

Gibberellin and cytokinin in the emergence and growth of papaya seedlings cv. Tainung with seeds from one year of storage

Giberelina e citocinina na emergência e crescimento de plântulas de mamoeiro cv. Tainung com sementes armazenadas por um ano

Marcus Vinicius Sandoval Paixão¹, Diego Ismael Rocha², Izally Bastos Grippa³, João Victor Baptista Silveira⁴, Frederico Cesar Ribeiro Marques⁵

¹Doutor em Produção Vegetal - IFES Campus Santa Teresa, Santa Teresa-ES, Brasil

²Doutor em Biologia Vegetal – Universidade Federal de Viçosa – Viçosa-MG - Brasil

³Graduanda em Agronomia - IFES Campus Santa Teresa-ES, Santa Teresa-ES, Brasil

⁴Mestrte em Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil

⁵Doutor em Produção Vegetal, Instituto Federal do Espírito Santo, Santa Teresa, ES. Brasil

Abstract

During seedling production, hormones act as promoters or inhibitors of germination. Gibberellins are hormones that promote germination by stimulating vegetative growth of the embryo and mobilizing reserves to aid seed germination. Cytokinin influences germination and initial plant development by promoting cell division and tissue differentiation. The research was carried out at IFES campus Santa Teresa, ES, Brazil, with the objective of evaluating the effect of gibberellin and cytokinin on the emergence and initial growth of papaya seedlings cv. Golden, with seeds stored at 10°C for one year, immersed for one hour in solutions of GA₃ 1,000 mg.L⁻¹, 2,000 mg.L⁻¹, 3,000 mg.L⁻¹, 4,000 mg.L⁻¹, and cytokinin solution at a concentration of 200 mg.L⁻¹, and a control without hormone, sown in tubes with a capacity of 150 mL. After the emergence of the first seedling, the percentage of emergence, emergence speed index, and mean emergence time were evaluated for thirty days. Sixty days after the start of emergence, the number of leaves, root length, seedling height, stem diameter, and fresh and dry mass of leaves, roots, and stem were evaluated. Gibberellic acid demonstrated a positive effect on the emergence of papaya seedlings CV. Tainung, with a GA₃ dosage of 1250 mg.L⁻¹ being the ideal dosage for emergence. For seedling development, cytokinin at a dosage of 200 mg.L⁻¹ showed the best results for growth and production of green and dry mass in papaya seedlings.

Key words: Seedlings. Papaya. Hormone.

RESUMO

Durante a produção de mudas, os hormônios são promotores ou inibidores da germinação. As giberelinas, são hormônios que atuam na promoção da germinação, promovendo o crescimento vegetativo do embrião, com mobilização de reservas auxiliando na germinação das sementes. A citocinina influencia a germinação e o desenvolvimento inicial das plantas, promovendo a divisão celular e a diferenciação dos tecidos. A pesquisa foi realizada no IFES campus Santa Teresa, ES, Brasil, com o objetivo de avaliar o efeito da giberelina e da citocinina na emergência e crescimento inicial de plântulas de mamoeiro cv. Tainung, com sementes armazenadas à temperatura 10°C durante um ano, imersas durante uma hora nas soluções de GA₃ 1.000 mg.L⁻¹, 2.000 mg.L⁻¹, 3.000 mg.L⁻¹, 4.000 mg.L⁻¹, e solução de citocinina na concentração de 200 mg.L⁻¹, e testemunha sem hormônio, semeadas em tubetes com capacidade de 150 mL. Após a emergência da primeira plântula e durante trinta dias foi avaliado a porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência e tempo médio de emergência. Sessenta dias após o início da emergência, foi avaliado o número de folhas, comprimento da raiz, altura da plântula, diâmetro do coleto, massa verde e seca das folhas, raiz e caule. O ácido giberélico demonstrou um efeito positivo na emergência de plântulas de mamoeiro CV. Tainung, sendo a dosagem de GA₃ 1250 mg.L⁻¹ a dosagem ideal para emergência. Para o desenvolvimento de plântulas, a citocinina na dosagem de 200 mg.L⁻¹ apresentou os melhores resultados para crescimento e produção de massa verde e seca em plântulas de mamoeiro.

Palavras-Chave: *Mudas. Mamão. Hormônio.*

Introdução

O mamão (*Carica papaya* L), possui centro de origem o Noroeste da América do Sul, principalmente na parte alta da bacia amazônica, devido há grande diversidade genética nesta região (Martins; Costa, 2003). Adaptando-se às condições climáticas de diversas regiões brasileiras, aparece como destaque na fruticultura brasileira, sendo a produção de mudas processo de suma importância para uma produção saudável (Paixão *et al.*, 2020).

Durante a produção de mudas, os hormônios desempenham papéis cruciais como promotores ou inibidores da germinação (Paixão, 2023). As giberelinas, são hormônios que atuam na promoção da germinação, promovendo o crescimento vegetativo do embrião, com mobilização de reservas auxiliando na germinação das sementes (Taiz *et al.*, 2017). Para a utilização exógena, devemos considerar a concentração, o número de aplicações, a época de aplicação e a espécie ou cultivar em uso (Lavagnini *et al.*, 2014).

O processo de germinação ocorre nas diferentes espécies de forma desigual, sendo que algumas metodologias devem ser utilizadas para se conseguir maior uniformidade e porcentagem de germinação. Principalmente com aplicação de reguladores vegetais (Ferrari *et al.*, 2008).

Paixão (2023) cita ser lenta e desuniforme a germinação da semente do mamão, devido a dormência e a presença de sarcotesta em sua morfologia, com conseqüente produção de mudas desuniformes, e, para evitar este fato, a utilização de fitormônios desempenham um papel na comunicação do eixo embrionário e os tecidos de reserva tornando a germinação mais uniforme.

A giberelina atua na promoção da germinação com quebra da dormência das sementes, estimulando o alongamento celular e fortalecendo a penetração da raiz no solo, importante para o sucesso do cultivo do mamão (Ferreira; Andrade, 2020).

Além da giberelina a Citocinina é um hormônio que pode ser utilizada para quebra de dormência em sementes, atuando na divisão celular e na produção de novos tecidos, atuando com sinergismo junto a giberelina no desenvolvimento da plântula, e a produção de raízes (Crozier *et al.*, 2001; Taiz *et al.*, 2017).

A citocinina, embora menos estudada, também influencia a germinação e o desenvolvimento inicial das plantas, promovendo a divisão celular e a diferenciação dos tecidos, contribuindo para o crescimento das raízes e da parte aérea da plântula (Pereira *et al.*, 2018).

A giberelina atua como promotor da germinação enquanto a citocinina atua bloqueando o efeito de algum inibidor da germinação (Paixão, 2023), promovendo o crescimento, com ação na quebra de dormência e alongamento do caule (Carlini *et al.*, 2025).

Essa pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar o efeito da giberelina e da citocinina na emergência e crescimento inicial de plântulas de mamoeiro CV. Tainung produzidas a partir de sementes com um ano de armazenamento.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas, tela de poliolefina com 50% de sombreamento, altura de 2,3 m, setor de viveiricultura do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Campus Santa Teresa), localizado na meso região Central Espírito-Santense, município de Santa Teresa-ES, distrito de São João de Petrópolis, coordenadas geográficas 19°56'12"S e 40°35'28"W, com altitude de 155 m. O clima da região caracteriza-se como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (Alvares *et al.*, 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual de 19,9 °C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (INCAPER, 2011).

Foram utilizadas sementes de mamoeiro da cultivar Tainung armazenadas por um ano, extraídas de frutos coletados de produtores em Linhares, ES, e armazenadas em temperatura de 10°C.

Após este tempo, as sementes foram imersas durante uma hora nas soluções de GA₃ 1.000 mg.L⁻¹, 2.000 mg.L⁻¹, 3.000 mg.L⁻¹, 4.000 mg.L⁻¹, e em solução de citocinina na concentração de 20 mg.L⁻¹, além de um grupo controle sem aplicação de hormônio, e semeadas em tubetes com capacidade de 150 mL com substrato comercial a base de casca de pinus e vermiculita.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições. Cada repetição consistiu de vinte e cinco sementes, totalizando cem sementes por tratamento e seiscentas sementes no total.

Após a emergência da primeira plântula e durante trinta dias foi avaliado a porcentagem de emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME).

Durante toda a condução do experimento, foi realizada irrigação diária das plântulas e, sessenta dias após a emergência da primeira plântula foi avaliado a altura da plântula (AP)(cm), número de folhas (NF), diâmetro do coleto (DC)(mm), comprimento da raiz (CR)(cm), massa verde das folhas (MVF) (g.pl⁻¹); massa seca das folhas (MSF) (g.pl⁻¹), massa verde da raiz (MVR) (g.pl⁻¹); massa seca da raiz (MSR) (g.pl⁻¹), massa verde do caule (MVC) (g.pl⁻¹) e massa seca do caule (MSC) (g.pl⁻¹), utilizando 5 plântulas para avaliação de cada variável.

As avaliações foram feitas da seguinte forma: altura da planta (AP) medido da base até o ápice da planta com uma trena milimetrada; número de folhas (NF), contado todas as folhas da planta; diâmetro do coleto (DC) medido com um paquímetro na interseção entre a raiz e o caule; comprimento da raiz (CR), determinada a partir do nível do coleto até a extremidade da raiz, com auxílio de uma régua graduada em centímetros, massa verde das folhas (MVF), retirando as folhas do caule e pesadas com o auxílio de uma balança semi-analítica, massa verde radicular (MVR) e massa verde do caule (MVC), separando as raízes e caules e pesadas com o auxílio de uma balança semi-analítica, massa seca das folhas (MSF), retirando as folhas da parte aérea da planta, acondicionadas em sacos de papel e obtido a partir do material seco em estufa com circulação forçada de ar, a 70°C por 72h; massa seca radicular (MSR) e massa seca do caule (MSC), as raízes foram separadas da parte aérea, ambas acondicionadas em sacos de papel separadamente e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, 70°C por 72h.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade e análise de regressão para as variáveis em que a citocinina não teve efeito positivo.

Resultados e Discussão

Observa-se na Tabela 1, que a giberelina na dose de GA₃ 2000 mg.L⁻¹ teve ação positiva para melhorar a emergência de plântulas de mamoeiro CV. Golden, com superioridade estatística para os outros tratamentos. A citocinina obteve emergência superior à testemunha, porém não superou estatisticamente o tratamento com giberelina.

Na avaliação do índice de velocidade de emergência, e do tempo médio de emergência, a citocinina obteve resultados expressivos apresentando o melhor resultado, com diferença estatística superior aos outros tratamentos (Tabela 1).

A Citocinina 20 mg.L⁻¹, para esta cultivar, pode ser considerada para melhorar o tempo de emergência das plântulas (Tabela 1), mostrando que as sementes com um ano podem ter perdido promotores de germinação, assim como pode ter desenvolvido algum inibidor de germinação. O uso da giberelina ajudou na promoção da germinação e a citocinina pode ter bloqueado algum inibidor acelerando a germinação das sementes.

Tabela 1 – Emergência de plântulas de mamão CV. Golden com sementes armazenadas por um ano

Tratamento	E	IVE	TME
Água pura	52 d	4,487 b	3,769 d
GA ₃ 1000 mg.L ⁻¹	67 b	4,431 b	5,932 c
GA ₃ 2000 mg.L ⁻¹	83 a	3,682 c	7,570 a
GA ₃ 3000 mg.L ⁻¹	69 b	3,533 c	5,821 c
GA ₃ 4000 mg.L ⁻¹	67 b	2,730 d	6,968 b
Citocinina 20 mg.L ⁻¹	69 b	5,815 a	3,952 d
CV (%)	15,99	37,13	41,47

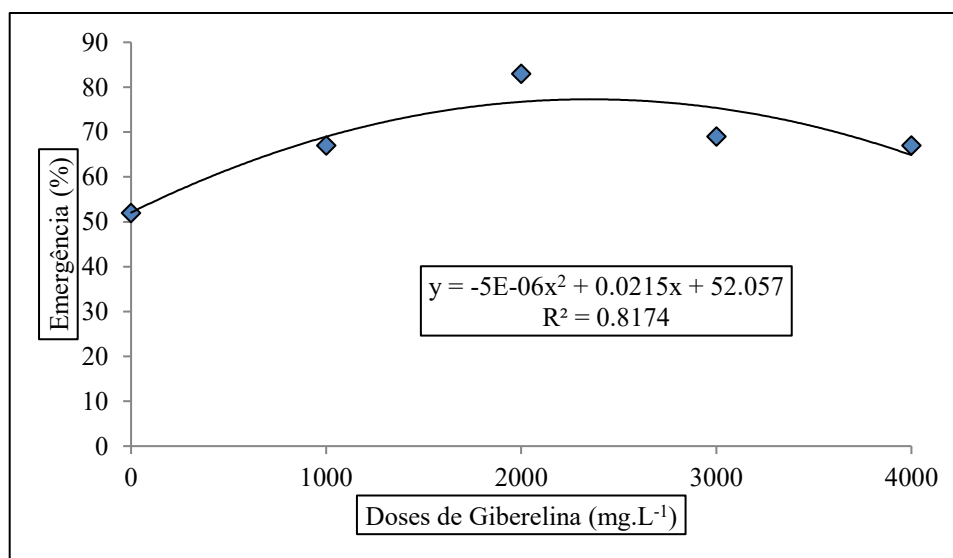
Médias seguidas da mesma letra em cada coluna, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. E= emergência de plântulas (%); IVE= índice de velocidade de emergência; TME= Tempo médio de emergência.

Paixão (2023), cita que, para germinar as sementes precisam de um promotor da germinação, em caso de haver um inibidor, é necessário que este seja bloqueado. A citocinina não atua como promotora da germinação, mas pode atuar bloqueando o inibidor melhorando a germinação das sementes, fato que pode ter acontecido nesta pesquisa, onde a citocinina diminuiu o tempo de germinação e emergência das plântulas.

A citocinina não apresentou resultados superiores às dosagens de giberelina para a emergência de plântulas, considerando este fato, foi realizada a análise de regressão para verificar a melhor dosagem de GA3 a ser utilizada.

A análise de regressão mostra a melhor dosagem a ser utilizada, a dose de GA₃ 2150 mg.L⁻¹ foi indicada como a ideal para melhoria da emergência de plântulas de mamoeiro cv. Tainung, com utilização de sementes armazenadas por um ano (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Regressão para emergência das plântulas de mamoeiro CV. Tainung com sementes armazenadas por um ano



Dose ideal = 2.150 mg.L⁻¹

Lopes et al., (2025), trabalhando com sementes de mamão CV. Aliança armazenadas por dois anos, observaram que as sementes não perdem o seu poder germinativo, apenas perderam o promotor da germinação, e o uso da giberelina na embebição das sementes, atuaram melhorando a germinação e emergência das plântulas.

Na avaliação do número de folhas, não foi observado diferença estatística entre os tratamentos, porém na avaliação da altura das plântulas e no comprimento da raiz, o tratamento com citocinina 20 mg.L⁻¹ e o tratamento com GA3 4000 mg.L⁻¹ apresentaram superioridade estatística aos demais tratamentos, sem diferença estatística entre si (Tabela 2).

Na avaliação do diâmetro do coleto, observa-se que o tratamento com citocinina 20 mg.L⁻¹ foi superior estatisticamente aos outros tratamentos, mostrando que as sementes com um ano podem ter perdido promotores de crescimento assim como podem ter desenvolvido algum inibidor (Tabela 2).

Tabela 2 – Desenvolvimento de plântulas de mamão CV. Golden com sementes armazenadas por um ano

Tratamento	NF	AP	DC	CR
Água pura	6,55 a	6,35 b	1,98 b	16,66 b
GA ₃ 1000 mg.L ⁻¹	6,78 a	6,34 b	1,43 c	16,73 b
GA ₃ 2000 mg.L ⁻¹	6,75 a	5,85 c	1,44 c	16,90 b
GA ₃ 3000 mg.L ⁻¹	7,00 a	6,62 b	1,86 b	15,56 c
GA ₃ 4000 mg.L ⁻¹	7,02 a	7,37 a	1,88 b	17,68 a
Citocinina 20 mg.L ⁻¹	6,43 a	7,53 a	2,41 a	17,73 a
CV (%)	19,91	15,48	29,97	29,14

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

NF= número de folhas; AP = altura da plântula (cm); DC = diâmetro do coleto (mm); CR = comprimento de raiz (cm).

De acordo com a Tabela 3, podemos observar que para produção de massa verde das folhas, caule e raiz, a citocinina 20 mg.L⁻¹ apresentou o melhor resultado, estatisticamente superior aos outros tratamentos.

Para massa seca das folhas e do caule, a dosagens de citocinina 20 mg.L⁻¹ e GA3 4000 mg.L⁻¹ apresentaram resultados superiores estatisticamente aos outros tratamentos, e sem diferença estatística entre si (Tabela 3).

Na avaliação da massa seca das raízes, o tratamento com citocinina 20 mg.L⁻¹ apresentou resultados estatisticamente superiores aos outros tratamentos (Tabela 3).

Segundo Metivier (1986), as giberelinas e as citocininas atuam na quebra da dormência de sementes de diferentes espécies, provocando com isso, um aumento na velocidade média de germinação e diminuição do tempo médio de germinação o que é considerado como primordial para a provável diminuição no tempo de formação da muda e maior produção de massa verde e seca.

A citocinina se apresentou superior aos tratamentos com giberelina para velocidade e tempo de emergência, assim como em todas as variáveis avaliadas para crescimento de plântulas, sugerindo que sementes armazenadas apresentaram algum bloqueador de germinação e possivelmente tiveram a perda do promotor da germinação, mostrando a atuação da citocinina na melhoria do crescimento de plântulas.

Tabela 3 – Produção de massa verde e seca em plântulas de mamão CV. Golden com sementes armazenadas por um ano

Tratamento	MVF	MSF	MVC	MSC	MVR	MSR
Água pura	0,178 b	0,020 b	0,186 b	0,018 b	0,196 b	0,018 b
GA ₃ 1000 mg.L ⁻¹	0,077 d	0,022 b	0,112 c	0,023 a	0,101 d	0,026 a
GA ₃ 2000 mg.L ⁻¹	0,085 d	0,011 c	0,128 c	0,016 b	0,128 c	0,011 c
GA ₃ 3000 mg.L ⁻¹	0,116 c	0,018 b	0,190 b	0,011 c	0,099 d	0,012 c
GA ₃ 4000 mg.L ⁻¹	0,168 b	0,031 a	0,198 b	0,023 a	0,132 c	0,019 b
Citocinina 20 mg.L ⁻¹	0,208 a	0,029 a	0,026 a	0,023 a	0,318 a	0,028 a
CV (%)	48,52	46,49	61,70	62,73	54,54	54,48

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

MVF =massa verde das folhas (g.pl⁻¹); MSF =massa seca das folhas (g.pl⁻¹); MVC =massa verde do caule (g.pl⁻¹); MSC =massa seca do caule (g.pl⁻¹); MVR=massa verde da raiz (g.pl⁻¹); MSR =massa seca da raiz (g.pl⁻¹).

Conclusão

O ácido giberélico demonstrou um efeito positivo na emergência de plântulas de mamoeiro CV. Tainung, sendo a dosagem de GA₃ 1250 mg.L⁻¹ a dosagem ideal para emergência.

Para o desenvolvimento de plântulas, a citocinina na dosagem de 20 mg.L⁻¹ apresentou os melhores resultados para crescimento e produção de massa verde e seca em plântulas de mamoeiro.

Agradecimentos

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais e a Rede Mineira de Biotecnologia em Multiplicação e Clonagem de Plantas.

Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

CARLINI, T. C.; KUHN, A. A. H.; SPINASSÉ, T. G.; PAIXÃO, M. V. S.; FERNANDES, A. R. Giberelina e citocinina na Emergência e desenvolvimento de plântulas de mamoeiro cv. BS 2000 com sementes de um ano de armazenamento. **Revista DELOS**, v.18, n.65, p. 4315-4328, 2025.

CROZIER, A.; KAMIYA, K.; BISHOP, G. E; YOKOTA, T. **Biosynthesis of hormones and elicitor molecules.** In: Buchanan, B.B.; Grissem, W. e Russel, L.J. (eds). *Biochemistry & molecular bio-logy of plants.* Courier Companies Inc., New York, USA, p.850-929, 2001.

ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. An intermediate category of seed storage behaviour. I. Coffee. **Journal Experimental Botany.** v.41, n.230, p.1167-1174,1990.

FERRARI, T. B.; FERREIRA, G.; MISCHAN, M. M.; PINHO, S. Z. Germinação de sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis): Fases e efeito de reguladores vegetais. **Revista Biotemas,** v.21, n.3, p.65-74. 2008.

FERREIRA, C.; ANDRADE, T. Efeitos da Giberelina na Germinação de Sementes de Mamão. **Journal of Plant Growth Regulation,** v.35, n.3, p.213-220. 2020.

INCAPER. **Planejamento e programação de ações para Santa Teresa.** Programa de assistência técnica e extensão rural PROATER, Secretaria de Agricultura, 2011. 62p.

LAVAGNINI, C. G.; DI CARNE, C. A. V.; CORREA, F.; HENRIQUE, F.; TOKUMO, L. E.; SILVA, M. H.; SANTOS, P. C. S. Fisiologia Vegetal – Hormônio Giberelina. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia (FAEF),** v.25, n.1, p.48-52, 2014.

LOPES, A. S.; DEORCE, G. G. O.; CORREIA, P. H.; GRIPPA, I.; PAIXÃO, M. V. S. Giberelina e citocinina na Emergência de plântulas de mamoeiro cv. Aliança, Formosa e Taiwan com sementes armazenadas por dois anos. **Revista DELOS,** v.18, n.65, p. 4298-4328, 2025.

MARTINS, D. dos S.; COSTA, A. de F. S. da. (Ed.). **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção.** Vitória, ES: Incaper, 2003.

METIVIER, J. R. Citocininas e giberelinas. In: FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal.** 2.ed. São Paulo: EDUSP, v.2, cap. 4-5, p.93-162. 1986.

PAIXÃO, M. V. S. **Propagação de Plantas.** 3ª ed. Santa Teresa: IFES, 2023. 230p.

PAIXÃO, M. V. S.; GROBÉRIO, R.B.C.; FERNANDES, A.R.; JUNIOR, H.P.F; MEIRELES, R.C.; SOUSA, G.B. Esterco bovino e fertilizante na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de mamoeiro. **Brazilian Journal of Develop.,** v.6, n.8, p. 59048-59057, 2020.

PEREIRA, L.; MONTEIRO, D.; NUNES, R. Ação das Citocininas na Germinação e Crescimento de Plântulas. **Plant Cell Reports,** v.37, n.7, p.1025-1035. 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHU, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6.ed, Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.