial 9x2 (temperatura x fotoperíodo) sendo utilizado cinco repetições de 25 sementes por parcela. Os tratamentos foram constituídos pela combinação entre as temperaturas 10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C, 20-30°C e 30-20°C e duas condições de fotoperíodo (oito horas de luz e escuro constante). Para a alternância de temperatura foi utilizado período de 16 e 8 horas. Para simular a ausência de luz foram utilizadas caixas tipo gerbox de coloração preta e, transparente para fotoperíodo de 8 horas de luz e 16 horas de escuro.

As sementes foram tratadas com fungicida Captan® (2 g kg⁻¹) e colocadas para germinar sobre duas folhas de papel mata-borrão umedecido com água destilada na proporção de duas vezes e meia o peso do papel (Brasil 1992).

II – Reguladores vegetais na germinação

A implantação do experimento foi em delineamento experimental inteiramente casualizado com seis tratamentos de cinco repetições com 25 sementes por parcela. Os tratamentos foram constituídos pela testemunha (sementes embebidas em água) e pelas concentrações de 100, 200, 300, 400 e 500 mg L⁻¹ de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina. As sementes permaneceram imersas nas respectivas soluções durante cinco horas sob aeração constante. Como fonte de reguladores

tecidos que restringe o seu crescimento, como o endosperma, o tegumento da semente ou estruturas do fruto (Salisbury & Ross 1991). A aplicação exógena de ácido giberélico influencia o metabolismo protéico, podendo dobrar a taxa de síntese de proteínas das sementes (McDonald & Khan, 1983) e, segundo Marcos Filho (2005), amplia a faixa de temperatura ótima para a germinação.

As citocininas também apresentam efeitos fisiológicos na germinação de sementes (Taiz & Zeiger 2004) tendo como função, regular o nível de inibidores ativos presentes nas sementes, permitindo que se tornem mais sensíveis à ação das giberelinas (Walker *et al.* 1989) e, ainda, estimulam a divisão e alongamento celular, apresentam efeito sinérgico com a luz e atenuam efeitos de substâncias inibidoras da germinação, como o ABA e a cumarina (Marcos Filho 2005) e, em alguns casos, pode substituir a necessidade de luz em espécies fotoblásticas positivas, como é o caso da alface. Podem ainda, promover a germinação de sementes fotoblásticas negativas, como no caso do maxixe (Alvarenga 1990). Segundo Horcat & Letham (1990), os embriões de sementes de milho, em germinação, são capazes de biossintetizar citocininas nos quais estas estariam relacionadas nos rápidos eventos pós-germinativos.

Os reguladores vegetais têm sido estudados em diversas espécies do gênero *Passiflora*, principalmente, na embebição de sementes com giberelina, citocinina e etileno para promover a superação da dormência e uniformidade de germinação. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito da luz, da temperatura e a interação entre temperatura e os reguladores vegetais GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina na germinação das sementes de *Passiflora cincinnata* Mast..

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no laboratório de germinação do Departamento de Botânica da Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho (Unesp), *Campus* de Botucatu-SP.

A temperatura apresenta grande influência tanto na porcentagem como na velocidade de germinação, afetando a absorção de água e as reações bioquímicas que regulam o metabolismo envolvido nesse processo, sendo a faixa de temperatura dentro da qual as sementes podem germinar característica de cada espécie (Bewley & Black 1994).

Os efeitos da temperatura podem ser avaliados a partir de mudanças ocasionadas na porcentagem, velocidade e frequência relativa de germinação ao longo do tempo de incubação (Labouriau & Pacheco 1979).

Osipi & Nakagawa (2005) estudaram a germinação de sementes de diferentes plantas de maracujá doce (*Passiflora alata* Dryander) sob duas condições de temperatura (25°C e 20-30°C) e observaram que a temperatura alternada 20-30°C possibilitou maior porcentagem de germinação, independentemente da planta, e sugeriram que esta pode ter favorecido a superação da dormência das sementes.

A presença de hormônios, através do equilíbrio entre promotores e inibidores de crescimento, exerce papel fundamental para regular o processo germinativo (Moraes *et al.* 2002). Para Davies (1994) os reguladores vegetais são fatores intrínsecos que controlam a germinação transformando sinais ambientais específicos em respostas bioquímicas, produzindo modificações no estado fisiológico da semente, através da transcrição diferencial, repressão ou desrepressão gênica ou ativação do RNA mensageiro ou, ainda, por alteração na permeabilidade da membrana.

Quando se analisa o desempenho das sementes sob algum tipo de estresse ambiental, a presença de reguladores vegetais deve ser considerada devido sua interferência na germinabilidade das sementes (Botelho & Perez 2001) e segundo Cunha & Casali (1989), o uso de giberelinas na germinação pode melhorar a performance de sementes de várias espécies, principalmente, sob condições adversas.

As giberelinas endógenas influenciam grande variedade de processos do desenvolvimento, entre os quais a germinação de sementes e a mobilização das reservas do endosperma (Taiz & Zeiger 2004), atuando ainda no alongamento celular, fazendo com que a raiz primária rompa os

Introdução

A espécie *Passiflora cincinnata* Mast. pertencente a família Passifloraceae é silvestre não comercial (Aponte & Jáuregui 2004), popularmente conhecida como maracujá-do-mato sendo considerada potencialmente importante na produção de porta-enxerto, uma vez que é tolerante a doenças causadas por bactérias (São José 1994, Meletti *et al.* 2002) e nematóides, podendo ser utilizada em programas de melhoramento genético (Ferreira & Oliveira 1991).

Estudos com espécies potenciais para produção comercial e/ou de porta-enxertos, se tornam ferramentas imprescindíveis para auxiliar no desenvolvimento tecnológico da cultura do maracujazeiro (Ruggiero 1998, Meletti 2001), sendo a maioria dos problemas que ocorrem com o emprego de sementes de Passifloráceas para produção de mudas pé-franco ou porta-enxertos, relacionados à heterogeneidade das plantas e a baixa porcentagem de germinação (Morley-Bunker 1980, Ruggiero, 1991).

Lombardi (2003) relatou que as sementes da espécie *Passiflora cincinnata* Mast. apresentam baixa germinação (52%) e, segundo Meletti *et al.* (2002), as sementes da espécie necessitam de tempo de armazenamento superior a dois anos para superação da dormência.

Para algumas espécies a luz constitui fator de importância na germinação das sementes e sobrevivência das plântulas (Borges & Rena 1993). O responsável pela fotorreação, controlando a germinação é um pigmento denominado fitocromo, uma cromoproteína solúvel, presente no citoplasma de células do eixo embrionário (Marcos Filho 2005). Entre outros processos, o fitocromo permite que as sementes detectem a composição espectral da luz, iniciando a germinação quando as condições luminosas se tornam apropriadas para o estabelecimento das plântulas (Smith 1994).

A sensibilidade das sementes à luz é influenciada pelas condições ambientais durante a maturação e a secagem das sementes. Esta sensibilidade é bastante variável de acordo com a espécie, havendo sementes cuja germinação é influenciada, positivamente ou negativamente, pela luz e sementes indiferentes a ela (Borges & Rena 1993).

Fotoperíodo, Temperatura e Reguladores Vegetais na Germinação de Sementes de *Passiflora cincinnata* Mast.

Resumo: O trabalho foi realizado no laboratório de germinação do Departamento de Botânica da Unesp, *Campus* de Botucatu-SP e teve como objetivos estudar o efeito da luz e da temperatura e a interação entre temperatura e reguladores vegetais na germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast.. O trabalho constou de três experimentos; no primeiro foi estudado o efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes, sendo realizado em esquema fatorial 9x2 (temperatura x fotoperíodo), inteiramente casualizado, utilizando-se cinco repetições de 25 sementes por parcela. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparação das médias pelo teste Tukey. No segundo foi estudado o efeito dos reguladores vegetais, GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina, na germinação e constou de seis tratamentos com cinco repetições de 25 sementes em delineamento experimental inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância, comparação das médias pelo teste Tukey e análise de regressão. No terceiro experimento foi estudada a interação entre temperatura e reguladores vegetais na germinação sendo realizado num delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 9x2 (temperatura X concentração). Os dados foram submetidos à análise de variância e comparação das médias pelo teste Tukey. Foi possível observar que a luz exerceu efeito inibitório sobre a germinação das sementes; os reguladores vegetais, GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina, foram eficientes na superação da dormência e ampliação dos limites de temperatura de germinação. A temperatura alternada 20-30°C mostrou-se mais adequada para a germinação de sementes da espécie.

Palavras-Chave: Maracujá, Passifloráceas, Propagação, Sementes.

Photoperiod, Temperature and Plant Growth Regulators in *Passiflora cincinnata* Mast. seeds Germination

Abstract: The present work was carried out at the germination laboratory of the Department of Botany, Botucatu Institute of Biosciences, Unesp, Botucatu, São Paulo State, Brazil. Its aims were to study the effects of light and temperature as well as the interaction between temperature and plant growth regulators during the germination of *Passiflora cincinnata* Mast. seeds. This work involved three experiments: the first aimed at studying the effect of light and temperature on the germination of seeds using a completely randomized design in 9x2 factorial scheme (temperature x photoperiod) and five repetitions of 25 seeds each: data were subjected to analysis of variance and comparison of means using the Tukey test. The second experiment aimed at studying the effect of plant growth regulators GA₄₊₇ + N-(phenylmethyl)-aminopurine on germination. It consisted of six treatments and five repetitions of 25 seeds each in a completely randomized design. Data were subjected to analysis of variance, comparison of means using the Tukey test, and regression analysis. In the third experiment, the interaction between temperature and plant growth regulators in germination was studied based on a completely randomized design in 9x2 factorial scheme (temperature X concentration). Data were subjected to analysis of variance and comparison of means using the Tukey test. Light had an inhibitory effect on the seeds germination, and plant growth regulators GA₄₊₇ + N-(phenylmethyl)-aminopurine were effective in overcoming dormancy and increasing temperature limits in germination. Alternated temperature, 20-30°C, was the most suitable for the germination of seeds of the species studied.

Keywords: Passion fruit, Passifloraceae, Propagation, Seeds.

4 – CAPÍTULO II¹ - Fotoperíodo, Temperatura e Reguladores Vegetais na Germinação de Sementes de *Passiflora cincinnata* Mast.

¹ Nas normas da Revista Brasileira de Botânica

- OLIVEIRA, J.C., NAKAMURA, K., MAURO, A.O. & CENTURION, M.AP.C. 1994. Aspectos gerais do melhoramento do maracujazeiro. *In* Maracujá: produção e mercado (A.R. São José). UESB, Vitória da Conquista, p.27-28
- ONO, E.O., RODRIGUES, J.D., SABINO, J.C. & PINHO, S.Z. 1993. Estudo da embebição e da viabilidade de sementes de macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche). *Scientia Agricola* 50:40-44.
- PASSOS, I.R.S., MATOS G.V.C., MELETTI, L.M.M., SCOTT, M.D.S., BERNACCI, L.C. & VIEIRA, M.A. R. 2004. Utilização do ácido giberélico para a quebra de dormência de sementes de *Passiflora nítida* Kunth germinadas “*in vitro*”. *Revista Brasileira de Fruticultura* 23:380-381.
- PIMENTEL-GOMES, F. 1990. Curso de estatística experimental. Nobel, Piracicaba.
- SALISBURY, F.B. & ROSS, C.W. 1991. *Plant Physiology*. Wadsworth Publishing, Belmont, 682p.
- SILVA, J.B.C. & NAKAGAWA, J. 1995. Estudo de fórmulas para cálculos da velocidade de germinação. *Informativo ABRATES* 5:62-73.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. 2004. *Fisiologia vegetal*. 3 ed. Artimed, Porto alegre.
- TAKAHASHI, N., PHINNEY, B.O. & MACMILLAN, J. 1991. *Gibberellins*. Springer – Verlag, New York.
- TSUBOI, H. & NAKAGAWA, J. 1992. Efeito da escarificação por lixa, ácido sulfúrico e água quente na germinação de sementes de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.). *Científica* 20:63-72.
- WALKER, M. A., ROBERTS, D. R., WAITE, J. L. & DUMBROFF, E. B. 1989. Relationship among cytokinin, ethylene and polyamines during the stratification-germination process in seeds of *Acer saccharum*. *Physiologia Plantarum* 76:326-332.
- ZUCARELI, C., CASTRO, M.M., OLIVEIRA, H.R., BRANCALIÃO, S.R., RODRIGUES, J.D., ONO, E.O. & BOARO, C.S.F. 2003. Fitoreguladores e germinação de sementes de maracujá doce em condições de laboratório. *Scientia Agrária* 4:9-14.

- LEONEL, S. & PEDROSO, C. J. 2005. Produção de mudas de maracujazeiro-doce com uso de biorreguladores. *Revista Brasileira de Fruticultura* 27:107-109.
- LOMBARDI, S.L. 2003. Estudos anatômicos e fisiológicos da organogênese *in vitro* em *Passiflora cincinnata* Mast. Dissertação de mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- LOPES, H.M., GOURLART, E.M., VASCONCELOS, M.A., QUEIROZ, O.A. & SILVA, E.R. 2003. Influência do arilo e da escarificação do tegumento sobre a germinação e absorção de água em sementes de maracujá doce (*Passiflora alata* Dryand). *Informativo ABRATES* 13:443.
- MALAVASI, M.M., FOGAÇA, C.A., FOGAÇA, L. & FERREIRA, G. 2001. Preparo e coloração de sementes de maracujá doce (*Passiflora alata* Dryander) para avaliação da viabilidade através de teste do tetrazólio. *Revista Brasileira de Fruticultura* 23:126-129.
- MARCOS-FILHO, J. 2005. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. FEALQ, Piracicaba.
- MATTOO, A.K. & SUTTLE, J.C. 1991. The plant hormone ethylene. CRC Press, London.
- McDONALD, M.D. & KHAN, A.A. 1983. Acid scarification and protein synthesis during seed germination. *Agronomy Journal* 2(75):111-114.
- MELETTI, L.M.M. SOARES-SCOTT, M.D. & BERNACCI, L.C. 2005. Caracterização fenotípica de três seleções de maracujazeiro-roxo (*Passiflora edulis* Sims). *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.27, n.2, p.268-272.
- MELETTI, L.M.M., FURLANI, P.R., ALVAREZ V., SOARES-SCOTT, M.D., BERNACCI, L.C. & AZEVEDO-FILHO, J.A. 2002. Novas tecnologias melhoram a produção de mudas de maracujá. *O Agrônomo* 54:30-33.
- MELO, A.L., OLIVEIRA, J.C. & VIEIRA, R.D. 2000. Superação de dormência em sementes de *Passiflora nítida* H.B.K. com hidróxido de cálcio, ácido sulfúrico e ácido giberélico. *Revista Brasileira de Fruticultura* 22:260-263.
- MORLEY-BUNKER, M. J. S. 1974. Some aspects of seed dormancy with reference to *Passiflora* spp. and other tropical and subtropical crops. University of London, Londres.

- CASTRO, R.D. & HILHORST, H.W.M. 2004. Embebição e reativação do metabolismo. *In*. Germinação: do básico ao aplicado (A. Gui Ferreira & F. Borghetti, orgs.). Artimed, Porto Alegre, p.149-162.
- COLL, J.B., RODRIGO, G., GERCIA, B.S. & TAMES, R.S. 2001. Fisiologia vegetal. Ediciones Pirâmides S.A., Madrid.
- CONEGLIAN, R.C.C., ROSSETO, C.A.V., SHIMIZU, M.K. & VASCONCELLOS, M.A.S. 2000. Efeito de métodos de extração e de ácido giberélico na qualidade de sementes de maracujá-doce (*passiflora alata* Dryand). *Revista Brasileira de Fruticultura* 22:463-467.
- DAVIES, P.J. 1994. Plant hormones: their role in plant growth and development. 2 ed. Nijijhoff Publishers, New York.
- FERRARI, T.B. 2005. Germinação de sementes e análise de crescimento no estágio inicial do desenvolvimento de *Passiflora alata* Curtis com o uso de biorreguladores. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- FERREIRA, F.R. & OLIVEIRA, J.C. 1991. Germoplasma de passiflora. *In* A cultura do maracujá no Brasil (A.R. São José, ed.). FUNEP, Jaboticabal, p.187-200.
- FERREIRA, G. 1998. Estudo da embebição e efeito de fitorreguladores na germinação de sementes de Passifloráceas. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- FERREIRA, G., FOGAÇA, L.A. & MORO, E. 2001. Germinação de sementes de *Passiflora alata* Dryander (maracujá-doce) submetidas a diferentes tempos de embebição e concentrações de ácido giberélico. *Revista Brasileira de Fruticultura* 23:160-163.
- FOGAÇA, L.A., FERREIRA, G. & BLOEDORN, M. 2001. Efeito do ácido giberélico (GA₃) aplicado em sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryander) para produção de mudas em diferentes embalagens. *Revista Brasileira de Fruticultura* 23:152-155.
- HADAS, A. 1976. Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potential in osmotic solution. *Journal of Experimental Botany* 52:480-489.
- LABOURIAU, L.G. 1983. A germinação das sementes. OEA, Washington.

- APONTE, Y. & JÁUREGUI, D. 2004a. Algunos aspectos de la biología floral de *Passiflora cincinnata* Mast. Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia 21:211- 219.
- APONTE, Y. & JÁUREGUI, D. 2004b. Capacidad reproductiva: Formación de frutos y semillas en *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener y *Passiflora cincinnata* Mast. Revista da Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia 21:353-361.
- ARAÚJO, F.P., SANTOS, C.A.F. & LELO, F.M. 2004. Propagação vegetativa do maracuja do mato: Espécies resistente a seca, de potencial econômico para agricultura de sequeiro. Embrapa, Petrolina. (Instruções Técnicas da Embrapa Semi-Árido, nº 61)
- ARTECA, R.D. 1996. Plant growth substances: principles and applications. Chapman & Hall, New York.
- BARBOSA, L.M. 1998. Citologia de híbridos somáticos de *Passiflora* spp. obtidos por fusão de protoplasto. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- BERNACCI, L.C., VITTA, F.A. & BAKKER, Y.V. 2003. *Passiflora* L. In Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. Paulo (M. G. L Wanderley, G.J Shepherd, A.M Giulietti & T.S Melhem). RiMa/FAPESP, São Paulo, v.3, p.248-274.
- BEWLEY, J.D. & BLACK. M. 1994. Seeds: Physiology of development and germination. Plenum Press, New York.
- BRASIL. 1992. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Produção vegetal. Divisão de Sementes e Mudas. Regras para análise de sementes. Ministério da Saúde, Brasília.
- BUCKERIDGE, M.S.; AIDAR, M.P.M.; SANTOS H.P.; TINÉ, M.A.S. 2004. Acúmulo de reservas. In.Germinação: do básico ao aplicado (A. GUI FERREIRA & F. BORGHETTI, orgs.). Artimed, Porto Alegre, p.149-162.
- CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. 2000. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4 ed. Funep, Jaboticabal.

Conclusões

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se para a espécie *Passifora cincinnata* Mast. que:

- ✓ A estabilização do processo de embebição de água nas sementes, final da fase I e início da fase II da germinação, ocorreu três a quatro horas após o contato com a água, independentemente do método utilizado;
- ✓ Os reguladores vegetais, GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina, foram eficientes na superação da dormência de sementes, sendo a concentração de 400 mg L⁻¹ a mais indicada;
- ✓ O início da fase III da germinação das sementes ocorreu, aproximadamente, 120 horas após o início da embebição, não sendo possível sua caracterização sem o uso de reguladores vegetais.

Referências Bibliográficas

- AGRIANUAL. 2005. Anuário da Agricultura Brasileira. Maracujá, São Paulo, p.393-399.
- ALEXANDRE R.S., JUNIOR, A.W., NEGREIROS, J.R.S., PARIZZOTTO, A. & BRUCKNER, C.H. 2004b. Germinação de sementes de genótipos de maracujazeiro. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 39:1239-1245.
- ALEXANDRE, R.S., LOPES, J.C., DIAS, P.C. & BRUCKNER, C.H. 2004a. Germinação de sementes de maracujazeiro influenciada por tratamentos físicos no episperma e diferentes substratos. Revista Ceres 51(296):419-427.
- ALVARENGA, A.A. 1990. Substâncias de crescimento e regulação do desenvolvimento vegetal. ESAL, Lavras.
- ALVES, C.Z., SÁ, M.E., CORRÊA, L.S. & BINOTTI, F.F.S. 2006. Efeito da temperatura de armazenamento e de fitorreguladores na germinação de sementes de maracujá doce e desenvolvimento inicial de mudas. Acta scientiarum – Agronômica 28:441-448.

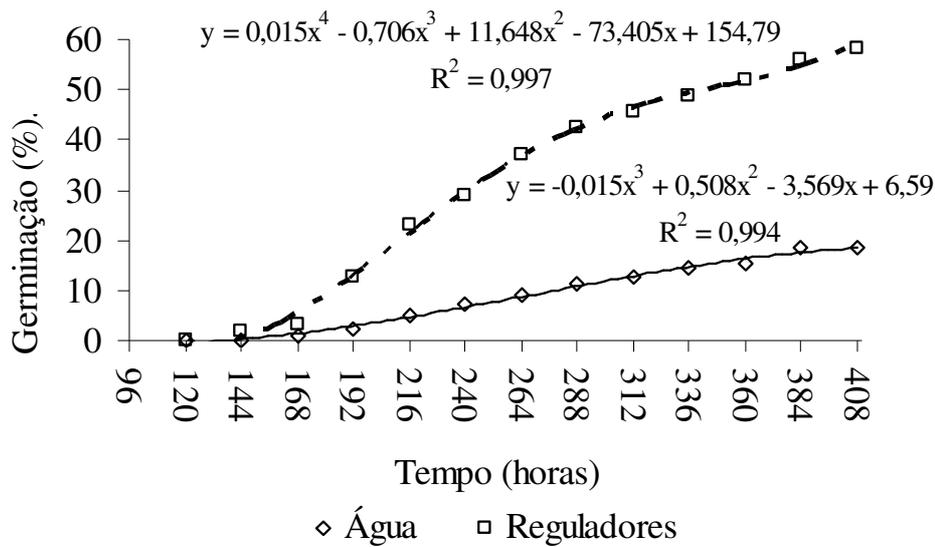


Figura 04 – Porcentagem de germinação, ao longo do tempo, de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast. tratadas com GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina.

Figure 04 – Percentage of germination of *Passiflora cincinnata* Mast. seeds treated with GA₄₊₇ + N-(phenylmethyl)-aminopurine.

Tabela 8: Médias da porcentagem de germinação, de sementes dormentes e mortas e da massa da matéria fresca das sementes, submetidas a embebição após tratamento com GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina.

Table 8: Means for the percentages of germination, and dormant seeds and for the mass of seeds submitted to imbibition after treatment with GA₄₊₇ + N-(phenylmethyl)-aminopurine.

Tratamentos	Germinação (%)	Sementes Dormentes (%)	Sementes Mortas (%)	Matéria Fresca (g)
Água	18 b	73 a	8 b	3,01 b
400 mg L ⁻¹	58 a	24 b	18 a	8,27 a
F	49**	78**	8,72*	106**
C.V. (%)	23	18	40	14

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo Teste Tukey.

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Means followed by same letters in the column do not differ among themselves by the Test of Tukey.

* significative at 5% of probability.

** significative at 1% of probability.

Na figura 4 estão representadas as porcentagens de germinação, acumuladas ao longo do tempo (Fase III), cujas médias ajustaram-se a equações de terceiro e quarto graus, para a testemunha e sementes tratadas com 400 mg L^{-1} de GA_{4+7} + N-(fenilmetil)-aminopurina, respectivamente.

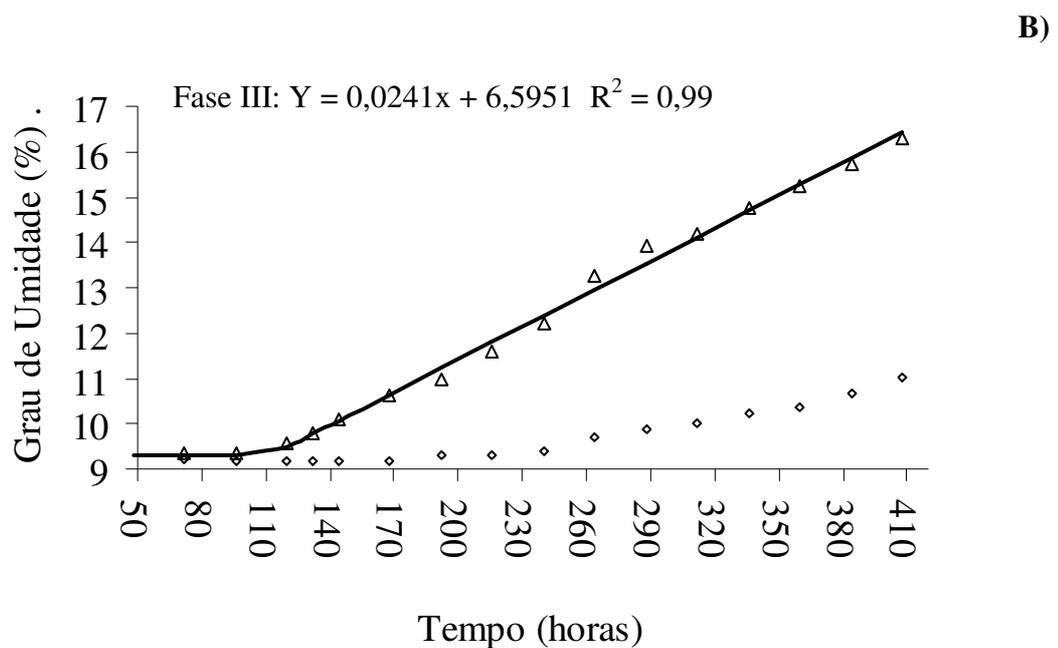
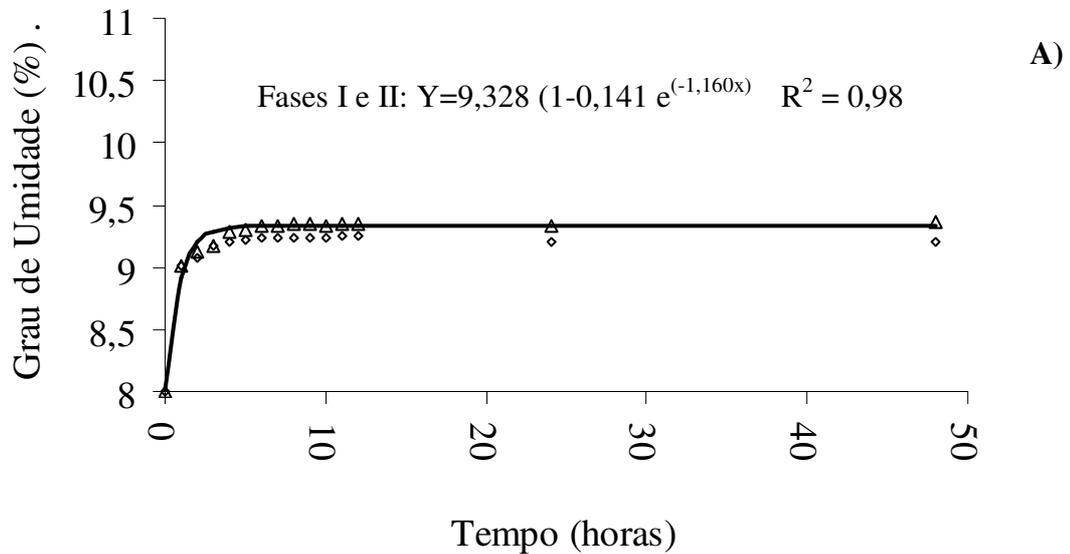
Na tabela 8 estão representadas os desdobramentos para as porcentagens de germinação, sementes mortas e dormentes e o ganho de massa fresca das sementes após 408 horas de hidratação.

Observa-se que a porcentagem de germinação foi maior nas sementes tratadas com 400 mg L^{-1} de GA_{4+7} + N-(fenilmetil)-aminopurina, o que permitiu a caracterização das três fases, como já mencionado. Conseqüentemente, a porcentagem de sementes dormentes também foi menor nas sementes tratadas.

O tratamento das sementes com os reguladores vegetais proporcionou também, a maior porcentagem de sementes mortas. Possivelmente, este fato está relacionado com o excesso de manipulação das sementes durante as pesagens, visto que a porcentagem de sementes mortas no experimento anterior, com a aplicação da mesma concentração de GA_{4+7} + N-(fenilmetil)-aminopurina, mas sem manipulação, uma vez que as sementes permaneciam nas caixas sem contato manual, se manteve abaixo (6,4%) da encontrada no presente experimento.

O ganho de massa de matéria fresca obtido pela massa de matéria fresca final menos a massa de matéria fresca inicial das sementes, foi maior nas sementes tratadas, sendo este ganho de massa, segundo Marcos Filho (2005) referente a hidratação e, posteriormente, ao acréscimo significativo, tanto da massa úmida como da matéria seca das sementes, que são acompanhados pela rápida mobilização de nutrientes para a raiz primária.

horas do início da hidratação, isso porque foram consideradas como germinadas sementes que apresentavam 2mm de raiz primária (Hadas 1976).



◊ Testemunha Δ Reguladores Vegetais

Figura 03 – Grau de umidade (%) ao longo do tempo, de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast. tratadas com GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina. (A) fases I e II, (B) fase III da germinação.

Figure 03 – Degree of humidity (%) along the time of *Passiflora cincinnata* Mast. seeds treated with GA₄₊₇ + N-(phenylmethyl)-aminopurine. (A) stages I and II of germination, (B) stage III of germination.

III - Caracterização das fases da germinação com reguladores vegetais

Para a caracterização das fases da germinação em sementes de *Passiflora cincinnata* Mast. foram utilizados os resultados obtidos nos experimentos anteriores, ou seja, utilização de cinco horas de imersão e a concentração 400 mg L^{-1} de GA_{4+7} + N-(fenilmetil)-aminopurina para a superação da dormência, possibilitando a caracterização da fase III, pois esta só acontece em sementes não dormentes como já relatado por diversos autores como Bewley & Black (1994), Carvalho & Nakagawa (2000) e Marcos Filho (2005).

Observa-se na figura 3, que não houve ajuste matemático para o tratamento testemunha. Este fato, provavelmente, está relacionado com o comportamento irregular das sementes dormentes que, apesar da embebição durante a fase I, apresentaram flutuações na quantidade de água absorvida durante a fase II. Estas flutuações se devem, possivelmente, ao rompimento dos tegumentos observados durante o experimento, o que alterou a leitura das pesagens. Além disso, a baixa porcentagem de germinação impossibilitou a caracterização da fase III no tratamento testemunha.

A fase I foi semelhante entre as sementes tratadas com 400 mg L^{-1} de GA_{4+7} + N-(fenilmetil)-aminopurina e as não tratadas (testemunha) e, também, semelhantes aos resultados obtidos no experimento I (em diferentes métodos de hidratação), ocorrendo a estabilização entre três e quatro horas após o início do processo, sendo as médias ajustadas numa equação assintótica.

A fase II durou aproximadamente 116 horas e portanto, a passagem da fase II para a fase III ocorreu, aproximadamente às 120 horas após o contato da semente com a solução. Estes resultados estão de acordo com os observados por Ferrari (2005) em sementes de *Passiflora alata* Curtis, cuja passagem da fase II para a fase III também ocorreu às 120 horas após o contato inicial com a água, quando as sementes foram acondicionadas sobre papel umedecido. Contudo, o mesmo autor observou que a fase III iniciou às 200 horas quando as sementes permaneceram submersas em água sob aeração.

Apesar do acréscimo da quantidade de água absorvida, o que indica a saída da fase II, iniciar às 120 horas, só foi verificado germinação visível após 24 horas deste período, ou seja após 144

Na análise do índice de velocidade de germinação (IVG) foi verificada interação significativa entre reguladores e concentrações, sendo as maiores médias (26,14 e 25,34) observadas nos tratamentos com 400 e 500 mg L⁻¹ de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina (tabela 7). Estes resultados concordam com os resultados obtidos por Ferrari (2005), que observou maiores índices de velocidade de germinação em sementes de *P. alata* Curtis com uso de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina. Os resultados também são semelhantes àqueles encontrados por Ferreira (1998) em sementes de *P. alata* Dryander, com uso de 100 mg L⁻¹ de GA₃ associado a 60 mg L⁻¹ de citocinina. Da mesma forma, Alves *et al.* (2006) obtiveram maior índice de velocidade de emergência de plântulas a partir de sementes de *P. alata* Dryander armazenadas durante 20 dias em temperatura ambiente e, posteriormente, tratadas com solução de citocinina (BA) 250 mg L⁻¹.

Tabela 7: Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast. tratadas com os reguladores vegetais, 40 dias após a semeadura.

Table 7: Germination speed index (GSI) of *Passiflora cincinnata* Mast. seeds treated with plant growth regulators on the 40th day after seeding.

Concentração (mg L ⁻¹)	Índice de Velocidade de Germinação (IVG)					
	GA ₃	GA ₄₊₇	GA ₄₊₇ +BA	GA ₃ +BA	BA	GA ₄₊₇ + N-FMA
0	2,54 AB a	1,30 AB a	1,10 AB a	0,89 AB a	0,58 B a	4,50 A c
100	0,63 B a	2,57 B a	0,73 B a	2,27 B a	0,33 B a	13,37 A b
200	0,75 B a	0,61 B a	0,86 B a	2,35 B a	2,03 B a	17,71 A ab
300	1,81 B a	1,94 B a	1,40 B a	0,27 B a	0,49 B a	18,42 A ab
400	0,95 B a	0,69 B a	1,27 B a	0,86 B a	3,62 B a	26,14 A a
500	1,66 B a	0,90 B a	1,85 B a	0,56 B a	1,49 B a	25,34 A a

Valores de F: Regulador (R) = 89,26**; Concentração (C) = 1,78ns; RxC = 3,29**. CV (%) = 54,14.

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

** - significativo a 1% de probabilidade. ns = não significativo a 5% de probabilidade..

Values of F: Regulator (R) = 89.26**; Concentration (C) = 1.78ns; RxC = 3.29**. CV (%) = 54.14.

The means followed by same letters, lowercase in the column and capital in the line, do not differ among themselves by the test of Tukey at 5% of probability.

** - significant at 1% of probability. ns = not significant at 5% of probability.

Tabela 5: Porcentagem de sementes dormentes provenientes sementes de *Passiflora cincinnata* Mast. tratadas com os reguladores vegetais, 40 dias após a semeadura.

Table 5: Percentage of dormant seeds of *Passiflora cincinnata* Mast. seeds treated with plant growth regulators on the 40th day after seeding.

Concentração (mg L ⁻¹)	Sementes Dormentes (%)					
	GA ₃	GA ₄₊₇	GA ₄₊₇ +BA	GA ₃ +BA	BA	GA ₄₊₇ + N-FMA
0	75,2 A a	69,6 A a	78,4 A a	73,6 A a	72,8 A a	73,6 A a
100	75,2 A a	72,8 A a	74,4 A a	68 A a	63,2 A a	40,8 B b
200	74,4 A a	74,4 A a	75,2 A a	77,6 A a	76,0 A a	31,2 B b
300	76,0 A a	74,4 A a	72,0 A a	80,8 A a	76,0 A a	12,8 B c
400	82,4 A a	71,2 AB a	67,2 B a	80,0 AB a	71,2 AB a	8,0 C c
500	83,2 A a	70,4 AB a	68,8 B a	74,4 AB a	74,4 AB a	7,2 C c

Valores de F: Regulador (R) = 149,21**; Concentração (C) = 7,38**; RxC = 10,25**. CV (%) = 9,82.

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

** - significativo a 1% de probabilidade.

Values of F: Regulator (R) = 149.21**; Concentration (C) = 7.38**; RxC = 10.25**. CV (%) = 9.82.

The means followed by same letters, lowercase in the column and capital in the line, do not differ among themselves by the test of Tukey at 5% of probability.

** - significative at 1% of probability.

Tabela 6: Tempo médio de germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast. tratadas com os reguladores vegetais, 40 dias após a semeadura.

Table 6: Mean time of germination of *Passiflora cincinnata* Mast. seeds treated with plant growth regulators on the 40th day after seeding.

Concentração (mg L ⁻¹)	Tempo (dias)					
	GA ₃	GA ₄₊₇	GA ₄₊₇ +BA	GA ₃ +BA	BA	GA ₄₊₇ + N-FMA
0	10,8 A a	16,5 A ab	11,3 A b	16,2 A a	17,7 A a	16,2 A a
100	10,2 A a	12,2 A ab	14,2 A ab	14,1 A ab	12,1 A a	14,4 A a
200	14,3 A a	12,4 A ab	12,1 A ab	13,1 A ab	13,1 A a	13,4 A a
300	11,4 AB a	9,5 B b	15,1 AB ab	8,9 B b	17,8 A a	14,6 AB a
400	12,4 A a	10,1 A b	13,5 A ab	12,8 A ab	12,6 A a	12,2 A a
500	14,3 AB a	19,1 A a	18,6 A a	9,8 B ab	13,2 AB a	13,8 AB a

Valores de F: Regulador (R) = 1,89ns; Concentração (C) = 2,10ns; RxC = 2,17**. CV (%) = 14,68.

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

** - significativo a 1% de probabilidade. ns = não significativo a 5% de probabilidade.

Values of F: Regulator (R) = 1.89ns; Concentration (C) = 2.10ns; RxC = 2.17**. CV (%) = 14.68.

The means followed by same letters, lowercase in the column and capital in the line, do not differ among themselves by the test of Tukey at 5% of probability.

** - significative at 1% of probability. ns = not significative at 5% of probability.

Tabela 3: Porcentagem de plântulas anormais provenientes de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast. tratadas com os reguladores vegetais, 40 dias após a semeadura.

Table 3: Percentage of abnormal of *Passiflora cincinnata* Mast. seeds treated with plant growth regulators on the 40th day after seeding.

Concentração (mg L ⁻¹)	Plântulas Anormais (%)					
	GA ₃	GA ₄₊₇	GA ₄₊₇ +BA	GA ₃ +BA	BA	GA ₄₊₇ + N-FMA
0	0,0 A a	0,0 A a	0,0 A a	0,8 A a	0,0 A a	0,0 A b
100	0,0 A a	1,6 A a	0,8 A a	1,6 A a	0,0 A a	2,4 A ab
200	0,8 A a	0,0 A a	0,8 A a	0,0 A a	1,6 A a	2,4 A ab
300	0,8 A a	1,6 A a	0,0 A a	0,0 A a	1,6 A a	2,4 A ab
400	0,0 B a	0,0 B a	0,0 B a	0,0 B a	2,4 AB a	7,2 A a
500	0,0 B a	0,8 B a	1,6 B a	0,8 B a	1,6 B a	5,6 A a

Valores de F: Regulador (R) = 9,0**; Concentração (C) = 1,86ns; RxC = 1,63*. CV (%) = 169,31.

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

* e ** - significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. ns = não significativo a 5% de probabilidade.

Values of F: Regulator (R) = 9.0**; Concentration (C) = 1.86ns; RxC = 1.63*. CV (%) = 169.31.

The means followed by same letters, lowercase in the column and capital in the line, do not differ among themselves by the test of Tukey at 5% of probability.

* and ** - significant at 5% and 1% of probability, respectively. ns = not significant at 5% of probability.

Tabela 4: Porcentagem de sementes mortas provenientes de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast. tratadas com os reguladores vegetais, 40 dias após a semeadura.

Table 4: Percentage of dead *Passiflora cincinnata* Mast. seeds treated with plant growth regulators on the 40th day after seeding.

Concentração (mg L ⁻¹)	Sementes Mortas (%)					
	GA ₃	GA ₄₊₇	GA ₄₊₇ +BA	GA ₃ +BA	BA	GA ₄₊₇ + N-FMA
0	14,4	17,6	12	15,2	19,20	7,2
100	18,4	14,4	16	18,4	29,6	5,6
200	16	17,6	16	14,4	12,8	6,4
300	13,6	16	16,8	12,8	18,4	6,4
400	12	20	24,8	14,4	16	6,4
500	11,2	18,4	14,4	18,4	15,2	11,2
Média	14,26 A	17,33 A	16,66 A	15,60 A	18,53 A	7,20 B

Valores de F: Regulador (R) = 10,01**; Concentração (C) = 0,48ns; RxC = 1,06ns. CV (%) = 31,08.

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

** - significativo a 1% de probabilidade; ns = não significativo a 5% de probabilidade.

Values of F: Regulator (R) = 10.01**; Concentration (C) = 0.48ns; RxC = 1.06ns. CV (%) = 31.08.

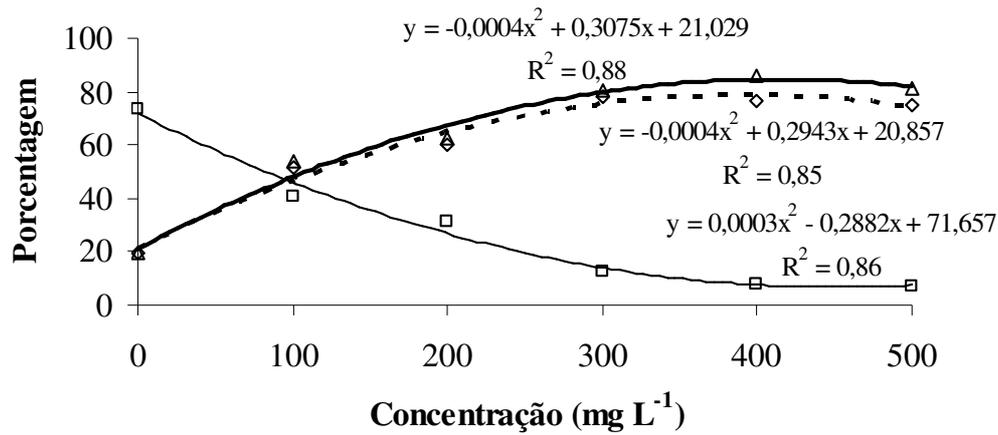
Means followed by the same lowercase letters in the line do not differ among themselves by the test Tukey at 5% de probability.

** - significant at 1% of probability; ns = not significant at 5% of probability.

concentração, sendo as menores médias (7,20%) obtidas com uso de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina o que diferiu dos demais reguladores.

Na porcentagem de sementes dormentes foram observadas interações significativas entre os reguladores vegetais e concentrações, sendo as menores médias observadas com uso das concentrações de 300, 400 e 500 mg L⁻¹ de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina (tabela 5). Este fato ocorreu em virtude da maior porcentagem de germinação (tabela 1) promovida com aplicação deste regulador, o que resultou em menores médias da porcentagem de sementes dormentes. Estes resultados são discordantes dos obtidos por Zucareli *et al.* (2003) que observaram em sementes de *Passiflora alata* Dryander, maior porcentagem de sementes dormentes nos tratamentos que continham citocinina.

Para a variável tempo médio de germinação é possível observar que houve interação significativa entre os reguladores vegetais e concentrações, cujos desdobramentos encontram-se na tabela 6. No entanto, não houve comportamento padrão entre os reguladores e as concentrações. Estes resultados são, possivelmente, devido à baixa porcentagem de germinação obtida na maioria dos tratamentos e estão de acordo com relatos de Silva & Nakagawa (1995) de que algumas fórmulas não são adequadas para cálculos de velocidade em determinados lotes de sementes, em virtude da variabilidade genética e também, por não levar em consideração o período entre a semeadura e o início da germinação.



◇ Plânt. Normais □ Sem. Dormentes △ Germinação

Figura 2: Porcentagens de germinação, plântulas normais e de sementes dormentes de *Passiflora cincinnata* Mast. tratadas com GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina.

Figure 2: Percentages of germination, normal seedlings and dormant seeds of *Passiflora cincinnata* Mast. treated with GA₄₊₇ + N-(phenylmethyl)-aminopurine.

porcentagem de germinação e na porcentagem de plântulas normais. O inverso foi observado para a variável porcentagem de sementes dormentes.

Os desdobramentos das interações para a porcentagem de plântulas anormais encontram-se representados na tabela 3, onde é possível observar que as maiores médias para essa variável foram obtidas com a utilização de 400 e 500 mg L⁻¹ de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina, que diferiram significativamente da testemunha, discordando dos resultados mencionados por Ferrari (2005) que obteve 100% de plântulas normais a partir de sementes de *Passiflora alata* Curtis tratadas com concentrações de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina.

Em relação à porcentagem de sementes mortas não foram observadas interações significativas entre reguladores e concentrações (tabela 4), porém foram observadas diferenças significativas entre as médias dos reguladores vegetais utilizados, independentemente da

Tabela 1: Porcentagem de germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast tratadas com reguladores vegetais, 40 dias após a semeadura.

Table 1: Percentage of germination of *Passiflora cincinnata* Mast. seeds treated with plant growth regulators on the 40th day after seeding.

Concentração (mg L ⁻¹)	Germinação (%)					
	GA ₃	GA ₄₊₇	GA ₄₊₇ +BA	GA ₃ +BA	BA	GA ₄₊₇ + N-FMA
0	10,4 A a	12,8 A a	9,6 A a	11,2 A a	8 A a	19,2 A d
100	6,4 B a	12,8 B a	9,6 B a	13,6 B a	7,2 B a	53,6 A c
200	9,6 B a	8 B a	8,8 B a	8 B a	11,2 B a	62,4 A bc
300	10,4 B a	9,6 B a	11,2 B a	6,4 B a	6,4 B a	80,8 A ab
400	5,6 B a	8,8 B a	8 B a	5,6 B a	12,8 B a	85,6 A a
500	5,6 B a	11,2 B a	16,8 B a	7,2 B a	10,4 B a	81,6 A a

Valores de F: Regulador (R) = 158,8**; concentração (C) = 2,99*; RxC = 6,59**. CV (%) = 28,88

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

* e ** - significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Values of F: Regulator (R) = 158.8**; concentration (C) = 2.99*; RxC = 6.59**. CV (%) = 28.88

The means followed by same letters, lowercase in the column and capital in the line, do not differ among themselves by the test of Tukey at 5% of probability.

* and ** - significative at 5% and 1% of probability, respectively.

Tabela 2: Porcentagem de plântulas normais provenientes de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast. tratadas com os reguladores vegetais, 40 dias após a semeadura.

Table 2: Percentage of normal seedlings of the *Passiflora cincinnata* Mast. seeds treated with plant growth regulators on the 40th day after seeding.

Concentração (mg L ⁻¹)	Plântulas Normais (%)					
	GA ₃	GA ₄₊₇	GA ₄₊₇ +BA	GA ₃ +BA	BA	GA ₄₊₇ + N-FMA
0	9,6 A a	14,4 A a	09,6 A a	10,4 A a	08,0 A a	19,2 A d
100	6,4 B a	11,2 B a	08,8 B a	12,0 B a	07,2 B a	51,2 A c
200	8,8 B a	08,0 B a	08,0 B a	08,0 B a	09,6 B a	60,0 A bc
300	9,6 B a	08,0 B a	11,2 B a	06,4 B a	04,0 B a	78,4 A a
400	5,6 B a	08,8 B a	08,0 B a	05,6 B a	10,4 B a	76,8 A ab
500	5,6 B a	10,4 B a	15,2 B a	06,4 B a	08,8 B a	75,2 A ab

Valores de F: Regulador (R) = 160,9**; Concentração (C) = 1,98ns; RxC = 6,2**. CV (%) = 28,17

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

* e ** - significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. ns = não significativo a 5% de probabilidade.

Values of F: Regulator (R) = 160.9**; Concentration (C) = 1.98ns; RxC = 6.2**. CV (%) = 28.17

The means followed by same letters, lowercase in the column and capital in the line, do not differ among themselves by the test of Tukey at 5% of probability.

* and ** - significative at 5% and 1% of probability, respectively. ns = not significative at 5% of probability.

A efetividade dos reguladores vegetais, GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina, na superação da dormência de sementes de maracujazeiro (Tabela 1 e Figura 2) também foi relatada por Ferrari (2005) em sementes de *Passiflora alata* Curtis que obteve maior porcentagem de germinação com a concentração de 200 mg L⁻¹.

Em contrapartida, estes resultados discordam de estudos realizados por Ferreira (1998), Melo *et al.* (2000) e Fogaça *et al.* (2001), Leonel & Pedroso (2005) com sementes de outras espécies do gênero *Passiflora*, nos quais observou-se aumentos da germinação com a aplicação de GA₃.

O uso de GA₃ e GA₄₊₇ combinados com citocinina (BA) não influenciou na porcentagem de germinação das sementes, discordando dos resultados observados por Ferreira (1998), que obteve aumento da porcentagem de germinação de sementes de *Passiflora alata* Dryander tratadas com GA₃ + fenilmetil-aminopurina (citocinina) nas concentrações de 100 mg L⁻¹ e 60 mg L⁻¹ respectivamente.

As concentrações isoladas de BA, também não influenciaram na porcentagem de germinação, diferindo dos resultados observados por Alves *et al.* (2006) que obtiveram incremento de aproximadamente 20% na germinação de sementes de *Passiflora alata* Dryander tratadas com solução de 250 mg L⁻¹ de citocinina (fenilmetil-aminopurina) após 20 dias de armazenamento sob temperatura ambiente.

Na Tabela 2 estão representadas as interações para a porcentagem de plântulas normais, onde é possível observar que o uso dos reguladores vegetais, GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina, proporcionou as maiores médias, 78,4%, 76,8 e 75,2% nas concentrações de 300, 400 e 500 mg L⁻¹, respectivamente. Porém, esse resultado deve-se a maior porcentagem de germinação proporcionada pelos reguladores, não significando necessariamente, efeito nocivo dos demais reguladores.

Na figura 2 estão representadas as porcentagens de germinação, de plântulas normais e de sementes dormentes, em função das concentrações de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina, cujas médias ajustaram-se a funções quadráticas. Nota-se que até 300 mg L⁻¹ houve aumento na

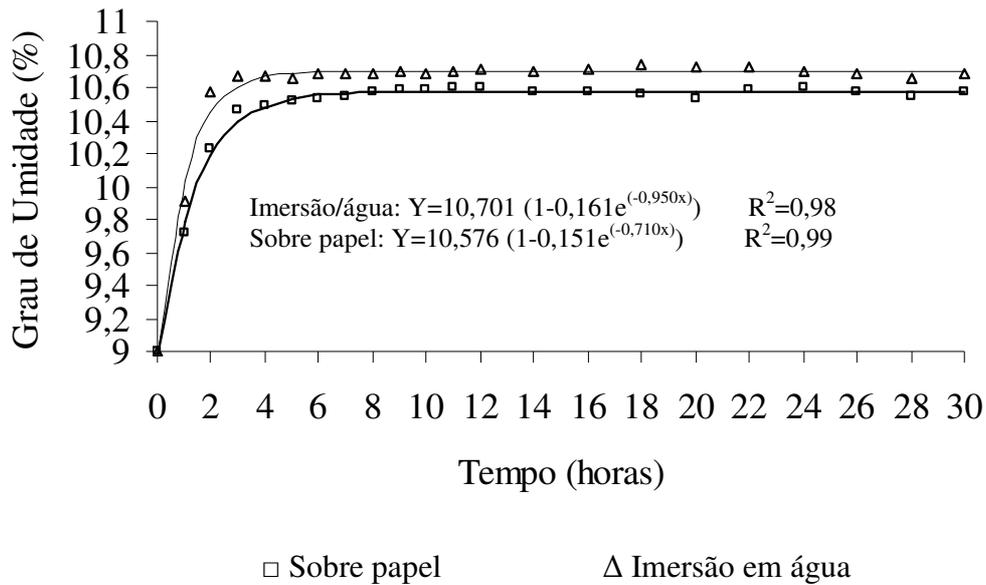


Figura 1: Fases I e II da germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast. submetidas a dois métodos de embebição (imersão em água destilada e sobre papel umedecido).

Figure 1: Stages I and II of the germination of *Passiflora cincinnata* Mast. seeds submitted to two methods of imbibitions (immersion in distilled water and moisten paper).

II – Efeito de reguladores vegetais na germinação

No estudo anterior verificou-se que a fase I da germinação apresentou duração aproximada de três a quatro horas e, portanto, para o tratamento das sementes com os reguladores vegetais foi adotada margem de segurança, utilizando cinco horas de imersão.

As porcentagens de germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast. em função das concentrações de reguladores vegetais estão apresentadas na tabela 1. Observa-se que, apesar do amplo número de tratamentos utilizados, apenas os tratamentos com uso de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina (GA₄₊₇ + N-FMA) foram eficientes na superação da dormência das sementes, promovendo 80,8% de germinação com a concentração de 300 mg L⁻¹, 85,6% com 400 mg L⁻¹ e 81,6% com 500 mg L⁻¹. Para os demais reguladores não foram observadas diferenças significativas entre as concentrações utilizadas.

da fase I e a quantidade de água embebida tendem a variar com a natureza e composição do tegumento da semente. Além das diferenças observadas entre espécies, Alexandre *et al.* (2004b) observaram diferenças na porcentagem de germinação e no índice de velocidade de emergência em função dos genótipos de maracujazeiros da mesma espécie, o que pode estar relacionado com a variabilidade genética existente em espécies pouco domesticadas.

O conhecimento da duração da fase I do processo germinativo foi importante nesta fase do trabalho para a determinação do tempo de imersão das sementes em solução com reguladores vegetais, conforme citado por Ono *et al.* (1993).

Ferreira *et al.* (2001) não observaram diferenças significativas na germinação de sementes de *Passiflora alata* Curtis submetidas a diferentes tempos de embebição com reguladores vegetais. Porém Ferrari (2005) observou que a permanência das sementes submersas em água até a emissão de raiz primária, mesmo sob aeração, prolongou a fase II da germinação, em comparação com sementes avaliadas sobre papel umedecido, e relacionou o fato com a possível escassez de oxigênio.

Castro & Hilhorst (2004) explicam que logo após o início da hidratação as sementes iniciam o processo de respiração, síntese de RNAs, reparo de DNAs e síntese de proteínas, sendo necessária a disponibilidade de oxigênio para a manutenção do metabolismo das sementes. Carvalho & Nakagawa (2000) incluíram a disponibilidade de oxigênio entre os fatores indispensáveis à germinação e segundo Coll *et al.* (2001), a germinação de sementes é profundamente afetada pela composição da atmosfera circundante e condições anaeróbicas levam a formação de plântulas anormais.

Desta forma, para a determinação do método a ser empregado no tratamento de sementes com reguladores vegetais deve-se optar pelo menor tempo de imersão, de modo que não comprometa o fornecimento de oxigênio para as sementes e, ao mesmo tempo, não provoque aumento na fase II permitindo avaliar o efeito dos reguladores na germinação.

Resultados e Discussão

I – Curva de embebição

Na figura 1 observa-se aumento no grau de umidade das sementes ao longo do tempo. Deste modo, o teor inicial de água de 9% obtido pelo método da estufa à $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas, foi incrementado atingindo 10,46% e 10,66%, sobre papel e imersão em água, respectivamente, após 3 horas do início do experimento. Este resultado demonstra que a espécie *Passiflora cincinnata* Mast. apresenta permeabilidade a água da mesma forma que Ferreira (1998) verificou em sementes de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener, *Passiflora caerulea* L., *Passiflora giberti* N.E. Brown e *Passiflora alata* Dryander. Porém, tal resultado discorda de Morley-Bunker (1974) que incluiu as Passifloráceas entre as famílias que apresentam dormência devido aos mecanismos de controle de água para o interior da semente.

Nota-se que o início da estabilização da entrada de água ocorreu, aproximadamente, após três a quatro horas do início do experimento, independentemente do método utilizado, o que está de acordo com o mencionado por Carvalho & Nakagawa (2000) e Bewley & Black (1994) que relatam que a duração da Fase I é, de maneira geral, muito rápida com duração de uma a duas horas aproximadamente. Nota-se também, que houve variação no teor de água absorvido em cada método, sendo o grau de umidade ao final de 30 horas de 10,56% nas sementes que permaneceram sobre papel umedecido e de 10,67% nas sementes imersas em água.

Os resultados obtidos são semelhantes aos observados por Ferreira (1998) com sementes de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener que apresentaram duração da fase I de aproximadamente três horas, e em sementes de *Passiflora caerulea* L. e *Passiflora giberti* N.E. Brown, nas quais a fase I apresentou quatro horas de duração e em sementes de *Passiflora alata* Dryander, na qual a estabilização da embebição ocorreu, aproximadamente, cinco horas após o contato com a água.

Porém, estes resultados diferem dos relatados por Ferrari (2005) em sementes de *Passiflora alata* Curtis, que verificou o término da fase I após 11 a 12 horas do início da embebição. Essa diferença pode estar embasada em relatos de Coll *et al.* (2001) os quais mencionam que a duração

(Brasil 1992), o tempo médio de germinação (Labouriau 1983) e o índice de velocidade de germinação (Silva & Nakagawa 1995).

Os dados foram submetidos à análise de variância, comparação das médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e análise de regressão (Pimentel-Gomes 1990).

III - Caracterização das fases da germinação com reguladores vegetais

O experimento foi instalado em delineamento experimental inteiramente casualizado, com dois tratamentos e cinco repetições de 25 sementes por parcela. As sementes foram submetidas aos seguintes tratamentos: 1 – imersão em água destilada (testemunha) e 2 - imersão em solução contendo 400 mg L^{-1} de GA_{4+7} + N-(fenilmetil)-aminopurina. Durante a imersão, ambos os tratamentos permaneceram sob aeração. Após cinco horas de imersão, as sementes foram transferidas para caixas tipo gerbox preto sobre duas folhas de papel mata-borrão umedecido com água destilada na proporção de duas vezes e meia o peso do papel (Brasil, 1992) e mantidas em câmara de germinação sob temperatura alternada (20-30°C, 16 e 8 horas, respectivamente). A pesagem das sementes foi realizada em intervalos de uma hora durante as 12 primeiras horas. Após a 12ª hora a pesagem foi realizada em intervalos de 24 horas até a obtenção de plântulas normais, quando foi encerrado o experimento.

Ao final do experimento foram calculadas a porcentagem de germinação (Hadas 1976), de sementes mortas e dormentes (Brasil, 1992) e a massa da matéria fresca das sementes. Os dados foram submetidos à análise de variância, comparação das médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e análise de regressão (Pimentel-Gomes 1990).

As avaliações dos três experimentos foram realizadas em sala de segurança sob luz verde e para a determinação do número de sementes mortas e dormentes realizou-se teste de tetrazólio (Malavasi *et al.* 2001).

A partir do grau de umidade inicial, obtido pelo método da estufa à 105°C ±3°C durante 24 horas (Brasil, 1992), da massa inicial das sementes e da massa obtida em cada pesagem, elaborou-se uma correlação para determinar o grau de umidade (em porcentagem) correspondente a cada tempo. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e análise de regressão (Pimentel-Gomes 1990).

II – Efeito de reguladores vegetais na germinação

O experimento foi instalado em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6x6 (reguladores x concentração) com cinco repetições de 25 sementes por parcela. Foram utilizados os reguladores GA₃, GA₄₊₇, GA₄₊₇+ benziladenina (BA), GA₃+BA, BA e GA₄₊₇+N-(fenilmetil)-aminopurina, nas concentrações de zero (testemunha), 100, 200, 300, 400 e 500 mg L⁻¹ do ingrediente ativo.

Como fonte dos reguladores vegetais foram utilizados o produto comercial Pro-gibb[®], composto por 10% de ácido giberélico (GA₃) e 90% de ingredientes inertes, o produto comercial Pro-vidé[®], composto por 2% de GA₄₊₇ e 98% de ingredientes inertes, o produto N6-Benziladenina p.a. (BA) e o produto comercial Promalin[®], composto por 1,8% de GA₄₊₇ e 1,8% N-(fenilmetil)-1H-6-aminopurina.

As sementes foram imersas nas respectivas soluções durante cinco horas, de acordo com resultados do experimento anterior, permanecendo sob aeração constante. Após os tratamentos, as sementes foram tratadas com fungicida Captan[®] (2g kg⁻¹ de semente) e transferidas para caixas tipo gerbox, de coloração preta, sobre duas folhas de papel mata-borrão umedecidas com água destilada na proporção de duas vezes e meia o peso do papel (Brasil 1992). As caixas foram mantidas em câmara de germinação sob temperatura alternada 20-30°C (16 e 8 horas, respectivamente) e a contagem do número de sementes germinadas foi realizada diariamente durante 40 dias.

Ao final do experimento (40 dias) foram calculadas: a porcentagem de germinação, considerando germinadas as sementes que apresentaram raiz primária com aproximadamente 2mm de comprimento (Hadas 1976), de plântulas normais e anormais, de sementes mortas e dormentes

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no laboratório de germinação de sementes do Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, da Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho (Unesp), *Campus* de Botucatu-SP.

As sementes utilizadas no experimento foram doadas pelo Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA) – Embrapa, Petrolina – PE e foram obtidas de diversas plantas cultivadas no Campo Experimental da Caatinga em 2004. Após a extração, as sementes foram lavadas para retirada da mucilagem e secadas ao sol por 3 dias, em seguida, as sementes foram armazenadas em câmara fria com temperatura média de 10°C onde permaneceram por aproximadamente um ano.

O grau de umidade das sementes foi determinado pelo método da estufa à 105°C \pm 3°C durante 24 horas (Brasil, 1992), sendo utilizado quatro repetições de 25 sementes por parcela.

Para atingir os objetivos propostos, o trabalho foi dividido em três experimentos:

I – Curva de embebição

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com dois tratamentos e cinco repetições de 25 sementes por parcela. No tratamento um as sementes permaneceram submersas em água destilada com aeração e no tratamento dois as sementes foram mantidas em caixas plásticas, tipo gerbox, de coloração preta (ausência de luz), sobre duas folhas de papel mata-borrão umedecido com água destilada na proporção de duas vezes e meia o peso do papel (Brasil 1992). Ambos os tratamentos permaneceram em câmara de germinação sob temperatura constante de 30°C. Para a aeração das sementes submersas foram utilizados equipamentos de aquário.

As sementes foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g. Após a pesagem, as sementes foram colocadas em seus respectivos tratamentos e a intervalos de uma hora foram retiradas, secadas em papel toalha para retirar o excesso de água, pesadas e então devolvidas para seu respectivo tratamento. Após 12 horas do início do experimento, as pesagens passaram a ser realizadas em intervalos de quatro horas até completar 30 horas.

Leonel & Pedroso (2005) obtiveram 97,5% de emergência de plântulas a partir de sementes de *Passiflora alata* Dryander tratadas com 300 mg L⁻¹ de GA₃ na forma de imersão por 24 horas. Ainda com germinação de *Passiflora alata* Curtis, Ferrari (2005) obteve incremento no processo germinativo com uso de GA₄₊₇ + fenilmetil-aminopurina nas concentrações de 200 e 250 mg L⁻¹.

As citocininas também participam do processo da germinação (Taiz & Zeiger 2004). Segundo Alvarenga (1990), as citocininas podem funcionar como agentes de quebra de dormência em alguns casos e, até mesmo, substituir a necessidade de luz em espécies fotoblásticas positivas, como é o caso da alface. Segundo Marcos Filho (2005), as citocininas apresentam efeito sinérgico com a luz e atenuam efeitos de substâncias inibidoras da germinação, como ABA e cumarina. Podem, ainda, promover a germinação de sementes fotoblásticas negativas, como no caso do maxixe e inibir o efeito de certos inibidores de germinação, como, por exemplo, o ácido abscísico, em sementes de café (Alvarenga 1990). Também regulam os níveis de inibidores ativos permitindo que as sementes se tornem mais sensíveis à ação das giberelinas (Walker *et al.* 1989).

Zucareli *et al.* (2003) observaram que o uso dos reguladores vegetais GA₃, fenilmetiltetrahydro-piranyl-aminopurina e ethephon nas concentrações de 75 e 150 mg L⁻¹ isolados e combinados, inibiram a germinação de sementes de *Passiflora alata* Dryander e que os tratamentos que continham citocinina apresentaram maior porcentagem de sementes duras. Alves *et al.* (2006) observaram que a aplicação de citocinina (250 mg L⁻¹) promoveu aumento de cerca de 20% na germinação de sementes de *Passiflora alata* Dryander após armazenamento por 20 dias sob temperatura ambiente. O inverso foi observado em sementes armazenadas em geladeira a 10°C.

De acordo com o exposto, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar as fases da germinação e estudar o efeito dos reguladores vegetais GA₃, GA₄₊₇, GA₄₊₇+ N6-Benzyladenine (BA), GA₃+BA, BA e GA₄₊₇+N-(fenilmetil)-aminopurina na germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast..

Coneglian *et al.* (2000) verificaram que sementes de *Passiflora alata* Dryander submetidas a diferentes métodos de extração, apresentaram maior porcentagem (96%) e velocidade de germinação (1,41) após pré-embebição em substrato umedecido com solução de 300 mg L⁻¹ de GA₃ e mantidas durante o período de avaliação em papel também umedecido com 300 mg L⁻¹ de GA₃.

Melo *et al.* (2000) estudaram a superação de dormência em sementes de *Passiflora nitida* H.B.K. com hidróxido de sódio (5, 10, 15 e 20% durante três minutos), ácido sulfúrico concentrado (3, 6 e 9 minutos) e ácido giberélico (GA₃) por 24 horas (0, 500, 1000, 1500 e 2000 mg L⁻¹) e concluíram que o GA₃ mostrou-se efetivo na emergência de plântulas promovendo as maiores médias nas concentrações 1500 e 2000 mg L⁻¹ (46,7 e 41,8%, respectivamente), o que diferiu significativamente da testemunha (27,5%) e dos demais tratamentos com 36,4 e 35,6% com as concentrações 500 e 1000 mg L⁻¹, respectivamente.

Fogaça *et al.* (2001) observaram incremento de até 14% na germinação de sementes de *Passiflora alata* Dryander após embebição das mesmas com concentrações superiores a 100 mg L⁻¹ de GA₃. Ferreira *et al.* (2001) estudaram a germinação de *Passiflora alata* Dryander em função do tempo de embebição das sementes e da concentração de GA₃ e observaram que a porcentagem de germinação não foi alterada pelos diferentes tempos de embebição das sementes nas diferentes concentrações do regulador, mas seu uso, independentemente do tempo de embebição, proporcionou aumento na germinação das sementes, sendo a maior porcentagem média (71%) obtida com a concentração de 500 mg L⁻¹.

Em trabalho com germinação *in vitro* de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast., Lombardi (2003) obteve resultados negativos após a embebição das sementes em solução de GA₃ (500 e 1000 mg L⁻¹), com maiores médias de germinação (52%) no tratamento controle, embebido apenas em água. Passos *et al.* (2004), em trabalho com germinação *in vitro* de sementes de *Passiflora nitida* Kunth, obtiveram maiores médias (86%) de germinação com a utilização de 1000 mg L⁻¹ de ácido giberélico (GA₃).

A determinação do tempo de duração da embebição (fase I) é importante para a realização de tratamentos que aceleram a germinação das sementes (Ono *et al.* 1993) como por exemplo, o tempo necessário para imersão em soluções com promotores da germinação.

Mattoo & Suttle (1991), Salisbury & Ross (1991), Takahashi *et al.* (1991) e Taiz & Zeiger (2004) relatam que a presença e o equilíbrio entre hormônios, promotores e inibidores, exercem papel fundamental na promoção da germinação. Essas substâncias, mediadoras dos processos fisiológicos, transformam sinais ambientais específicos em respostas bioquímicas, produzindo modificações no estado fisiológico da semente (Davies 1994).

As giberelinas endógenas influenciam numa grande variedade de processos do desenvolvimento, entre os quais a germinação de sementes, incluindo a quebra de dormência e a mobilização das reservas do endosperma e podem estar envolvidas na ativação do crescimento vegetativo do embrião, assim como no enfraquecimento da camada do endosperma que envolve o embrião e restringe seu crescimento (Taiz & Zeiger 2004). A aplicação exógena deste promotor influencia no metabolismo protéico, podendo dobrar a taxa de síntese de proteínas das sementes (McDonald & Khan 1983).

Em sementes de cereais o embrião sintetiza e libera giberelina no endosperma durante a germinação. As giberelinas promovem o crescimento pelo aumento da plasticidade da parede celular seguida pela hidrólise do amido em açúcar, que reduz o potencial hídrico na célula, resultando na entrada de água no seu interior e promovendo o alongamento (Arteca 1996). Segundo Taiz & Zeiger (2004), as giberelinas promovem a produção e/ou secreção de várias enzimas hidrolíticas envolvidas na solubilização de reservas do endosperma. Dentre elas pode-se ser destacada a α -amilase, única enzima capaz de atacar diretamente os grânulos de amido, o que a caracteriza como a primeira enzima no processo de degradação do amido (Buckeridge *et al.* 2004).

Nesse sentido, vários autores conseguiram aumentar o desempenho germinativo de muitas espécies de passifloráceas com a aplicação de giberelinas em sementes.

Alexandre *et al.* (2004b) foram realizados com sementes de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener, utilizando escarificação mecânica, química ou com água quente, visando a superação da impermeabilidade do tegumento das sementes.

Ferreira (1998) estudou a fase I da germinação em sementes de *P. edulis* f. *flavicarpa* Degener, *P. alata* Dryander, *P. giberti* N.E. Brown e *P. caerulea* L. e concluiu que estas não apresentam impermeabilidade a água, dessa forma, a dormência das sementes deve estar relacionada a outros fatores fisiológicos. Lopes *et al.* (2003) estudaram a influência do arilo e da escarificação do tegumento sobre a germinação e a absorção de água em sementes de *Passiflora alata* Dryander e concluíram que não houve diferença na absorção de água pelas sementes entre os tratamentos com e sem escarificação.

Segundo Bewley & Black (1994) o processo de absorção de água pela semente obedece a um padrão trifásico. Na primeira fase, ocorre a ativação da semente em consequência do início da absorção de água, sendo essa fase, de modo geral, muito rápida. Na segunda fase a absorção de água torna-se quase que constante, uma vez que aumentos muito pequenos são verificados com o passar do tempo. A terceira fase é caracterizada por elevação na quantidade de água absorvida com o tempo, em relação à fase II, a qual coincide com o processo de divisão celular nos pontos de crescimento do eixo embrionário, seguido pela expansão das estruturas da planta (Bewley & Black 1994, Carvalho & Nakagawa 2000, Castro & Hilhorst 2004, Marcos Filho 2005).

Ferrari (2005) estudou as fases da germinação em sementes de *Passiflora alata* Curtis e observou que a fase I teve duração de aproximadamente 10 a 11 horas e a mudança da fase II para a fase III variou de acordo com o método utilizado, ocorrendo, aproximadamente, às 120 horas em sementes acondicionadas sobre papel umedecido e às 200 horas em sementes submersas em água sob aeração. Enquanto Ferreira (1998) observou que a fase I apresentou duração de, aproximadamente, 3 horas em sementes de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener, 4 horas de duração em sementes de *Passiflora caerulea* L. e *Passiflora giberti* N.E. Brown e, aproximadamente, 5 horas em sementes de *Passiflora alata* Dryander.

Introdução

A produção brasileira de maracujá adquiriu expressão econômica há pouco mais de 25 anos, inicialmente pelo incentivo da agroindústria e, em seguida, pela crescente demanda no mercado de frutas frescas. A expansão dos pomares foi significativa e, atualmente, o maracujazeiro vem sendo cultivado em quase todo o território nacional, de onde resulta a maior produção mundial (Meletti *et al.* 2005) com produção anual superior a 478 mil toneladas (Agrianual 2005). No entanto, 95% dos pomares são cultivados com uma única espécie, o maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) (Meletti *et al.* 2005).

Das espécies presentes no Brasil mais de 60 produzem frutos que podem ser aproveitados direta ou indiretamente na alimentação (Oliveira *et al.* 1994, Barbosa 1998). Porém, Aponte & Jáuregui (2004a) relatam que estudos têm sido realizados, principalmente, com espécies de importância econômica, como *P. edulis* f. *flavicarpa* Degener, *P. edulis* Sims, *P. ligularis* Juss e *P. alata* Dryander.

Dentre as espécies de maracujazeiro cujas sementes apresentam baixa porcentagem de germinação encontra-se a *Passiflora cincinnata* Mast. (Meletti *et al.* 2002, Lombardi, 2003), espécie silvestre não comercial (Aponte & Jáuregui, 2004b) popularmente conhecida como maracujá-do-mato. A espécie é heliófita, comum nas bordas e interiores de matas e cerrados e na beira de estradas (Bernacci *et al.* 2003).

A espécie *Passiflora cincinnata* Mast. pode ser aproveitada como fruto comestível, planta ornamental ou como planta medicinal (Aponte & Jáuregui 2004a, Bernacci *et al.* 2003). É considerada potencialmente importante na produção de porta-enxerto, uma vez que é tolerante à seca (Araújo *et al.* 2004), doenças causadas por bactérias e nematóides, podendo ainda, ser utilizada em programas de melhoramento genético (Ferreira & Oliveira 1991, Meletti *et al.* 2002).

Morley-Bunker (1974) incluiu as Passifloráceas entre as famílias que apresentam dormência devido aos mecanismos de controle da absorção de água para o interior da semente. A partir dessa afirmação, diversos trabalhos, dentre eles Tsuboi & Nakagawa (1992), Alexandre *et al.* (2004a) e

Caracterização das fases da germinação e efeito de reguladores vegetais em sementes de
***Passiflora cincinnata* Mast.**

Resumo: O presente trabalho foi realizado no Departamento de Botânica, do Instituto de Biociências da Unesp, *Campus* de Botucatu-SP e teve como objetivos caracterizar as fases da germinação e estudar o efeito de reguladores vegetais na germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast.. O estudo constou de três experimentos. No experimento I estudou-se a curva de embebição das sementes sendo realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado com dois tratamentos e cinco repetições de 25 sementes por parcela. Os dados foram submetidos a estudo de regressão. No experimento II foi estudado o efeito dos reguladores vegetais GA₃, GA₄₊₇, GA₄₊₇+ benziladenina (BA), GA₃+BA, BA e GA₄₊₇+N-(fenilmetil)-aminopurina na germinação sendo realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 6x6 (reguladores x concentrações), cujos dados foram submetidos à análise de variância e comparação das médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. No experimento III foram caracterizadas as fases da germinação com uso de reguladores vegetais e constou de dois tratamentos com cinco repetições de 25 sementes por parcela, no qual os dados foram submetidos a estudo de regressão. Foi possível observar que a estabilização do processo de embebição nas sementes ocorreu três a quatro horas após o contato da semente com a água, independentemente do método utilizado. Os reguladores vegetais GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina foram eficientes na superação da dormência e, a passagem da fase II para a fase III ocorreu aproximadamente, 120 horas após o início do processo, não sendo possível sua caracterização sem o uso de reguladores vegetais.

Palavras-chave: Embebição, Propagação, Maracujá, Passifloráceas.

Characterization of the germination stages and effects of plant growth regulators in *Passiflora cincinnata* Mast. seeds

Abstract: The present work was carried at the Department of Botany, Botucatu Institute of Biosciences, Unesp, Botucatu, São Paulo State, Brazil, and its aims were to characterize the germination stages and to study the effect of plant growth regulators on the germination of *Passiflora cincinnata* Mast. seeds. It was comprised of three experiments. In experiment I, the imbibition curve of the seeds was studied and a completely randomized design was carried out including two treatments and five repetitions of 25 seeds each. Data were subjected to regression analysis. Experiment II aimed at studying the effect of plant growth regulators GA₃, GA₄₊₇, GA₄₊₇+N⁶-Benzyladenine (BA), GA₃+BA, BA, and GA₄₊₇+N-(phenylmethyl)-aminopurine on germination and was based on a completely randomized design in 6x6 factorial scheme (regulators x concentrations). Data were subjected to analysis of variance and comparison of means using the Tukey test at 5% probability. In experiment III, the germination stages were characterized using plant growth regulators; such experiment was comprised of two treatments and five repetitions of 25 seeds each, and data were subjected to regression study. Stabilization of the seeds imbibition process occurred from three to four hours after the contact with water, independently of the method used. Plant growth regulators GA₄₊₇ + N-(phenylmethyl)-aminopurine were effective in overcoming dormancy. The transition from stage II to stage III occurred approximately 120 hours after the beginning of the process and its characterization was not possible without using plant growth regulators.

Keywords: Imbibition, Propagation, Passion fruit, Passifloraceae.

**3 – CAPÍTULO I* - Caracterização das fases da germinação e efeito de reguladores vegetais
em sementes de *Passiflora cincinnata* Mast.**

* Nas normas da Revista Brasileira de Botânica

Zucareli *et al.* (2003) observaram que o uso dos reguladores vegetais GA₃, fenilmetiltetrahydro-piranyl-aminopurina e ethephon nas concentrações de 75 e 150 mg L⁻¹ isolados e combinados com as mesmas dosagens, inibiram a germinação de sementes de *Passiflora alata* Dryander em condições de laboratório e que os tratamentos que continham citocinina apresentaram maior porcentagem de sementes duras.

Em trabalho com germinação *in vitro* de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast., Lombardi (2003) obteve resultados negativos após a embebição das sementes em solução de GA₃ (500 e 1000 mg L⁻¹), com maiores médias de germinação (52%) no tratamento controle embebido apenas em água. Passos *et al.* (2004), em trabalho com germinação *in vitro* de sementes de *Passiflora nítida* Kunth, obtiveram maiores médias (86%) de germinação com a utilização de 1000 mg L⁻¹ de ácido giberélico (GA₃).

Leonel & Pedroso (2005) obtiveram 97,5% de emergência de plântulas a partir de sementes de *Passiflora alata* Dryander tratadas com GA₃ 300 mg L⁻¹ na forma de imersão por 24 horas. Ainda com germinação de *Passiflora alata* Curtis, Ferrari (2005) obteve incremento no processo germinativo com uso de GA₄₊₇ + fenilmetil-aminopurina nas concentrações de 200 e 250 mg L⁻¹.

Segundo Taiz & Zeiger (2004), as citocininas quando aplicadas às plantas superiores podem estimular ou inibir uma variedade de processos fisiológicos, metabólicos, bioquímicos e de desenvolvimento, como a senescência foliar, mobilização de nutrientes, dominância apical, formação e atividade dos meristemas apicais, desenvolvimento floral, germinação de sementes e quebra de dormência de gemas. Segundo o mesmo autor, embora as citocininas regulem muitos processos celulares, o controle da divisão celular é o processo central no crescimento e no desenvolvimento vegetal.

Na germinação, as citocininas podem funcionar como agentes quebradores de dormência, em alguns casos e, até mesmo, substituir a necessidade de luz em espécies fotoblásticas positivas, como é o caso da alface. Podem, ainda, promover a germinação de sementes fotoblásticas negativas, como no caso do maxixe, e inibir o efeito de certos inibidores de germinação, como, por exemplo, o ácido abscísico, em sementes de café (Alvarenga 1990). Para Marcos Filho (2005) além de estimular a divisão e o alongamento celular, as citocininas apresentam efeito sinérgico com a luz e atenuam efeitos de substâncias inibidoras da germinação, como ABA e cumarina.

Carvalho & Nakagawa (2000) mencionam que o conhecimento das interações entre estimuladores e inibidores da germinação foi ampliado quando Khan, em 1971, introduziu as citocininas no jogo de equilíbrio hormonal, atribuindo a elas a função de anular o efeito dos inibidores, permitindo assim, às giberelinas exercer seus efeitos estimuladores. Walker *et al.* (1989) também mencionam que as citocininas regulam o nível de inibidores ativos permitindo que as sementes se tornem mais sensíveis à ação das giberelinas.

Segundo Horcat & Letham (1990), as citocininas têm estado implicadas na germinação de sementes e nos rápidos eventos pós-germinativos, pois as citocininas endógenas podem ter papel na promoção do crescimento da radícula. Os autores citados concluíram que embriões de sementes de milho em germinação são capazes de biossintetizar citocininas.

Coneglian *et al.* (2000) realizaram trabalho com objetivo de avaliar os efeitos dos métodos de extração dos envoltórios das sementes e de tratamentos pré-germinativos com concentrações de ácido giberélico (GA_3) na qualidade fisiológica de sementes de maracujá doce (*Passiflora alata* Dryander) e verificaram que não houve efeito do tratamento com pré-embebição em substrato umedecido com solução de GA_3 na porcentagem de plântulas normais provenientes de sementes que foram extraídas sem a remoção dos envoltórios e do arilo. As sementes que foram submetidas aos métodos de extração, apresentaram maior porcentagem e velocidade de germinação após terem sido submetidas à pré-embebição em substrato umedecido com solução de 300 mg L^{-1} de GA_3 e mantidas em papel umedecido com solução de 300 mg L^{-1} de GA_3 durante todo o período de avaliação. Os mesmos autores mencionam que não houve efeito dos métodos de extração na germinação das sementes quando estas foram pré-embebidadas pelo método de imersão e que as sementes que foram submetidas a imersão e avaliadas na presença de água destilada, apresentaram menor porcentagem e velocidade de germinação, independentemente do método de extração das sementes.

Melo *et al.* (2000) estudaram a superação de dormência em sementes de *Passiflora nítida* H.B.K. com hidróxido de sódio (5, 10, 15 e 20% durante três minutos), ácido sulfúrico concentrado (3, 6 e 9 minutos) e ácido giberélico (GA_3) por 24 horas (0, 500, 1000, 1500 e 2000 mg L^{-1}) e concluíram que, de modo geral, o ácido giberélico mostrou-se efetivo na superação da dormência e antecipou a emergência e os tratamentos com hidróxido de sódio e ácido sulfúrico concentrado causaram danos às sementes, impedindo a emergência de plântulas.

O regulador vegetal GA_3 , também foi estudado em sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryander) por Fogaça *et al.* (2001) que observaram incremento de até 14% na germinação da espécie após aplicação de concentrações superiores a 100 mg L^{-1} do regulador.

Ferreira *et al.* (2001) estudaram a germinação de *Passiflora alata* Dryander em função do tempo de embebição das sementes e da concentração do regulador vegetal GA_3 e observaram que a porcentagem de germinação não foi alterada pelos diferentes tempos de embebição das sementes nas diferentes concentrações do regulador, mas o uso do regulador vegetal, independentemente do tempo de embebição, proporcionou aumento na germinação das sementes, sendo a maior porcentagem média (71%) obtida com a concentração de 500 mg L^{-1} .

Zucareli *et al.* (2001a) avaliaram a germinação de sementes de *Passiflora alata* Dryander em resposta a temperatura e reguladores vegetais e concluíram que a alternância de temperaturas entre 20 e 30°C e tratamentos contendo GA_3 e ethephon na concentração de 75 mg L^{-1} favoreceram a germinação. Ferreira *et al.* (2002) observaram que, em *Passiflora giberti* N.E. Brown, os métodos de extração do arilo não afetaram a viabilidade das sementes dormentes e que o uso de ethephon na concentração de zero, 150, 300, 450 e 600 mg L^{-1} não foi eficiente para a superação da dormência.

imposta por várias causas, como desenvolvimento incompleto do embrião, tegumento impermeável ou a presença de inibidores e fatores relacionados à fisiologia. Segundo Taiz & Zeiger (2004) a perda da dormência do embrião está frequentemente associada à queda acentuada na razão entre ABA (Ácido Abscísico) e GA.

Na germinação de sementes, as giberelinas podem estar envolvidas na ativação do crescimento vegetativo do embrião, enfraquecimento da camada do endosperma que envolve o embrião e restringe seu crescimento, assim como na mobilização das reservas energéticas (Taiz & Zeiger 2004). A aplicação exógena deste promotor influencia no metabolismo protéico, podendo dobrar a taxa de síntese de proteínas das sementes (McDonald & Khan, 1983).

O efeito das giberelinas na germinação tornou-se claro quando foi demonstrado em sementes de cereais, que o embrião sintetiza e libera giberelina no endosperma durante a germinação. As giberelinas promovem o crescimento pelo aumento da plasticidade da parede celular seguida pela hidrólise do amido em açúcar, que reduz o potencial hídrico na célula, resultando na entrada de água no seu interior e promovendo o alongamento (Arteca 1996). Segundo Taiz & Zeiger (2004) as giberelinas promovem a produção e/ou secreção de várias enzimas hidrolíticas envolvidas na solubilização de reservas do endosperma, entre as quais pode ser destacada a α -amilase. A α -amilase é a única enzima capaz de atacar diretamente os grânulos de amido, o que a caracteriza como a primeira enzima no processo de degradação do amido (Buckeridge *et al.* 2004).

Na germinação de sementes de cereais o GA₃ produzido no embrião é transferido para a camada de aleuroma das células onde estimula a síntese de enzimas (tais como a α -amilase e β -amilase), produzidas via síntese de novo e essas enzimas promovem, no endosperma, a conversão do amido em açúcar, que é usado então para o crescimento do embrião (Arteca 1996, Taiz & Zeiger 2004). Estas enzimas também promovem a degradação enzimática da parede celular cujos produtos, em geral carboidratos, são transportados à extremidade da radícula, contribuindo para o aumento no valor absoluto do potencial osmótico das células radiculares, ou seja, tornando-o mais negativo. Dessa forma, a degradação das paredes celulares permite o enfraquecimento do tecido do endosperma e aumenta o potencial de crescimento do embrião facilitando a protrusão da radícula (Castro & Hilhorst 2004).

Ferreira (1998) observou que sementes de passifloráceas (*P. edulis* f. *flavicarpa* Degener, *P. alata* Dryander, *P. giberti* N.E. Brown e *P. caerulea* L.) não apresentam impermeabilidade a água, e relacionou a dormência a possíveis mecanismos fisiológicos, como o desbalanço hormonal. O mesmo autor estudou o uso de reguladores vegetais em sementes de Passifloráceas e concluiu que o uso dos mesmos favoreceu a germinação das sementes e que a dosagem de 100 mg L⁻¹ de ácido giberélico, aplicado na forma de imersão proporcionou maior porcentagem de germinação (68%) de sementes de *Passiflora alata* Dryander em relação à testemunha (56%).

responses)) ($1,0 - 1.000 \mu\text{mol m}^{-2}$) e respostas de irradiância alta (RIA ou HIRs – do inglês, *high-irradiance responses*).

Uma nova classificação quanto à sensibilidade a luz pelas sementes foi proposta por Takaki (2001). Segundo o autor, todas as sementes contêm fitocromo e o termo fotoblastismo deve ser substituído pelas formas do fitocromo (fi) que controlam a germinação, sendo que as sementes fotoblásticas positivas tem fiB (e, em menor extensão, fiD e fiE) controlando o processo de germinação através da resposta de fluência baixa (RFB). Já as sementes fotoblásticas negativas tem fiA controlando a germinação através da resposta de irradiância alta (RIA) e quando o nível de F_{VD} pré-existente é alto o suficiente para induzir a germinação no escuro, através da RFB pelo fiB. Para o mesmo autor as sementes insensíveis à luz tem fiA controlando a germinação através da resposta de fluência muito baixa (RFMB).

Em sementes de maracujá, Passos *et al.* (2004) estudaram a germinação *in vitro* de *Passiflora nitida* Kunth e não verificaram efeito significativo da luz/escuro sobre a germinação das sementes. Embora Brasil (1992) recomende para *Passiflora edulis* a realização de teste de germinação no escuro, não foram encontrados na literatura trabalhos relacionados ao efeito da luz na germinação de sementes de maracujá.

2.2.4 - Reguladores Vegetais na Germinação de Sementes

Segundo Taiz & Zeiger (2004), os hormônios vegetais são moléculas orgânicas freqüentemente sintetizadas em um local do organismo e transportadas para outro, onde em concentrações baixas influenciam o desenvolvimento dos vegetais. As classes mais importantes são a auxina, a giberelina, a citocinina, o ácido abscísico e o brassinosteróide.

Os reguladores vegetais que controlam o metabolismo e as respostas das sementes ao ambiente, são fatores que controlam a germinação. Essas substâncias, mediadoras dos processos fisiológicos da germinação, transformam sinais ambientais específicos em respostas bioquímicas, produzindo modificações no estado fisiológico da semente, através da transcrição diferencial, repressão ou desrepressão gênica ou ativação do RNA mensageiro ou, ainda, por alteração da permeabilidade da membrana. Modificações nas propriedades físicas das membranas afetam diretamente a taxa de hidratação, liberação de enzimas, transporte iônico, pH e conteúdo de inibidores, situações estas que interferem na germinação das sementes (Davies 1994). Dentre os reguladores vegetais, será dado destaque às giberelinas (GA) e citocininas (CK), devido aos objetivos deste trabalho.

As giberelinas endógenas influenciam numa grande variedade de processos do desenvolvimento, entre os quais a germinação de sementes, incluindo a quebra de dormência e a mobilização das reservas do endosperma (Taiz & Zeiger, 2004). Para Moraes *et al.* (2002), as giberelinas podem estimular a germinação de sementes às quais a dormência ou quiescência é

vermelha e vermelho-distante, quase 100% das sementes que receberam luz vermelha como tratamento final germinaram, no entanto, as sementes que receberam luz vermelha distante como tratamento final tiveram a germinação inibida. Posteriormente, o fitocromo foi demonstrado em extratos vegetais e suas propriedades fotorreversíveis únicas, exibidas *in vitro*, confirmando a hipótese de um único pigmento, com possibilidade de existir em duas formas interconversíveis: uma que absorve a luz vermelha (denominado F_V) e outra que absorve a luz vermelho distante (denominado de F_{VD}).

A forma ativa (F_{VD}) é obtida pela exposição da forma inativa (F_V) a radiações na faixa de 660 nm. A exposição da forma ativa a radiações de 730nm ou a permanência no escuro fazem com que o fitocromo assumira a forma inativa (Carvalho & Nakagawa 2000, Taiz & Zeiger 2004, Marcos Filho 2005).

Bewley & Black (1994) verificaram que a irradiação de diferentes partes de sementes fotoblásticas positivas revelou que a dormência, somente foi superada com a irradiação do eixo embrionário, o que indica que o fitocromo se localiza no eixo embrionário. Os mesmos autores mencionam que as membranas devem permanecer no estado de gel (hidratadas) para que o fitocromo vermelho distante possa exercer sua função.

A luz somente exerce seus efeitos em sementes embebidas e apenas concentrações relativamente altas de F_{VD} em fotoblásticas positivas, são capazes de constituir impulso para o processo de germinação, mediante a síntese de hormônios e o reinício da transcrição da mensagem genética (Marcos Filho 2005).

Segundo Taiz & Zeiger (2004), a luz vermelha provoca um grande aumento na expressão do gene que codifica uma enzima chave na rota biossintética da giberelina, indicando que o fitocromo promove a germinação de sementes pelo aumento da biossíntese do hormônio, uma vez que a giberelina pode substituir a luz vermelha na promoção da germinação. Para Marcos Filho (2005) o fitocromo na forma ativa atinge concentrações suficientes para disparar o processo de germinação, mediante a síntese de hormônios e o reinício da transcrição da mensagem genética.

De acordo com a sensibilidade à luz, as sementes são classificadas em fotoblásticas positivas, as beneficiadas pela luz, fotoblásticas negativas, as sementes cuja germinação é inibida pela luz, e não-fotoblásticas ou indiferentes à luz (Borges & Rena 1993, Carvalho & Nakagawa 2000, Marcos Filho 2005).

Segundo Taiz & Zeiger (2004), os fitocromos podem agir de três diferentes modos, de acordo com a qualidade e a duração da luz requerida para induzir respostas na planta. Respostas de fluência muito baixa (RFMB ou VLFRs – do inglês, *very-low-fluence responses*) (0,0001 – 0,05μmol m⁻²), respostas de baixa fluência (RFB ou LFRs - ou VLFRs – do inglês, *low-fluence*

observaram que a temperatura alternada 20-30°C possibilitou maior porcentagem de germinação, independentemente da planta, e sugeriram que esta pode ter favorecido a superação da dormência das sementes. Os mesmos autores observaram que houve diferença significativa na germinação de sementes de diferentes plantas, sendo que os valores obtidos para a porcentagem de plântulas normais aos 28 dias após a semeadura variaram de 58% a 91%.

Sinais ambientais, como temperatura e luz, induzem a síntese de GAs que, por sua vez, bloqueiam a expressão de genes repressores da germinação e/ou promovem a degradação dos respectivos produtos (mRNAs e proteínas), aumentando assim o potencial de germinação do embrião (Borghetti 2004).

Para algumas espécies a temperatura pode influenciar no requerimento de luz. Esta interação foi apresentada por Smith (1975) com sementes de alface (*Lactuca sativa*), sendo que em temperaturas baixas as sementes foram indiferentes à luz, em temperaturas altas as sementes apresentaram termodormência e em temperaturas intermediárias as sementes apresentaram fotossensibilidade, germinando apenas sob luz branca.

2.2.3 - Luz na Germinação de Sementes

Para algumas espécies a luz constitui fator de importância na germinação das sementes e sobrevivência das plântulas (Borges & Rena 1993). Em geral, espécies com sementes grandes, com amplas reservas para sustentar prolongados períodos de plântulas no escuro, não necessitam de luz para a germinação. A exigência de luz é frequentemente observada nas sementes pequenas, nas quais a luz solar ajudaria a garantir que as plântulas tornem-se fotossinteticamente auto-suficientes, antes que suas reservas sejam exauridas (Taiz & Zeiger 2004).

O responsável pela fotorreação, controlando a germinação, é um pigmento denominado fitocromo, que é uma cromoproteína solúvel presente no citoplasma de células do eixo embrionário (Marcos Filho 2005). Entre outros processos, o fitocromo permite que as sementes detectem a composição espectral da luz, iniciando a germinação quando as condições luminosas tornam-se apropriadas para o estabelecimento das plântulas (Smith 1994).

As primeiras explicações sobre o papel do fitocromo no desenvolvimento de plantas vieram de estudos iniciados na década de 1930 sobre as respostas morfogênicas induzidas pela luz vermelha, em especial na germinação de sementes. Um avanço na história do fitocromo foi a descoberta de que os efeitos da luz vermelha (650-680 nm) sobre a morfogênese poderiam ser revertidos por uma irradiação subsequente com luz de comprimentos de onda mais longos (710-740 nm), chamada de luz vermelho-distante (Taiz & Zeiger 2004).

Segundo Taiz & Zeiger (2004), a observação inicial foi que em sementes de alface a germinação é estimulada pela luz vermelha e inibida pela luz vermelho-distante. Muitos anos mais tarde, foi observado que, quando sementes de alface foram expostas a tratamentos alternados de luz

ciclo de baixa temperatura e aumentando a quantidade das substâncias promotoras durante a fase de alta temperatura, o que levaria ao processo germinativo.

Os efeitos da temperatura podem ser avaliados a partir de mudanças ocasionadas na porcentagem, velocidade e frequência relativa de germinação ao longo do tempo de incubação (Labouriau & Pacheco, 1979). Para a realização de teste de germinação de sementes de *Passiflora edulis* em laboratório pode ser utilizada tanto a temperatura de 25°C constante como a temperatura alternada de 20-30°C, 16 e 8 horas, respectivamente (Brasil 1992).

Santos *et al.* (1999) estudaram a germinação de sementes de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener, na temperatura constante 25°C e na temperatura alternada 20-30°C e indicaram a temperatura alternada como sendo a mais adequada.

Duarte Filho *et al.* (2000) avaliaram a germinação das sementes de *Passiflora giberti* N.E. Brown nas temperaturas constantes 20°C, 25°C e 30°C e nas temperaturas alternadas 30-25°C, 30-20°C e 25-20°C, todas sob luz branca constante e constataram que as temperaturas testadas exerceram grande influência sobre a porcentagem de emissão de raiz primária, plântulas normais e anormais. Os autores observaram que a temperatura alternada 30-20°C apresentou maior uniformidade de germinação e que temperaturas constantes proporcionaram as menores médias para as variáveis porcentagem de germinação e porcentagem de plântulas normais.

Zucareli *et al.* (2001a) avaliaram a germinação de sementes de *Passiflora alata* Dryander em resposta a temperatura, GA₃, fenilmetiltetrahydro-piranyl-aminopurina e ethephon nas concentrações de 75 e 150 mg L⁻¹, isolados e combinados com as mesmas dosagens, e concluíram que independente do tratamento, a alternância de temperaturas entre 20 e 30°C por mais de 35 dias favoreceu a germinação. Zucareli *et al.* (2001b) estudaram diferentes períodos de exposição à temperaturas alternadas (20-30°C) e constante (25°C) na germinação de *Passiflora alata* Dryander e observaram que a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação foram significativamente maiores sob temperaturas alternadas e, que a porcentagem de sementes duras foi maior quando utilizou-se temperatura constante. Os autores mencionam ainda que, o melhor desempenho germinativo foi obtido sob temperaturas alternadas por um período mínimo de 13 dias.

Zucareli *et al.* (2003) estudaram a germinação de sementes de maracujá doce (*Passiflora alata* Dryander) com uso de GA₃, fenilmetiltetrahydro-piranyl-aminopurina e ethephon e verificaram que após 35 dias sob temperatura constante (25°C), as sementes não germinaram, desse modo, a temperatura foi alterada para temperaturas alternadas (20-30°C) e, no terceiro dia após a alteração da temperatura, foi observada germinação em todos os tratamentos, indicando influência favorável da temperatura alternada na germinação das sementes desta espécie.

Osipi & Nakagawa (2005), estudaram a germinação de sementes de diferentes plantas de maracujá doce (*Passiflora alata* Dryander) sob duas condições de temperatura (25°C e 20-30°C) e

Existem temperaturas mais apropriadas para a germinação, assim como temperaturas limitantes, dependendo da espécie (Labouriau 1983). Os limites extremos de temperatura para a germinação fornecem informações de interesse ecológico (Labouriau & Pacheco 1979) podendo, esses dados fornecerem informações importantes para entender a distribuição geográfica dessas espécies em escala fitossociológica e biogeográfica (Labouriau 1983). O mesmo autor explica que as preferências ecológicas e a distribuição geográfica de muitas espécies são determinadas pela faixa de condições ambientais toleradas pela germinação das sementes, pois refletem, muitas vezes, as características térmicas do habitat onde tais espécies ocorrem, sendo dessa forma, importante a determinação das temperaturas mínima, ótima e máxima para cada espécie.

A temperatura ótima propicia a máxima porcentagem de germinação em menor espaço de tempo, enquanto sob temperaturas máxima e mínima as sementes pouco germinam (Bewley & Black 1994). Segundo Carvalho & Nakagawa (2000), temperaturas inferiores ou superiores à ótima tendem a reduzir a velocidade do processo germinativo, expondo as plântulas por maior período a fatores adversos, o que pode levar à redução na porcentagem total de germinação.

O processo de germinação envolve uma série de atividades metabólicas, durante as quais ocorre uma seqüência programada de reações químicas que apresenta exigências próprias quanto a temperatura, principalmente porque dependem da atividade de sistemas enzimáticos específicos (Marcos Filho 2005). Os efeitos da temperatura na cinética da germinação podem ser abordados, também, sob o ponto de vista bioquímico, pois, a atividade das enzimas tem forte dependência da temperatura de incubação (Borghetti & Ferreira 2004). Segundo os autores existem temperaturas nas quais a velocidade de reação enzimática é máxima e outras nas quais o processo ocorre muito lentamente ou se encontra inibido.

As sementes de muitas espécies, principalmente as menos domesticadas, requerem flutuação diária de temperatura para germinarem adequadamente. Embora esse requerimento esteja associado à dormência da semente, a alternância da temperatura pode acelerar a germinação em sementes não dormentes (Malavasi 1988, Carvalho & Nakagawa 2000, Marcos Filho 2005). Estas sementes apresentam mecanismos enzimáticos que funcionam em diferentes temperaturas e essa resposta corresponde, provavelmente, a uma adaptação às variações que ocorrem no ambiente ou a processos de dormência (Borges & Rena 1993, Copeland & McDonald 1995).

A necessidade de temperatura alternada assim como a necessidade de nitratos, luz e etileno, apresentada por algumas espécies, seriam uma adaptação ecológica no sentido de indicar à semente a profundidade em que ela se encontra no solo (Carvalho & Nakagawa, 2000). Para Copeland & McDonald (1995) e Marcos Filho (2005), a alternância de temperatura altera o balanço das substâncias promotoras e inibidoras da germinação, reduzindo a quantidade desta última durante o

apresentam impermeabilidade à água; dessa forma, a dormência deve estar relacionada a outros fatores fisiológicos da semente.

A determinação do tempo de embebição em sementes (fase I), é importante para a realização de tratamentos que aceleram a germinação (Ono *et al.* 1993). Ferreira (1998) estudou a fase I da germinação em sementes de Passifloráceas e concluiu que esta apresentou duração de aproximadamente 3 horas para *P. edulis* f. *flavicarpa* Degener, 4-5 horas para *P. caerulea* L., *P. giberti* N.E. Brown e *P. alata* Dryander.

Lopes *et al.* (2003) estudaram a influência do arilo e da escarificação do tegumento sobre a germinação e a absorção de água em sementes de *Passiflora alata* Dryander e concluíram que não houve diferença estatística entre os tratamentos, com e sem escarificação, na absorção de água pelas sementes. Os mesmos autores mencionaram também que a escarificação influenciou negativamente nas variáveis porcentagem de germinação, primeira contagem-vigor e índice de velocidade de germinação.

Com o objetivo de superar a dormência em sementes de genótipos do maracujazeiro *P. edulis* f. *flavicarpa* Degener, Alexandre *et al.* (2004b) submeteram as sementes à escarificação mecânica e, posteriormente, à embebição em água destilada em quatro diferentes tempos (0, 12, 24 e 48 horas) e concluíram que a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de emergência das sementes não foram influenciados pelos diferentes tempos de embebição em água, mas sim pelo genótipo das plantas.

Ferrari (2005) estudou as fases da germinação em sementes de *Passiflora alata* Curtis e observou que a fase I teve duração de aproximadamente 10 a 11 horas, a mudança da fase II para a fase III variou de acordo com o método utilizado, tendo ocorrido as 200 horas em sementes submersas em água sob aeração e às 120 horas em sementes acondicionadas sobre papel umedecido.

2.2.2 - Temperatura na Germinação de Sementes

Na ausência de outros fatores limitantes, a germinação ocorre sob limites relativamente amplos de temperatura, cujos extremos dependem, principalmente, da espécie e suas características genéticas, das condições do ambiente durante a produção, do manejo durante e após a colheita e da sanidade (Marcos Filho 2005).

A temperatura apresenta grande influência tanto na porcentagem como na velocidade de germinação, afetando à absorção de água e as reações bioquímicas que regulam o metabolismo envolvido nesse processo (Bewley & Black 1994, Marcos Filho 2005). Bewley & Black (1985) relatam que as membranas celulares presentes nas sementes passam por uma fase de transição, entre o estado de gel e cristalino líquido, que é dependente da temperatura, o que proporciona maior ou menor permeabilidade à água.

A velocidade de absorção de água pela semente depende de fatores como espécie, disponibilidade de água, área de contato, temperatura (Carvalho & Nakagawa 2000), natureza do material de reserva, permeabilidade do tegumento, pressão osmótica da água, tempo de exposição ao ambiente úmido, teor de água inicial e qualidade fisiológica (Toledo & Marcos Filho 1977, Carvalho & Nakagawa 2000).

Existe uma relação direta entre a velocidade de embebição das sementes e a temperatura. De acordo com Carneiro & Braccini (1996), a elevação da temperatura aumenta a energia da água, provocando uma elevação da sua pressão de difusão. Por ser um processo físico, a embebição, segundo Nobrega & Rodrigues (1995), ocorre mais rapidamente sob temperaturas elevadas, no entanto, a quantidade final de água absorvida é praticamente a mesma, independente da temperatura. Segundo Bewley & Black (1994), apesar de também depender de uma série de fatores, o volume de água absorvido pela semente raramente ultrapassa 2 a 3 vezes sua massa seca.

Segundo Bewley & Black (1994), o processo de absorção de água pela semente obedece a um padrão trifásico. Na primeira fase, ou embebição, ocorre a ativação da semente, consequência do início da absorção de água, sendo, de modo geral, muito rápida podendo variar de acordo com a espécie. Na segunda fase a absorção de água torna-se quase que constante, uma vez que aumentos muito pequenos são verificados com o passar do tempo. E a terceira fase é caracterizada por elevação na quantidade de água absorvida com o tempo, em relação à fase II, a qual coincide com o processo de divisão celular nos pontos de crescimento do eixo embrionário, seguido pela expansão das estruturas da planta (Bewley & Black 1994, Carvalho & Nakagawa 2000, Castro & Hilhorst 2004, Marcos Filho 2005).

Segundo Marcos Filho (2005) o início das fases II e III não implica na paralisação da(s) anterior(es), de modo que a semente pode apresentar simultaneamente as três fases, dependendo de fatores como a permeabilidade da cobertura e composição química dos tecidos de reserva.

O controle da entrada de água na semente, do desenvolvimento do eixo embrionário e o equilíbrio entre substâncias promotoras e inibidoras, são apontados por Carvalho & Nakagawa (2000) como os principais sistemas de dormência.

Morley-Bunker (1974) incluiu as Passifloráceas entre as famílias que apresentam dormência, devido aos mecanismos de controle da entrada de água para o interior da semente. Baseados em tal afirmação Tsuboi & Nakagawa (1992), Alexandre *et al.* (2004a) e Alexandre *et al.* (2004b) realizaram trabalhos com sementes de espécies do gênero *Passiflora*, utilizando escarificação mecânica, química ou com água quente, visando a superação da impermeabilidade do tegumento das mesmas.

Ferreira (1998) estudou a fase I da germinação em sementes de *P. edulis* f. *flavicarpa* Degener, *P. alata* Dryander, *P. giberti* N.E. Brown e *P. caerulea* L. e concluiu que estas não

Na germinação, a água apresenta várias funções de grande importância, contribuindo para amolecer o tegumento, intensificar a velocidade respiratória, favorecer as trocas gasosas, induzir a síntese e atividade de enzimas, hormônios e contribuir, significativamente, para a regularidade da digestão, translocação e assimilação das reservas, bem como o crescimento subsequente. A entrada de água provoca o aumento do volume do embrião e dos tecidos de reserva, resultando na ruptura do tegumento e facilitando a protrusão da raiz primária (Marcos Filho 2005).

Segundo Marcos Filho (2005), tanto os que se dedicam ao estudo da fisiologia vegetal sob o aspecto botânico, como os tecnólogos de sementes, consideram que a germinação tem início com a embebição.

2.2.1 - Fases da Germinação

A movimentação de moléculas de água entre dois sistemas depende da diferença de potencial hídrico entre os mesmos. A tendência natural é o movimento ocorrer no sentido do maior para o de menor potencial hídrico (Carvalho & Nakagawa 2000). Marcos Filho (2005) relata que a embebição é um tipo especial de difusão, provocada pela atração entre moléculas de água e a superfície matricial, governada pelas diferenças entre o potencial hídrico dos tecidos da semente e do substrato.

O processo da embebição é puramente físico e depende somente da ligação da água à matriz da semente, ocorrendo em qualquer material, morto ou vivo, que contém sítios de ligação ou afinidade pela água (Castro & Hilhorst, 2004). Com a absorção de água, o potencial hídrico da semente se eleva, reduzindo o gradiente com o substrato úmido; desse modo, o fluxo hidráulico da semente aumenta e tende a se igualar ao do substrato, conforme mencionado por Shioiga (1990) em trabalho com feijão.

A embebição ocorre gradativamente com o umedecimento inicial dos tecidos mais próximos da superfície e o estabelecimento de uma “frente de hidratação”, à medida que a água caminha para o interior da semente. Conseqüentemente, é possível identificar uma fronteira nítida se deslocando para as partes secas, ao mesmo tempo em que ocorre aumento contínuo da quantidade de água nas partes já umedecidas (Marcos Filho 2005).

Portanto, o umedecimento não é uniforme e depende da região do tegumento em que há penetração da água (hilo, micrópila ou superfície) e das diferenças na composição química, morfologia das partes da semente e variações na permeabilidade da “cobertura” (Carvalho & Nakagawa 2000, Marcos Filho 2005).

Quando todas as matrizes atingem hidratação plena, o potencial matricial se torna zero e o potencial osmótico se torna o responsável pelo movimento da água para dentro das sementes, até que seja balanceada pelo turgor ou potencial de pressão (Castro & Hilhorst 2004).

Geralmente, floresce entre agosto e maio (Bermacci 2003) e o tempo transcorrido desde o momento da fecundação até o amadurecimento do fruto é de 107 a 129 dias (Aponte & Jáuregui 2004b)

Os frutos são bagas ovóides com 5,0-6,0 cm de diâmetro. As sementes têm 0,6 x 0,3 cm de diâmetro, são ovais, faveoladas e negras (Nunes & Queiroz 2001). A semente é obovada com ápice assimétrico, truncada e mucronada, enegrecida, reticulada (Bermacci 2003) e pode apresentar período de dormência superior a dois anos (Meletti *et al.* 2002).

2.2 – Processo Germinativo

O processo da germinação é amplo e complexo para ser definido em poucas palavras (Carvalho & Nakagawa 2000). No conceito agrônomo ou tecnológico, considera-se germinação a emergência de parte da planta no solo ou a formação de uma planta vigorosa sobre algum tipo de substrato. Enquanto o critério botânico considera germinada a semente em que uma das partes do embrião emerge de dentro dos envoltórios, acompanhado de algum sinal de metabolismo ativo, como por exemplo, a curvatura da radícula (Borghetti 2004).

Borghetti (2004) menciona ainda, que o critério botânico é mais apropriado para investigar aspectos metabólicos associados especificamente à germinação, sem envolver eventos relacionados ao crescimento inicial da plântula.

Marcos Filho (2005) explica que a Fisiologia Vegetal tem se dirigido a aspectos básicos e mais aprofundados, independentemente da importância econômica da espécie avaliada, envolvendo investigação predominantemente acadêmica, com o objetivo de angariar conhecimentos que permitam elucidar o processo em si.

Por outro lado, a pesquisa agrônoma sobre o assunto destina-se, principalmente, à obtenção de subsídios necessários para a resolução de problemas referentes ao estabelecimento do estande em campo e ao manejo das sementes durante e após a colheita, visando a conservação do poder germinativo e o esclarecimento de dúvidas sobre a ação de diferentes fatores que interferem na germinação, durante as etapas da produção (Marcos Filho 2005).

Na germinação estão envolvidos processos seqüenciados e sincronizados, de tal maneira que as reações catabólicas e anabólicas são simultâneas. O processo é primeiramente controlado por uma interação de sinais ambientais e endógenos, a partir dos quais ocorrem alterações dos estados fisiológicos da semente que resultam na retomada do desenvolvimento do embrião (Moraes *et al.* 2002).

A duração da germinação é considerada o tempo gasto entre a hidratação da semente e a emissão da raiz primária (Larcher 2000) e, para que o processo ocorra, é necessário que a disponibilidade de água, a temperatura e a concentração de oxigênio no meio não limitem o metabolismo germinativo (Carvalho & Nakagawa 2000, Cardoso 2004).

A espécie *Passiflora cincinnata* Mast. possui ampla distribuição, principalmente na América tropical, ocorrendo desde o sul da América do Norte até a América do Sul, ao longo da costa brasileira (Agra *et al.* 1996). Bernacci *et al.* (2003) mencionam que a espécie ocorre no leste do Brasil, do Pará até o Mato Grosso do Sul, sendo bem distribuída em São Paulo, ocorrendo também no Paraguai, na Argentina, Bolívia (em baixas altitudes), Venezuela e Colômbia. Segundo Durigan *et al.* (2004) a espécie é bem distribuída no Estado de São Paulo onde ocorre, principalmente, no cerrado.

A espécie é perene e pode chegar a 4,5 m de comprimento, apresenta gavinhas espiraladas com 6,0 a 12,0 cm de comprimento e 0,1 cm de diâmetro (Nunes & Queiroz 2001). É uma planta heliófita, comum na borda e interior de matas e cerrados e na beira de estradas (Bernacci *et al.* 2003), e devido ao crescimento vigoroso e hábito trepador é considerada no litoral do Nordeste como planta daninha (Nunes & Queiroz 2001).

A planta é trepadeira, possui a base do caule com quilhas suberosas e pecíolo velutino a glabro com um par de nectários sésseis e crateriformes (Bernacci *et al.*, 2003). Possui folhas simples, alternas, longo-pecioladas, 3-5 lobadas ou 3-5 partidas, lobos ou segmentos oblongos ou ovado-oblongos, cerca de 5cm de comprimento e 2,5cm de largura, base do limbo largo-incisocordada, ápice dos lobos arredondados ou agudos, geralmente mucronado, margem crenulada, esparsamente pilosas (Durigan *et al.* 2004).

As flores são vistosas, grandes e perfumadas (Nunes & Queiroz 2001) e solitárias medindo de 5 a 10 cm; possui pedicelo articulado; brácteas verticiladas e membranáceas concavo-ovadas, velutinas e glabras, freqüentemente glandulares, verde-pálidas; hipanto campanulado; sépala subcoriácea, oblongo lanceolada, dorso carenado, velutino a glabro e verde, ventre azul rosado a alvo; pétala oblongo-lanceolada, azul-arroxeadas; corona em várias séries, a externa filiforme, no ápice bandeada de roxo a lilás e rosa a alvo, as internas menores no centro, lineares, roxas a lilases; opérculo membranoso e horizontal com projeção reflexa encaixante no limen em duas séries de filamentos captados e eretos; nectário anular; limen cupuliforme; androginóforo com alargamento próximo ao meio; filete; antera; ovário elíptico a fusiforme, glabro; estilete caloso na base (Bernacci *et al.* 2003).

Aponte & Jáuregui (2004a) estudaram a biologia floral da espécie *P. cincinnata* e observaram que as flores se abrem entre as sete e meia e oito e meia da manhã e se fecham após 24 horas; a deiscência das anteras ocorre antes da antese e o sistema de reprodução mais eficiente é a polinização cruzada e os grãos de pólen são de forma esférica com exina reticulada, recoberto por composto amarelado rico em lipídios.

2 - Revisão de Literatura

2.1 - Caracterização da Espécie *Passiflora cincinnata* Mast.

“Maracujá” é uma denominação indígena de origem tupi, que significa “alimento em forma de cuia”. Trata-se de fruto silvestre que os primeiros descobridores conheceram nas Américas, bastante apreciado pelos nativos (Meletti 2000). O mesmo autor menciona que a primeira descrição que se tem notícia foi feita em 1569, sob o nome genérico de *granadilla*, a partir de uma planta enviada da América ao Papa Paulo V, que mandou cultivá-la em Roma, por considerá-la uma revelação divina, pois, a particular morfologia de sua flor sugere correlação com os símbolos da Paixão de Cristo. Originou-se daí uma denominação bastante mística, de “flor-da-paixão”, nome popular pouco usual no Brasil e, também o nome científico de gênero: *Passiflora* (do latim passio = paixão e flos = flor).

O maracujazeiro pertencente à família Passifloraceae, apresenta cerca de 19 gêneros e 530 espécies nas regiões tropicais e subtropicais, particularmente da América e África. No Néotropico ocorrem cinco gêneros e quase 400 espécies, sendo que no Brasil ocorrem quatro gêneros e cerca de 130 espécies (Bernacci 2003).

O gênero *Passiflora* é o maior gênero da família, com cerca de 400 espécies, 20 delas restritas à Índia, China, Sudeste Asiático, Austrália, ilhas da Oceania e regiões vizinhas; o restante distribui-se dos Estados Unidos ao Chile e Argentina. O Brasil e a Colômbia, com cerca de 120 e 115 espécies, respectivamente, são os países com maior número de espécies nativas (Bernacci *et al.* 2003).

Das espécies presentes no Brasil mais de 60 produzem frutos que podem ser aproveitados direta ou indiretamente na alimentação (Oliveira *et al.* 1994, Barbosa 1998). Porém, Aponte & Jáuregui (2004a) relatam que estudos têm sido realizados, principalmente, com espécies de importância econômica.

A espécie *Passiflora cincinnata* Mast. é silvestre da qual se conhece pouco (Aponte & Jáuregui 2004b), popularmente conhecida como maracujá-mochila, maracujá-do-mato ou maracujá-tubarão (Nunes & Queiroz 2001, Bernacci *et al.* 2003). Pode ser aproveitada como fruto comestível, planta ornamental ou como planta medicinal (Aponte & Jáuregui 2004a, Bernacci *et al.* 2003) e também em programas de melhoramento genético (Lombardi 2003, Aponte & Jáuregui 2004a). Apresenta ainda características etnomedicinais, cujas folhas são utilizadas para o tratamento de hipertensão e como antiinflamatório e os frutos como calmante e antitussígeno (Agra *et al.* 1996).

Além disso, a espécie é considerada potencialmente importante para uso como porta-enxerto, uma vez que é tolerante a doenças como as causadas pela bactéria *Xanthomonas campestris* (São José 1994, Meletti *et al.* 2002) e apresenta também, tolerância a nematóides (*Meloidogyne sp.*), podendo ser utilizada em programas de melhoramento genético do maracujazeiro amarelo (Ferreira & Oliveira 1991).

- Estudar a interação entre temperaturas e reguladores vegetais na germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast. e,
- Estudar o efeito da pré-hidratação com $GA_{4+7}+N$ -(fenilmetil)-aminopurina na germinação de sementes e na emergência de plântulas de *Passiflora cincinnata* Mast..

1 - Introdução*

A produção brasileira de maracujá adquiriu expressão econômica há pouco mais de 25 anos, inicialmente pelo incentivo da agroindústria e, em seguida, pela crescente demanda no mercado de frutas frescas. A expansão dos pomares de maracujá foi significativa e, atualmente, vem sendo cultivado em quase todo o território nacional (Melletti *et al.* 2005) fazendo do país o maior produtor mundial de maracujá com aproximadamente 35 mil hectares de área cultivada e produção anual superior a 478 mil toneladas (Agrianual 2005).

A produção de mudas de maracujá é convencionalmente feita com o uso de sementes pela grande maioria dos produtores (Meletti *et al.* 2002) porém a enxertia, estaquia, alporquia (Giacometti 1954; Akamine *et al.* 1972, Ruggiero *et al.* 1994) e cultura de tecidos *in vitro* também podem ser empregadas (Grattapaglia *et al.* 1991). Porém, a produção de porta-enxertos é realizada principalmente a partir de sementes.

A maioria dos problemas que ocorrem com as sementes de Passifloráceas para produção de mudas pé-franco ou porta-enxerto, relaciona-se a heterogeneidade das plantas e a baixa porcentagem de germinação (Morley-Bunker 1980, Ruggiero 1991). Embora diversos estudos tenham sido desenvolvidos na tentativa de aumentar a germinação de sementes de passifloráceas (Ferreira 1998, Coneglian *et al.* 2000, Melo *et al.* 2000, Fogaça *et al.* 2001, Ferreira *et al.* 2001, Leonel & Pedroso 2005), a maioria desses estudos está voltada para espécies cultivadas comercialmente como a *Passiflora alata* Dryander e *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener e, muitas espécies silvestres de potencial econômico ainda têm sua fisiologia pouco conhecida (Aponte & Jauregui, 2004a).

Dentre as espécies silvestres de maracujazeiro cujas sementes apresentam baixa germinação encontra-se a *Passiflora cincinnata* Mast. (Meletti *et al.* 2002, Lombardi 2003) com período de dormência muito longo, sendo necessário tempo de armazenamento superior a dois anos para se obter índices aceitáveis de germinação o que tem inviabilizado economicamente a sua utilização comercial (Meletti *et al.* 2002).

De acordo com o exposto, o presente trabalho teve como objetivos:

- Caracterizar as fases da germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast.;
- Estudar o efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast.;
- Estudar o efeito dos reguladores vegetais, GA₃, GA₄₊₇, GA₄₊₇₊ benziladenina (BA), GA₃+BA, BA e GA₄₊₇+N-(fenilmetil)-aminopurina na germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast.;

* Nas normas da Revista Brasileira de Botânica

ZUCARELI, V. *Passiflora cincinnata* Mast. SEEDS GERMINATION: STAGES, LIGHT, TEMPERATURE AND PLANT GROWTH REGULATORS. 2007. 103p. DISSERTAÇÃO (MESTRADO) – INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, Unesp – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, BOTUCATU.

Abstract: The production of cuttings of passionflower conventionally utilizes seeds. Although several studies have been carried out in an attempt to increase germination of Passifloraceae seeds, most of them are focused on commercially cultivated species. There are few data about the physiology of many wild species, among which is *Passiflora cincinnata* Mast., a species of economic potential that can be used as edible fruit, ornamental and medicinal plant, grafting stock, and in genetic engineering programs. The present work was carried out at the Department of Botany, Unesp, Botucatu, São Paulo State, Brazil, and its aims were to characterize the germination stages and to study the effects of temperature, light and plant growth regulators as well as the interaction between temperature and plant growth regulators during the germination of *Passiflora cincinnata* Mast. seeds. After experiments, data analysis showed that light had an inhibitory effect on germination; in the characterization of the germination stages, stabilization of imbibition (stage I) occurred between 3 and 4 hours after contact with water had begun, independently of the method used. Transition from stage II to stage III occurred about 120 hours after the process beginning and, without the use of plant growth regulators, the characterization of such stages was not possible. Plant growth regulators GA₄₊₇ + N-(phenylmethyl)-aminopurine increased germination, emergence and development of seedling. The use of GA₄₊₇ + N-(phenylmethyl)-aminopurine also widened the temperature range for germination, and alternated temperature, 20-30°C, was the most suitable for germination of the species studied.

Keywords: Passion fruit, Propagation, Gibberellin, Cytokinin, Passifloraceae.

ZUCARELI, V. **GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Passiflora cincinnata* Mast.: FASES, LUZ, TEMPERATURA E REGULADORES VEGETAIS.** 2007. 103p. DISSERTAÇÃO (MESTRADO) – INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, Unesp – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, BOTUCATU.

Resumo: A produção de mudas de maracujazeiro é convencionalmente realizada por meio de sementes e, embora diversos estudos tenham sido desenvolvidos na tentativa de aumentar a germinação de sementes de passifloráceas, a maioria deles está voltada para espécies cultivadas comercialmente e, muitas espécies silvestres têm sua fisiologia pouco conhecida. Dentre estas encontra-se a *Passiflora cincinnata* Mast., espécie silvestre de potencial econômico que pode ser utilizada como fruto comestível, planta ornamental, medicinal, em programas de melhoramento genético e que apresenta potencial como porta-enxerto. O presente trabalho foi realizado no Departamento de Botânica, do Instituto de Biociências da Unesp, *Campus* de Botucatu-SP e teve como objetivos caracterizar as fases da germinação, estudar o efeito da temperatura, da luz, dos reguladores vegetais e a interação entre temperatura e reguladores vegetais na germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast.. Após a realização dos experimentos e análise dos dados foi possível concluir que a luz exerceu efeito inibitório sobre a germinação e que na caracterização das fases da germinação, a estabilização da embebição (fase I) ocorreu entre 3 e 4 horas após o início do contato com a água, independentemente do método utilizado. A passagem da fase II para a fase III ocorreu aproximadamente, 120 horas após o início do processo, não sendo possível a caracterização das fases sem o uso de reguladores vegetais. Também se constatou que os reguladores vegetais GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina promoveram aumento da germinação, emergência e desenvolvimento de plântulas. Observou-se também, que o uso de GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina ampliou os limites de temperatura para a germinação; sendo a temperatura alternada 20-30°C a mais adequada para a germinação desta espécie.

Palavras-chave: Maracujá, Propagação, Giberelina, Citocinina, Passifloráceas.

Sumário

Resumo.....	1
Abstract	2
1 - Introdução	3
2 - Revisão de Literatura	5
2.1 - Caracterização da Espécie <i>Passiflora cincinnata</i> Mast.	5
2.2 – Processo Germinativo	7
2.2.1 - Fases da Germinação	8
2.2.2 - Temperatura na Germinação de Sementes	10
2.2.3 - Luz na Germinação de Sementes.....	13
2.2.4 - Reguladores Vegetais na Germinação de Sementes	15
3 – CAPÍTULO I - Caracterização das fases da germinação e efeito de reguladores vegetais em sementes de <i>Passiflora cincinnata</i> Mast.	20
4 – CAPÍTULO II - Fotoperíodo, Temperatura e Reguladores Vegetais na Germinação de Sementes de <i>Passiflora cincinnata</i> Mast.....	50
5 – CAPÍTULO III - GA ₄₊₇ + N-(Fenilmetil)-Aminopurina na Germinação de Sementes e Emergência de Plântulas de <i>Passiflora cincinnata</i> Mast.	76
6 - Considerações Finais	95
7 - Conclusões	96
8 - Referências Bibliográficas.....	97

A Irandi Fernando Daroz e família, pelo apoio desde o dia que cheguei à cidade.

À Glória, pelo apoio e carinho, a você meu sincero respeito e agradecimento.

Ao Sr. Dideir, pelo carinho e cuidado de pai.

A todos que de alguma forma me ajudaram durante este período, o meu **MUITO OBRIGADO**.

Agradeço:

A Deus, por estar sempre vigilante, abençoando e guiando meus passos;

Aos meus pais, Cláudio e Ivone; pela dedicação e amor incondicional.

Aos meus irmãos Claudemir e Cristiane, pelo apoio, amizade e carinho, em vocês eu encontro inspiração e a força para persistir.

A minha avó e madrinha Ilma D. Savani, pelo exemplo de amor e dignidade que tem nos dado durante todos estes anos de convivência.

Aos meus padrinhos Gilberto e Vilma, pelo carinho, amizade e orações.

A Professora Dr^a Gisela Ferreira, pela orientação excepcional.

A Universidade Estadual Paulista - Unesp, pela possibilidade de concluir mais esta etapa profissional.

À Coordenadoria de Apoio e Pesquisa ao Ensino Superior (CAPES), pelo apoio financeiro e incentivo à pesquisa.

À Embrapa – Semi-Árido, em especial a Francisco Pinheiro de Araújo.

Aos professores do Departamento de Botânica, IB, Unesp – Botucatu.

Ao Departamento de Produção Vegetal – Agricultura, principalmente nas pessoas dos Professores João Nakagawa e Cláudio Cavariani, pelo apoio, colaboração e amizade.

Aos funcionários da Unesp, em especial a Adriana, Kleber, José Eduardo e Valéria.

A Professora Dr^a Andréa M. T. Fortes, que iniciou comigo esta jornada.

Aos professores da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste – pelo aprendizado e incentivo, em especial a professora e amiga Norma C. Bueno.

As professoras Marta Maria Mischan e Sheila Zambelo de Pinho, pela colaboração na realização deste trabalho.

Aos amigos da graduação, formandos 2004 da Unioeste, Santa Helena - PR.

Aos amigos da cidade de Santa Helena, em especial a família Bueno, aos funcionários da Unioeste, Claudia, Iara e Alex.

Aos amigos de Botucatu, pela recepção, apoio e amizade.

Ao casal Dani & Nando, pelo carinho e por mostrar que a amizade é maior que a distância.

A Amanda, Leandro, Lina e Flavia, pela amizade sincera e pelos momentos de alegria e descontração.

Aos Amigos da Pós-graduação Adriana, Carlos, Daniela, Débora, Gabriela, Yara, Inara, Jéferson, Juliana F., Juliana M., Leonardo, Letícia, Mônica, Orlando, Ricardo.

Ao amigo Marcio Roberto Bonjovani, pela amizade e colaboração.

Às amigas Daniela, Juliana e Maria Olívia, pela amizade, apoio e pelas horas de descontração.

Dedico:

Aos meus Pais, Cláudio Zucareli e Ivone A. Savani Zucareli, que lançaram sementes de sonhos e esperança na vida de seus filhos, e não mediram esforços para possibilitar que todas germinassem;

Aos meus Irmãos Claudemir Zucareli e Cristiane A. Zucareli, pelo carinho, amizade e apoio incondicional;

Pelos exemplos de vida, modelos de dignidade e força durante todos esses anos, a vocês a minha sincera admiração, respeito e eterna gratidão. **AMO vocês.**

“Aceita nossos louvores, ó Senhor de todos os quadrantes, infinito em poder e incomparável em Tua glória, Tu és o que é, porque em tudo te encontramos”.

“Bhagavad Gita. A canção do senhor”.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: Selma Maria de Jesus

Zucareli, Valdir.

Germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast.: Fases, luz, temperatura e reguladores vegetais / Valdir Zucareli. – Botucatu : [s.n.], 2007.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2007.

Orientadora: Gisela Ferreira

Assunto CAPES: 20303009

1. Fisiologia vegetal 2. Sementes 3. Maracujá

CDD 581.1

Palavras-chave: Citocinina; Giberelina; Maracujá; Passifloráceas; Propagação

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CÂMPUS DE BOTUCATU

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Passiflora cincinnata* Mast. : Fases, Luz, Temperatura e Reguladores Vegetais

VALDIR ZUCARELI

PROF^a DR^a GISELA FERREIRA

ORIENTADORA

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências, Câmpus de Botucatu, UNESP, para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Botânica), AC: Fisiologia Vegetal

Botucatu – SP

2007

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CÂMPUS DE BOTUCATU

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Passiflora cincinnata* Mast. : Fases, Luz,
Temperatura e Reguladores Vegetais**

VALDIR ZUCARELI

**Dissertação apresentada ao Instituto de
Biociências, Câmpus de Botucatu,
UNESP, para obtenção do título de
Mestre em Ciências Biológicas
(Botânica), AC: Fisiologia Vegetal**

Botucatu – SP

2007

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)