



ARTIGO ORIGINAL

Amanda Silva Batista^{1*}
Sidney Alberto do N. Ferreira¹
Layanne Muniz Sprey¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA),
Avenida André Araújo, nº 2936, 69. 067-375, Manaus,
Amazonas, Brasil.

* Autora correspondente:
E-mail: amandasbtt@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE

Solanaceae
Biometria de frutos
Tratamento pré-germinativo
Nitrato de potássio

KEYWORDS

Solanaceae
Fruit biometry
Pre-germination treatment
Potassium nitrate

Características dos frutos e sementes e potencial germinativo de genótipos de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal)

*Fruits and seeds characteristics and germinative potential of cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) genotypes*

RESUMO: O cubiu é uma espécie que desperta interesses por suas características, como rusticidade, produtividade, diversidade de uso e propriedades nutricionais. O conhecimento sobre as variações fenotípicas dessa espécie, bem como sobre a germinação de suas sementes, contribuirá para realização de todo o seu potencial. O objetivo deste trabalho foi avaliar características de frutos e sementes, e os efeitos do pré-tratamento com nitrato de potássio (KNO_3) sobre a germinação e vigor das sementes de nove genótipos de cubiu. Nos experimentos, foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, sendo: para características dos frutos e sementes, com nove tratamentos (genótipos) e dez repetições; germinação, em esquema fatorial de 9 (genótipos) x 2 (pré-tratamentos - com e sem KNO_3), com quatro repetições; e emergência, nove tratamentos (genótipos) e quatro repetições. Relacionados às características dos frutos e sementes, foram aferidos: comprimento, diâmetro, massa, volume, densidade, número de lóculos, espessura da polpa, sólidos solúveis totais, massa das sementes e número de sementes por fruto. Nos testes de germinação e emergência, avaliou-se: emissão radicular, plântula normal, emergência, índice de velocidade de emissão radicular/plântula/emergência, e tempo médio de emissão radicular/plântula/emergência. Os genótipos de cubiu apresentaram comportamentos distintos quanto as características dos frutos e sementes, sendo mais expressivos os relacionados com as dimensões, massa e volume do fruto, e o peso de mil sementes. Os genótipos tiveram pouca variação em relação a germinação e vigor das sementes, e a utilização do KNO_3 (0,2%), no umedecimento inicial do substrato, favoreceu a maior expressão do potencial germinativo (91-100%) e vigor das sementes, em condições de laboratório.

ABSTRACT: *Cubiu is a species that arouses great interest due to its characteristics, such as rusticity, productivity, use diversity and nutritional properties. Knowledge pertaining to this species' phenotypic variations, as well as seed germination, will contribute to accomplish its full potential. This work aimed to assess fruits and seeds characteristics, and potassium nitrate (KNO_3) pretreatment effects on seeds' germination and vigor of nine genotypes cubiu. In the experiments, completely randomized design was adopted, being: for characteristics of fruits and seeds, with nine treatments (genotypes) and ten repetitions; germination, in factorial scheme 9 (genotypes) x 2 (pre-treatments - with and without KNO_3), with four replications; and emergency, nine treatments (genotypes) and four repetitions. Related to the characteristics of the fruits and seeds, were measured: length, diameter, mass, volume, density, number of locules, pulp thickness, total soluble solids, seed mass and number of seeds per fruit. In germination and emergence tests, were evaluated: root emission, normal seedling, emergence, root-emission/seedling/emergence speed index, and root-emission/seedling/emergence mean time. The cubiu genotypes showed different behaviors regarding the characteristics of the fruits and seeds, the most significant ones related to the dimensions, mass and volume of the fruit, and the weight of thousand seeds. The genotypes had little variation in relation to the germination and vigor of the seeds, and the use of KNO_3 (0.2%), in the initial moistening of the substrate, favored the greater expression of the germinative potential (91-100%) and vigor of the seeds, under laboratory conditions.*

Recebido em: 15/03/2020
Aceite em: 15/11/2020

1 Introdução

O cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) é uma espécie da família Solanaceae, nativa da Amazônia ocidental, encontrada frequentemente por toda região (Silva Filho et al., 2013). Atualmente, vem sendo cultivada em outras áreas, como nas regiões sudeste (Pires et al., 2006) e sul (Serenio et al., 2017) do país. Essa se destaca pela rusticidade, capacidade produtiva, diversidade de utilização e propriedades nutricionais, o que a torna atrativa e com boas perspectivas para cultivo (Silva Filho et al., 2013).

Os frutos de cubiu podem ser consumidos *in natura*, ou na forma de geleias, doces, sucos, compotas, como acompanhamento ou tempero para carnes e peixe (Silva Filho et al., 2013). Esses, são uma boa fonte de nutrientes (Andrade Junior et al., 2017) e compostos bioativos, como clorofilas, flavonoides e carotenoides (Andrade Junior et al., 2016). O teor de carboidrato, fibra dietética, minerais e outros constituintes, evidenciam o potencial agroindustrial dos frutos, visto que esses podem ser usados para desenvolver alimentos funcionais, aditivos para alimentos, preparações para dietas funcionais e suplementos dietéticos (Serna-Cock et al., 2015). Alguns agricultores tem cultivado essa espécie visando a exportação de frutos para extração de pectina (Colodel et al., 2017).

Face a versatilidade de uso, o conhecimento acerca do desempenho de diferentes genótipos, bem como das condições de cultivo, pode elevar o potencial comercial do cubiu (Castro et al., 2015). A partir de pesquisas sobre a variabilidade é possível aprofundar o conhecimento a respeito da espécie, inclusive em outras regiões, tendo em vista que podem ocorrer diversas influências do meio onde é cultivada (Serenio et al., 2017).

O cubiu é de propagação sexuada, logo, é importante o conhecimento sobre suas sementes, envolvendo aspectos da qualidade fisiológica e de condições adequadas para a germinação (Pereira et al., 2011). Para que ocorra a germinação, a semente precisa, além de ser viável, de condições ambientais favoráveis, relacionadas com a umidade, temperatura, oxigênio e, em alguns casos, luminosidade (Bewley et al., 2013). Tem sido constatado que a germinação das sementes do cubiu é variável, dependendo do substrato e temperatura (Lopes & Pereira, 2005), da qualidade do lote (Pereira & Martins Filho, 2010) e da disponibilidade de água (Pereira et al., 2011). Quando provenientes de frutos recém colhidos, essas apresentam baixa germinação, a qual pode ser acelerada e elevada com o pré-condicionamento em ácido giberélico (2%), por 24 h (Salick, 1992).

Além da utilização do ácido giberélico, nas Regras para Análise de Sementes há vários outros procedimentos recomendados para a superação da dormência fisiológica em sementes de várias espécies (Brasil, 2009). Dentre estes, a utilização do nitrato de potássio (KNO_3) é uma alternativa de tratamento pré-germinativo que pode estimular e otimizar a germinação. Esse composto tem sido empregado para reduzir o período germinativo e elevar o valor da germinação de

diversas espécies da família Solanaceae, como *Acnistus arborensces* (Brito et al., 2016), *Physalis angulata* (Santiago et al., 2019) e várias outras do gênero *Solanum* (Brasil, 2009). Seu mecanismo de ação opera na recepção de elétrons, restringindo a forma de nitrito no interior das sementes, reoxidando o NADPH e elevando a disponibilidade de NADP para a redução das desidrogenases do ciclo das pentoses fosfato, estimulando a germinação (Bewley et al., 2013). Assim, aumentar as opções de estímulo e elevação da germinação de sementes de cubiu, por meio de tratamento pré-germinativo, é importante pois pode permitir identificar melhor o potencial germinativo de cada material, variedade e/ou procedência.

Deste modo, o objetivo deste estudo foi avaliar características de frutos e sementes, e os efeitos do pré-tratamento com nitrato de potássio (KNO_3) sobre a germinação e vigor das sementes de genótipos de cubiu.

2 Material e Métodos

Foram coletados frutos maduros, mudando da cor amarela para avermelhada (Figura 1), quando estão adequados para o consumo *in natura* e/ou industrialização, e suas sementes fisiologicamente maduras (Silva Filho et al., 2005). Estes pertenciam a nove genótipos da Coleção de Germoplasma de Cubiu, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). As plantas referentes a estes frutos, vinte por genótipo, foram cultivadas em área de várzea (Gleissolo), na margem esquerda do rio Solimões ($3^{\circ}15'16.68''S$; $60^{\circ}14'50.70''O$), município de Iranduba, Amazonas. O clima da região é do tipo Af, com temperatura média anual de $26,7^{\circ}C$ e precipitação pluvial média anual de 2.420 mm (Alvares et al., 2013). Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Sementes e Viveiro de Germinação da Coordenação de Biodiversidade (COBIO) do INPA,

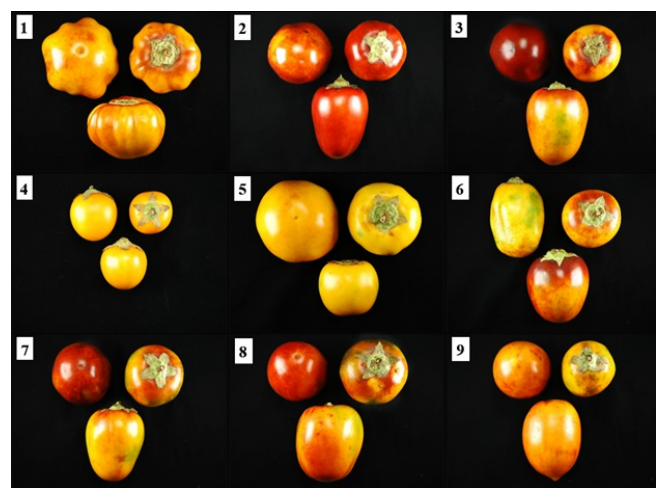


Figura 1. Frutos maduros de cubiu dos nove genótipos utilizados, pertencentes a Coleção de Germoplasma do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Fotos: SANFerreira; Editor das fotos: Gabriel Borino).

Figure 1. Ripe cubiu fruits from the nine genotypes evaluated, all of them belonging to the Germoplasm Collection of the National Institute of Amazon Researches (Photos: SANFerreira; Photo editor: Gabriel Borino).

localizados no Campus III, na cidade de Manaus, Amazonas.

No estudo das características dos frutos e sementes foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com nove tratamentos (genótipos) e 10 repetições (frutos). De cada um dos nove genótipos, foram coletados ao acaso dez frutos e, destes, obtidos os seguintes atributos: comprimento (mm); diâmetro (mm); massa (g); volume (cm^3), observado a partir do registro da força exercida sobre balança para submersão do fruto em água, com conversão de gramas (g) para centímetro cúbico (cm^3); densidade (g cm^{-3}), razão entre massa e volume; número de lóculos por fruto; espessura da polpa (mm); teor de sólidos solúveis totais, obtido com refratômetro digital em °Brix; massa das sementes úmidas por fruto (g); massa das sementes secas por fruto (g), obtida após a secagem das sementes úmidas em estufa, com circulação forçada de ar, a 30 °C, por 48 h; peso de mil sementes, obtida por estimativa, conforme Brasil (2009); número de sementes por fruto, obtido por estimativa a partir da razão entre a massa das sementes secas por fruto e a massa de mil sementes, multiplicada por mil. As dimensões dos frutos e espessura da polpa foram obtidas com um paquímetro digital, enquanto os valores de massa dos frutos e sementes foram aferidos em balança de precisão.

As sementes dos diferentes genótipos foram beneficiadas manualmente. Após a extração, essas foram lavadas sobre peneira, com água corrente. A seguir, foram tratadas com hipoclorito de sódio (0,2%), durante 15 min em agitação. Em seguida, foram enxaguadas novamente em água corrente, com o objetivo de retirar o excesso de hipoclorito de sódio. Então, foram secas em estufa, com circulação forçada de ar, a 30 °C, durante 48 h. Depois, com grau de umidade aproximado de 12%, foram acondicionadas em sacos de plástico e armazenadas em câmara, com temperatura de 20 ± 1 °C e umidade relativa de $68 \pm 6\%$, onde permaneceram por três meses, quando então foram realizados os testes de germinação e de emergência.

No teste de germinação, foi adotado delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 9 (genótipos) x 2 [tratamentos pré-germinativos, sem (H_2O) e com KNO_3], com quatro repetições de 50 sementes. Sementes dos nove genótipos foram semeadas em caixas do tipo gerbox, contendo papel mata borrão, previamente esterilizado, umedecido inicialmente com água destilada ou solução aquosa de KNO_3 (0,2%), o equivalente em água/solução a três vezes a massa do papel seco. As caixas foram envolvidas individualmente com sacos de plástico e mantidas em câmara de germinação, com temperatura alternada de 20/30 °C (16/8 h) e fotoperíodo de oito h, seguindo recomendações de Lopes & Pereira (2005). Após a semeadura, diariamente, durante 40 dias, foi avaliada a emissão da raiz primária e a formação de plântula normal (plântula com raiz primária desenvolvida e folhas cotiledonares expandidas). A partir destes dados, foram calculados o índice de velocidade de emissão radicular/formação de plântula e tempo médio de emissão radicular/formação

de plântula, segundo Ranal & Santana (2006).

No teste de emergência, utilizou-se o delineamento inteiramente ao acaso, com nove tratamentos (genótipos) e quatro repetições de 50 sementes. Sementes dos nove genótipos foram semeadas em bandejas de plástico (26 x 17 x 6 cm), contendo substrato comercial, e mantidas em casa de vegetação, com temperatura média mínima de 26 °C e máxima de 36 °C. Diariamente, durante 50 dias, foi avaliada a emergência de plântulas, considerando emergida a plântula que apresentou as folhas cotiledonares acima da superfície do substrato. O índice de velocidade de emergência e tempo médio de emergência foram calculados conforme Ranal & Santana (2006).

Antecedendo as análises de variância, os dados em porcentagem foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x}/100$ e os demais em \sqrt{x} , quando houve a necessidade de normalizá-los. Após análise de variância, às médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Realizou-se também análise de correlação simples entre as variáveis dos frutos e sementes. A apresentação e discussão dos resultados foram feitas com as médias dos dados originais, sem transformação. Para todas as análises utilizou-se o programa Assistat versão 7.7 (Silva & Azevedo, 2016).

3 Resultados e Discussão

As variáveis relacionadas às características dos frutos apresentaram diferenças significativas entre os genótipos de cubiu avaliados (Tabela 1). Com relação ao diâmetro dos frutos, foi observada uma variação de 36,7 a 84,6 mm, que correspondem aos genótipos 4 e 1, respectivamente. Em estudo com 28 genótipos de cubiu, Silva Filho et al. (2005) observaram variação no diâmetro dos frutos de 33 a 87 mm.

Tabela 1. Diâmetro (D), comprimento (C), espessura da polpa (EP), número de lóculos (NL), massa (M), volume (V), densidade (DE) e teor de sólidos solúveis totais (SST), referentes a frutos de nove genótipos de cubiu.

Table 1. Diameter (D), length (C), pulp thickness (EP), loculi number (NL), mass (M), volume (V), density (DE) and total soluble solids content (SST), referring to fruits of nine cubiu genotypes.

Genótipo	D (----- mm -----)	C (----- mm -----)	EP (mm)	NL (un fr. ⁻¹)	M (g)	V (cm^3)	DE (g cm^{-3})	SST (°Brix)
1	84,6 a	63,2 c	10,6 c	6,0 a	220,2 b	241,6 b	0,91 b	5,18 b
2	73,6 b	93,3 a	12,3 b	6,0 a	262,9 a	302,9 a	0,87 b	4,94 b
3	68,1 c	80,0 b	11,3 c	6,0 a	191,9 b	211,5 b	0,91 b	5,16 b
4	36,7 e	35,4 d	2,2 e	4,0 c	26,1 c	26,7 c	0,98 a	6,04 a
5	75,7 b	65,2 c	11,3 c	6,0 a	202,6 b	217,3 b	0,93 b	5,20 b
6	76,3 b	84,0 b	14,7 a	5,0 b	266,2 a	277,5 a	0,97 a	5,06 b
7	69,1 c	84,4 b	11,4 c	5,0 b	211,9 b	233,1 b	0,91 b	5,58 a
8	75,9 b	88,8 a	12,5 b	6,0 a	253,2 a	276,8 a	0,92 b	5,18 b
9	59,8 d	90,6 a	9,4 d	4,0 c	171,1 b	191,4 b	0,89 b	5,80 a
Teste F	61,6 **	83,9 **	80,7 **	7,3 **	56,0 **	58,8 **	3,1 **	3,6 **
CV (%)	4,48	4,71	7,46	9,33	10,54	10,47	3,34	5,61

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$); ** significativo pelo teste F, $p < 0,01$; un fr.⁻¹ – unidades por fruto.

Para o comprimento do fruto, as maiores diferenças foram observadas entre os genótipos 4 (35,4 mm) e 2 (93,3 mm). Castro et al. (2015) observaram que o comprimento dos frutos de cubiu pode variar tanto em função do genótipo quando da densidade de plantio. O número de lóculos por fruto variou de 4 (genótipo 4) a 6 (genótipo 8). De acordo com Silva Filho et al. (2013), os frutos de cubiu podem apresentar quatro a oito lóculos.

Quanto à espessura da polpa, os genótipos apresentaram diferenças significativas, variando de 2,2 a 14,7 mm, o que corrobora com informações de Silva Filho et al. (2005), que também constataram variação na espessura da polpa de acordo com a etnovariabilidade. Essa característica, mais o comprimento e o diâmetro do fruto, é importante por apresentar estabilidade fenotípica e contribuir na seleção de material, tendo em vista a facilidade de ser aferida (Silva Filho et al., 2005).

A massa do fruto variou de 26,1 (genótipo 4) a 266,2 g (genótipo 6), ou seja, os frutos do genótipo de maior massa foram, em média, dez vezes superiores aos do genótipo de menor massa. O volume dos frutos apresentou comportamento semelhante a massa e, a partir destas duas últimas variáveis, foi possível dividir os frutos em três grupos: maiores (genótipos 2, 6 e 8); médios (genótipos 1, 3, 5, 7 e 9); e menores (genótipo 4) (Tabela 1). Em geral, as populações tradicionais da Amazônia utilizam os frutos menores e médios para fazer suco ou como substituto do limão no preparo de alimentos (Silva Filho et al., 2005). Os frutos maiores são preferidos para a obtenção de polpa (Salick, 1992), que pode ser empregada na confecção de doce e compota, e, também, é adequada para industrialização, com a finalidade de produção de alimento, remédio e cosmético (Silva Filho et al., 2013).

Para a característica densidade foi observada uma amplitude de 0,11 g cm⁻³ entre os genótipos de menor (2 = 0,87 g cm⁻³) e maior valor (4 = 0,98 g cm⁻³). No teor de sólidos solúveis totais houve uma variação de 4,94 (genótipo 2) à 6,04 °Brix (genótipo 4). Pires et al. (2006) e Silva et al. (2011), avaliando materiais cultivados na Zona da Mata mineira, obtiveram teores de sólidos solúveis totais de 6,2 e 4,05 °Brix, respectivamente, o que equivale a uma amplitude um pouco maior (2,15 °Brix) que a encontrada no presente trabalho (1,1 °Brix).

Todas as características das sementes também apresentaram diferenças significativas entre os genótipos (Tabela 2). Para massa de sementes úmidas foi observada variação de 2,45 a 5,40 g entre os genótipos. Enquanto para a massa de sementes secas foi de 1,09 a 2,10 g.

Em relação ao número de sementes por fruto, a variação foi de 1.040 a 1.947 sementes, referentes ao genótipo 6 e 8, respectivamente. Quanto ao peso de mil sementes, esse variou de 0,94 (genótipo 1) a 1,33 g (genótipo 5), e a média entre os genótipos foi de 1,07 g, o que é semelhante ao do genótipo utilizado por Sprey et al. (2019), cultivado na mesma região.

No estudo de correlação entre as características do fruto e semente (Tabela 3), observou-se que o diâmetro do fruto apresentou correlação forte e positiva com o número de lóculo, espessura da polpa, massa e volume do

Tabela 2. Massa de sementes úmidas (MSU), massa de sementes secas (MSS), peso de mil sementes (PMS) e número de sementes por fruto (NSF), referentes a frutos de nove genótipos de cubiu.

Table 2. Wet seeds mass (MSU), dry seeds mass (MSS), thousand seeds-mass (PMS) and seed number per fruit (NSF), referring to fruits of nine cubiu genotypes.

Genótipo	MSU (-----g-----)	MSS (-----g-----)	PMS	NSF (un fr. ⁻¹)
1	5,19 a	1,74 a	0,94 c	1,853 a
2	4,75 a	1,99 a	1,09 b	1,844 a
3	5,40 a	1,89 a	1,10 b	1,934 a
4	2,45 b	1,09 b	0,96 c	1,152 b
5	4,39 a	1,56 a	1,33 a	1,196 b
6	3,58 b	1,17 b	1,12 b	1,040 b
7	5,25 a	2,10 a	1,14 b	1,839 a
8	4,37 a	1,92 a	0,98 c	1,947 a
9	2,86 b	1,09 b	0,99 c	1,241 b
Teste F	3,8 **	38,3 **	7,5 **	5,5 **
CV (%)	21,97	21,87	13,42	33,48

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$); ** significativo pelo teste F, $p < 0,01$; un fr.⁻¹ - unidades por fruto.

fruto. No caso do comprimento do fruto, verificou-se correlação com a espessura da polpa, massa e volume do fruto. O número de lóculo também apresentou correlação positiva com a massa e volume do fruto, assim como, com a espessura da polpa, a massa e o volume do fruto. Comportamentos semelhantes a estes foram observados por Silva Filho et al. (1999), avaliando a correlação genéticas entre caracteres biométricos de frutos de 24 genótipos de cubiu.

Tabela 3. Coeficiente de correlação entre diâmetro (D), comprimento (C), número de lóculos (NL), espessura da polpa (EP), massa (M), volume (V), densidade (DE), teor de sólidos solúveis totais (SST), massa de sementes úmidas (MSU), massa de sementes secas (MSS), número de sementes por fruto (NSF) e peso de mil sementes (PMS), referentes a frutos de nove genótipos de cubiu.

Table 3. Correlation coefficient between diameter (D), length (C), loculi number (NL), pulp thickness (EP), mass (M), volume (V), density (DE), total soluble solids content (SST), wet seeds mass (MSU), dry seed mass (MSS), seed number per fruit (NSF) and thousand-seeds mass (PMS), referring to fruits of nine cubiu genotypes.

	D	C	NL	EP	M	V	DE	SST	MSU	MSS	NSF
C	0,55 ^{ns}										
NL	0,87**	0,38 ^{ns}									
EP	0,87**	0,80**	0,69*								
M	0,91**	0,80**	0,76*	0,97**							
V	0,90**	0,82**	0,77*	0,95**	1,00**						
DE	-0,41 ^{ns}	-0,66 ^{ns}	-0,42 ^{ns}	-0,37 ^{ns}	-0,47 ^{ns}	-0,54 ^{ns}					
SST	-0,85**	-0,51 ^{ns}	-0,88**	-0,83**	-0,86**	-0,86**	0,32 ^{ns}				
MSU	0,71*	0,36 ^{ns}	0,77*	0,57 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,61 ^{ns}	-0,51 ^{ns}	-0,65 ^{ns}			
MSS	0,53 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,71*	0,44 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,56 ^{ns}	-0,58 ^{ns}	-0,52 ^{ns}	0,90**		
NSF	0,42 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,44 ^{ns}	-0,62 ^{ns}	-0,40 ^{ns}	0,80*	0,90**	
PMS	0,28 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,01 ^{ns}	-0,35 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,17 ^{ns}	-0,23 ^{ns}

** e * Significativos com $p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente; ^{ns} Não significativo $p > 0,05$.

Quanto ao teor de sólidos solúveis totais, este apresentou fortes correlações negativas, indicando serem inversamente proporcionais, com o diâmetro, número de lóculos, espessura da polpa, massa e volume dos frutos. Silva Filho et al. (1999), avaliando correlações fenotípicas, genéticas e ambientais, também observaram correlações negativas, porém médias e/ou fracas, entre sólidos solúveis totais e o comprimento, a largura e a massa dos frutos de cubiu.

As variáveis concernentes às sementes apresentaram um menor número de correlações significativas. A massa de sementes (úmidas e secas) correlacionou-se positivamente com o número de lóculos e o número de sementes por fruto. Além disso, essa e o número de sementes por fruto não apresentaram correlação significativa com a massa do fruto. Por outro lado, Rodrigues et al. (2014) constataram para *Physalis peruviana*, também Solanaceae, que a massa do fruto se correlaciona negativamente com o número de sementes, ou seja, quanto maior a massa do fruto, menor é o número de sementes. Esses autores consideram uma vantagem para os frutos de maior tamanho, uma vez que há uma elevação no rendimento de polpa com a redução do número de sementes. O peso de mil sementes não se correlacionou com nenhuma outra característica.

No teste de germinação, constatou-se que as variáveis emissão radicular, plântula normal e índice de velocidade para a formação de plântula (IVP), apresentaram interação significativa entre os fatores genótipo x tratamento pré-germinativo. As demais variáveis [índice de velocidade para emissão radicular (IVER), tempo médio de emissão radicular (TMER) e tempo médio para formação de plântula (TMP)] apresentaram diferenças significativas apenas entre os níveis dos fatores (genótipo e tratamento pré-germinativo), isoladamente.

Com a semeadura sem pré-tratamento (H₂O), o genótipo 1 apresentou a menor emissão radicular (40%) em relação aos outros que foram elevados (Tabela 4). Quando foi utilizado o KNO₃, não houve diferença entre os genótipos e, apesar de nem sempre ter sido significativo, os resultados dos que receberam o pré-tratamento foram, na maioria dos casos, superiores aos que não receberam. A formação de plântula teve comportamento semelhante à emissão radicular, com o detalhe que seus valores foram em menor proporção (Tabela 4). Ainda com respeito a estas duas variáveis, destaca-se o comportamento do genótipo 1 que apresentou um melhor desempenho com a utilização do KNO₃ em comparação a semeadura no substrato umedecido com água. Isto denota um maior grau de dormência nas sementes deste genótipo, a qual foi superada pela ação do KNO₃. Salick (1992) também constatou dormência em sementes de cubiu e a superou com o pré-condicionamento das sementes em ácido giberélico (2%), por 24 h.

O IVP também mostrou resultados mais favoráveis quando da aplicação do KNO₃ (Tabela 4). E, dentro de cada nível do fator pré-tratamento, os genótipos se comportaram de maneira distinta. Nessa variável, o genótipo 1 também mostrou maior ganho com a utilização

do KNO₃. Binotti et al. (2014) afirmam que a resposta do tratamento com KNO₃ pode variar entre gêneros e, até mesmo, entre cultivares de uma mesma espécie.

Tabela 4. Emissão radicular, plântula normal e índice de velocidade para formação de plântula normal (IVP), referentes a sementes de nove genótipos de cubiu.

Table 4. Root emission, normal seedling, normal seedling formation velocity index (IVP), referring to seeds from nine cubiu genotypes.

Genótipo	Emissão radicular		Plântula normal		IVP	
	H ₂ O	KNO ₃	H ₂ O	KNO ₃	H ₂ O	KNO ₃
1	40 bB	99 aA	39 bB	95 aA	1,04 bB	3,38 aA
2	79 aB	100 aA	52 bB	78 bA	1,29 bB	2,55 bA
3	96 aA	97 aA	89 aA	95 aA	2,39 aB	3,40 aA
4	79 aA	93 aA	68 aA	76 bA	1,65 bA	2,47 bA
5	92 aA	97 aA	79 aA	85 aA	2,74 aA	3,10 aA
6	93 aA	91 aA	79 aA	68 bA	2,54 aA	2,25 bA
7	98 aA	99 aA	92 aA	97 aA	2,61 aB	3,82 aA
8	88 aA	96 aA	83 aA	90 aA	2,18 aB	3,17 aA
9	89 aA	94 aA	80 aA	88 aA	2,62 aB	3,60 aA
Teste F _{F1xF2}	5,9 **		4,1 **		2,6 *	
CV (%)	11,07		13,74		24,06	

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$); F1= genótipo; F2= tratamento pré-germinativo; ** e * significativos pelo teste F com $p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente.

O IVER, o TMER e o TMP apresentaram comportamentos distintos em relação aos níveis do fator genótipo. Em geral, os melhores resultados para uma dessas variáveis corresponderam aos mais favoráveis da outra (Tabela 5). Neste sentido, os destaques foram os genótipos 5, 6, 7 e 9, que ao mesmo tempo exibiram os maiores IVER e menores TMER e TMP. Chama atenção o tempo médio necessário para avaliação da formação da plântula que, independente do genótipo, foi, em média, 46% superior (17,8 dias) ao necessário para avaliação da emissão da raiz primária (12,2 dias).

Tabela 5. Índice de velocidade de emissão radicular (IVER), tempo médio de emissão radicular (TMER) e tempo médio de plântula normal (TMP), referentes a sementes de nove genótipos de cubiu.

Table 5. Root-emission velocity index (IVER), average root-emission time (TMER) and average normal seedling time (TMP), referring to seeds from nine cubiu genotypes.

Genótipo	IVER	TMER	TMP
	(semente dia ⁻¹)	(----- dias -----)	
1	3,42 b	12,2 a	17,6 b
2	4,10 b	16,0 a	21,4 a
3	4,67 a	13,2 a	18,4 a
4	3,76 b	15,3 a	20,6 a
5	5,96 a	8,8 b	15,8 b
6	5,04 a	10,6 b	16,4 b
7	5,38 a	10,3 b	16,1 b
8	4,35 b	13,5 a	18,6 a
9	5,50 a	9,9 b	15,0 b
Teste F	3,5 **	2,9 **	2,7 *
CV (%)	15,93	16,45	10,17

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$); ** e * significativos pelo teste F com $p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente.

Ainda com respeito a essas três variáveis (IVER, TMER e TMP), independente dos genótipos testados, os resultados alcançados com a aplicação do KNO_3 foram sempre, significativamente, superiores aos obtidos utilizando apenas água no umedecimento inicial do substrato (Tabela 6). O IVER foi elevado de 4,12 para 5,25 sementes dia^{-1} , enquanto o TMER e TMP foram reduzidos de 13,5 para 10,9 dias e de 20,2 para 15,3 dias, respectivamente.

Tabela 6. Índice de velocidade de emissão radicular (IVER), tempo médio de emissão radicular (TMER) e tempo médio de plântula normal (TMP), referentes a sementes de nove genótipos de cubiu semeadas sem (H_2O) e com KNO_3 .

Table 6. Root-emission velocity index (IVER), average root-emission time (TMER) and average normal seedling time (TMP), referring to seeds from nine cubiu genotypes sown without (H_2O) and with KNO_3 .

	IVER (semente dia^{-1})	TMER (----- dias -----)	TMP
H_2O	4,12 b	13,5 a	20,2 a
KNO_3	5,25 a	10,9 b	15,3 b
Teste F	13,6 **	7,2 **	32,3 **
CV (%)	15,93	16,45	10,17

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$); ** significativo pelo teste F, $p < 0,01$.

Pereira et al. (2012), avaliando o pré-condicionamento de sementes de cubiu em KNO_3 , obtiveram resultados favoráveis na germinação e vigor das sementes, dependendo da variedade utilizada. Em *Acnistus arborenses*, outra espécie Solanaceae, Brito et al. (2016) também constataram resultados positivos na germinação de sementes após umedecimento do substrato com KNO_3 (0,2%). Em *Physalis angulata* (Solanaceae), Santiago et al. (2019) observaram aumento de 6% na primeira contagem e no índice de velocidade de germinação quando da utilização do KNO_3 (0,4%) em relação ao tratamento controle.

A emergência, o índice de velocidade de emergência (IVE) e o tempo médio de emergência (TME) também apresentaram resultados distintos em relação aos genótipos (Tabela 7), sem haver aparentemente uma associação direta com as variáveis anteriores. Na maioria das vezes, a emergência e o índice de velocidade de emergência apresentaram resultados superiores, bem como menor tempo médio de emergência, em relação aos alcançados pela plântula normal, índice de velocidade da plântula normal e tempo médio de plântula normal, respectivamente. Isto, normalmente, não é esperado, uma vez que os testes de germinação (plântula normal) são realizados em condições controladas, ao passo que a emergência simula condições adversas. É possível que a temperatura nos ambientes em que foram conduzidos os testes (germinação e emergência) possa ter contribuído nos resultados. Embora ambos tenham sido desenvolvidos numa mesma amplitude térmica (10 °C), a temperatura no teste de emergência variou (em média) entre 26 e 36 °C, enquanto da germinação foi de 20 a 30 °C. Sprey et al. (2019), avaliando a germinação (em 30 °C) e a emergência (em 26/38 °C) de sementes

peletizadas de cubiu, também obtiveram resultados mais elevados no teste de emergência.

A utilização do KNO_3 (0,2%), no umedecimento

Tabela 7. Emergência, índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME), referentes a sementes de nove genótipos de cubiu.

Table 7. Emergence, emergence velocity index (IVE) and average emergence time (TME), for seeds from nine cubiu genotypes.

Genótipo	Emergência (%)	IVE (semente dia^{-1})	TME (dias)
1	74 b	2,20 b	19,3 a
2	94 a	3,66 a	14,0 b
3	88 a	3,79 a	12,3 b
4	65 b	1,85 b	20,9 a
5	89 a	3,68 a	13,1 b
6	76 b	2,35 b	18,9 a
7	96 a	3,39 a	15,2 b
8	96 a	3,36 a	15,4 b
9	89 a	3,38 a	14,7 b
Teste F	5,1 **	6,6 **	4,6 **
CV%	11,43	18,48	8,50

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$); ** significativo pelo teste F, $p < 0,01$.

inicial do substrato, possibilitou uma melhor visualização da expressão do potencial germinativo de sementes de diferentes genótipos de cubiu. De modo geral, esse procedimento elevou o percentual de emissão radicular e formação de plântula normal, bem como os índices de velocidade destes eventos, além de reduzir o tempo médio de ocorrência dos mesmos. Com isto, visualiza-se a possibilidade de indicação de uso do KNO_3 (0,2%) como tratamento pré-germinativo para sementes de cubiu, dependendo de mais estudos a fim de consolidação desta prática.

4 Conclusão

Os genótipos de cubiu apresentam comportamentos distintos quanto aos caracteres dos frutos e sementes, sendo mais expressivos os relacionados com as dimensões, massa e volume do fruto, e o peso de mil sementes.

A utilização do nitrato de potássio (0,2%), no umedecimento inicial do substrato, favorece a maior expressão do potencial germinativo e do vigor de sementes de diferentes genótipos de cubiu, em condições de laboratório.

Referências

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's Climate Classification Map for Brasil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507.

ANDRADE JÚNIOR, M. C.; ANDRADE, J. S.; COSTA, S. S. Biochemical changes of cubiu fruits (*Solanum*

- sessiliflorum* Dunal, Solanaceae) according to different tissue portions and ripening stages. **Food and Nutrition Sciences**, v. 7, n. 12, p. 1191-1219, 2016. DOI: 10.4236/fns.2016.712111.
- ANDRADE JÚNIOR, M. C.; ANDRADE, J. S.; COSTA, S. S.; LEITE, E. A. S. Nutrients of cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) as a function of tissues and ripening stages. **Journal of food and nutrition Research**, v. 5, n. 9, p. 674-683, 2017. DOI: 10.12691/jfnr-5-9-7.
- BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. Dormancy and the Control of Germination. In: **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. (3Ed.). New York and London: Plenum Press, 2013. p. 247-295.
- BINOTTI, F. S.; SUEDA JÚNIOR, C. I.; CARDOSO, E. D.; HAGA, K. I.; NOGUEIRA, D. C. Tratamentos pré-germinativos em sementes de braquiária. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 4, p. 614-618, 2014. DOI: 10.5039/agraria.v9i4a2781.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS. 2009. p.395.
- BRITO, S. F.; BEZERRA, A. M. E.; PEREIRA, D. S. Efeito da temperatura e do KNO₃ na germinação de *Actinistius arborescens* (Solanaceae). **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 3, p. 406-412, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.102714>.
- CASTRO, S. P.; FEITOSA, F. R. C.; GUIMARÃES, M. A.; VALE J. C.; MIRANDA, J. F.; ACIOLI, A. N. S. Respostas de etnovarietades de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) a diferentes densidades populacionais. **Cultura Agronômica**, v. 24, n. 2, p. 205-214, 2015. DOI: 10.32929/2446-8355.2015v24n2p205-214.
- COLODEL, C.; BAGATIN, R. M. G.; TAVARES, T. M.; PETKOWICZ, C. L. O. Cell wall polysaccharides from pulp and peel of cubiu: A pectin-rich fruit. **Carbohydrate Polymers**, v. 174, p. 226-234, 2017. DOI: 10.1016/j.carbpol.2017.06.052
- LOPES, J.C.; PEREIRA, M.D. Germinação de sementes de cubiu em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 2, p. 146-150, 2005. DOI: 10.1590/S0101-31222005000200021.
- PEREIRA, M.D.; MARTINS FILHO, S. Envelhecimento acelerado em sementes de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 3, p. 251-256, 2010. DOI: 10.5216/pat.v40i3.5608
- PEREIRA, M. D.; SANTOS, C. E. M.; MARTINS FILHO, S. Germinação de sementes de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 1, p. 79-84, 2011. DOI: 10.5039/agraria.v6i1a962.
- PEREIRA, M.D.; SOARES, E. R.; LOPES, J. C.; BORGES, E. E. L. Condicionamento osmótico de sementes de cubiu. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 3, p. 12-17, 2012.
- PIRES, A. M. B.; SILVA, P. S.; NARDELLI, P. M.; GOMES, J. C.; RAMOS, A. M. Caracterização e processamento de cubiu (*Solanum sessiliflorum*). **Revista Ceres**, v. 53, n. 307, p. 309-316, 2006.
- RANAL, M.A.; SANTANA, D.G. How and why to measure the germination process? **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 1, p. 1-11, 2006. DOI: 10.1590/S0100-84042006000100002.
- RODRIGUES, F.A.; PENONI, E.S.; SOARES, J.D.R.; SILVA, R.A.L.; PASQUAL, M. Caracterização física, química e físico-química de *Physalis* cultivada em casa de vegetação. **Ciência Rural**, v. 44, n. 8, p. 1411-1414, 2014. DOI: 10.1590/0103-8478cr20130743.
- SALICK, J. Crop domestication and the evolutionary ecology of cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal). In: Hecht, M.K.; Wallace, B.; Macintyre, R.J. (eds) **Evolutionary Biology**, v. 26. New York: Plenum Press, 1992. p. 247-285.
- SANTIAGO, WILLEN RAMOS, GAMA, J. S. N.; TORRES, S. B.; LEITE, M. S.; LEITE, T. S.; NOGUEIRA-NETO, S. A. Physiological performance of *Physalis angulata* L. seeds treated with chemical promoters. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 3, p. 834-840, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252019v32n328rc>.
- SERENO, A. B.; GIBBERT, L.; BERTIN, R. L.; KRÜGER. Cultivo do maná-cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) no litoral do Paraná e sua contextualização com a segurança alimentar e nutricional. **Diversa Revista Eletrônica Interdisciplinar**, v. 10, n. 2, p. 123-132, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/diver.v10i2.58070>.
- SERNA-COCK, L.; VARGAS-MUNOZ, D. P.; RENGIFO-GUERRERO, C. A. Chemical characterization of the pulp, peel and seeds of cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 3, p. 192-198, 2015. DOI: 10.1590/1981-6723.4314.
- SILVA FILHO, D. F.; ANDRADE, J. S.; CLEMENTE, C. R.; MACHADO, F. M.; NODA, H. Correlações fenotípicas, genéticas e ambientais entre descritores morfológicos e químicos em frutos de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) da Amazônia. **Acta Amazonica**,

v. 29, n. 4, p. 503-511, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-43921999294511>.

SILVA FILHO, D. F.; NODA, H.; MACHADO, F. M. Cultivares de cubiu (*Solanum Sessiliflorum* DUNAL) para olericultura sustentável na Amazônia. In: NODA, H.; SOUZA, L. A. G.; SILVA FILHO, D. F. **Pesquisas agronômicas para agricultura sustentável na Amazônia Central**. Manaus, AM: Wega, 2013. p. 27- 42.

SILVA FILHO, D. F.; YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; OLIVEIRA, M. C.; MARTINS, L. H. P. Caracterização e avaliação do potencial agronômico e nutricional de etnovarietades de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) da Amazônia. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 4, p. 399-405, 2005. DOI: [10.1590/S0044-59672005000400003](https://doi.org/10.1590/S0044-59672005000400003).

SILVA, D. F. P.; ROCHA, R. H. C.; SALOMÃO, L. C. C. Postharvest quality of cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) stored under ambiente condition. **Revista Ceres**, v. 58, n. 4, p. 476-480, 2011. DOI: [10.1590/S0034-737X2011000400011](https://doi.org/10.1590/S0034-737X2011000400011).

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016. DOI: [10.5897/AJAR2016.11522](https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11522).

SPREY, L. M.; FERREIRA, S. A. N.; SPREY, M. M. Physiological quality of pelleted cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) seeds. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 1, (e-075), 2019. DOI: [10.1590/0100-29452019075](https://doi.org/10.1590/0100-29452019075).

Contribuição dos autores: Amanda Silva Batista: conceituação, curadoria de dados, análise formal, investigação, visualização, escrita – primeira redação; Sidney Alberto do Nascimento Ferreira: conceituação, metodologia, administração do projeto, recursos, supervisão, escrita – revisão e edição; Layanne Muniz Sprey: investigação, supervisão, escrita – revisão e edição.

Agradecimento: Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), por todo suporte na realização da pesquisa.

Fontes de Financiamento: À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), pela concessão de bolsa de estudo a primeira autora e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo a terceira autora.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.

Editor de seção: Rafaelle Fazzi Gomes