

Revista Agrária Acadêmica

Agrarian Academic Journal

Volume 2 – Número 3 – Mai/Jun (2019)

doi: 10.32406/v2n32019/62-75/agrariacad

Germinação e avaliação morfológica de plântulas de pimentas (*Capsicum spp.*) cultivadas *in vitro*. Germination and morphological evaluation of peppers (*Capsicum spp.*) cultivated in vitro.

Mariane Rabelo Coelho Fernandes¹, Bruno Henrique Gomes^{2*}, Ana Paula Oliveira Nogueira³

¹ - Bacharel em Biotecnologia/Instituto de Biotecnologia/Universidade Federal de Uberlândia, campus Umuarama, Uberlândia – MG, Brasil

^{2*} - Biotecnologista e Mestre em Genética e Bioquímica/Instituto de Biotecnologia/Universidade Federal de Uberlândia, b.hgomes@hotmail.com

³ - Professora e pesquisadora/Instituto de Biotecnologia/Universidade Federal de Uberlândia, campus Umuarama, Uberlândia – MG, Brasil

Resumo

Neste trabalho objetivou-se avaliar as condições para a germinação *in vitro*, visando a obtenção de explantes para a micropropagação de três variedades de pimentas. Avaliou-se a germinação de sementes frescas e secas, e a morfologia das plântulas germinadas em diferentes concentrações do meio de cultura MS. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Constatou-se que para sementes de cumari-do-pará a taxa de germinação é maior quando estas são provenientes de frutos frescos. De forma geral, o meio de cultura MS50% apresentou as melhores médias para as espécies avaliadas.

Palavras-chave: cultura de tecidos, germinação, cultivo, explantes.

Abstract

This work aimed to evaluate the conditions for *in vitro* germination, to obtain explants for the micropropagation of three varieties of peppers. The germination of fresh and dry seeds and the morphology of germinated seedlings at different concentrations of the MS medium were evaluated. The data were submitted to analysis of variance, and the means were compared by the Tukey test at the 5% level of significance. It was found that for cumari-do-pare seeds the germination rate is higher when these are from fresh fruits. In general, the MS50% culture medium presented the best means for the evaluated species.

Keywords: Tissue culture, germination, cultivation, explants.

Introdução

As pimentas do gênero *Capsicum* são bastante apreciadas na culinária brasileira devido a sua característica mais marcante, a ardência (pungência). As diversas variedades de pimentas são consumidas *in natura*, desidratadas, moídas e também na forma de geleias e molhos (CARVALHO et al., 2006). O gênero *Capsicum*, pertencente à família Solanaceae, é composto por plantas bem adaptadas ao clima tropical e tem como centro de origem as Américas (PINHEIRO; AMARO; PEREIRA, 2012). O Brasil, por sua vez, é um grande centro de diversidade genética do gênero, sendo as regiões sudeste e centro-oeste as principais áreas de cultivo (FURTADO; DUTRA; DELIZA, 2006).

Atualmente, estima-se que a produtividade nacional média de pimentas esteja entre 10 a 45 t/ha ao ano. A pimenta malagueta, a mais cultivada no Brasil, tem uma produtividade de 10 t/ha. Outros exemplos de produtividade são das pimentas biquinho e de bode, que se encontra em torno de 20 t/ha (GENUNCIO; ZONTA; NASCIMENTO, 2015). Segundo Rufino e Penteadó (2006), a importância socioeconômica da pimenta deve-se ao alto valor agregado ao produto e ao emprego de mão-de-obra. No Brasil, segundo o Censo Agropecuário (IBGE, 2006), a produção de pimenta foi de aproximadamente 18700 toneladas na safra de 2006, gerando um valor de produção de R\$29,77 milhões, sendo as regiões Nordeste (34,35% da produção) e Sudeste (30,13%) as maiores produtoras. De acordo com um levantamento feito pela Central de Abastecimento de Minas Gerais (CEASA-MG), na unidade de Uberlândia, no ano de 2016 o preço médio de pimentas foi de R\$8,64/kg e o total de pimentas ofertadas foi de aproximadamente 232 mil kg, sendo as pimentas de bode e biquinho as mais ofertadas.

A cultura de tecidos vegetais pode ser utilizada tanto na agricultura, por meio da multiplicação rápida e eficiente de plantas, da engenharia genética, da poliploidização, da conservação de germoplasma, quanto na indústria, pela produção de metabólitos secundários (ARIKAT et al., 2004; RAMACHANDRA RAO; RAVISHANKAR, 2002; BOTTA et al., 2001). O cultivo *in vitro*, por ser independente de clima ou estações do ano, permite uma produção contínua de plântulas ou calos (massa celular indiferenciada).

Portanto, os setores agrônomo e industrial são beneficiados pelo melhoramento nas técnicas de cultivo *in vitro* de pimentas. Uma possibilidade seria a análise da capacidade medicinal, agrônoma e industrial da capsaicina, produzindo-se esse composto por sistemas de suspensão celular, obtidos por intermédio de calos friáveis (calos que se fragmentam facilmente). Ademais, a transformação genética e obtenção de poliploides do gênero *Capsicum* são favorecidas pelo levantamento de dados sobre o cultivo *in vitro*.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de germinação de diferentes espécies de pimentas do gênero *Capsicum*, visando a obtenção de plântulas com alta qualidade fisiológica para serem utilizadas em processos de micropropagação e clonagem *in vitro*.

Material e métodos

Foram utilizadas duas condições de sementes, sendo a primeira de sementes extraídas de frutos frescos e a segunda com sementes extraídas de frutos secos (submetidos a secagem natural/armazenamento por aproximadamente 20 dias). Os frutos das espécies cumari-do-pará (*Capsicum chinense* Jacquin), malagueta (*C. frutescens* L.) e dedo-de-moça (*C. baccatum* L.) foram adquiridos em comércio local no município de Uberlândia-MG. Para assepsia, os frutos foram previamente lavados com detergente neutro e, em câmara de fluxo laminar, desinfestados com solução de hipoclorito de sódio 2,5% por dez minutos. Após este procedimento, foram lavados três vezes com

água destilada autoclavada, em seguida foram cortados com auxílio de um bisturi. As sementes foram extraídas (Figura 1), imersas em álcool etílico 70% (v/v) por um minuto e lavadas com água destilada autoclavada. Adicionou-se solução de hipoclorito de sódio 2,5% por cinco minutos e por fim as sementes foram lavadas três vezes com água destilada autoclavada.

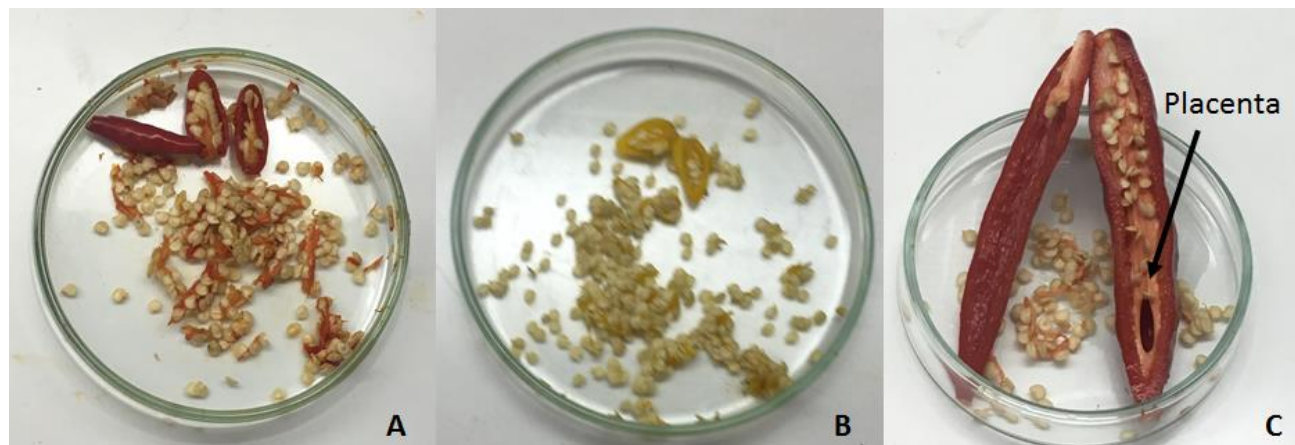


Figura 1 - Sementes extraídas de frutos frescos de *Capsicum spp.* A) Pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.). B) Pimenta cumari-do-pará (*Capsicum chinense* Jacquin). C) Pimenta dedo-de-moça (*Capsicum baccatum* L.).

Com intuito de avaliar a germinação de sementes e morfologia das plântulas de pimenta cultivada *in vitro*, os experimentos foram realizados em esquema fatorial, sendo o primeiro fator, constituído pelas espécies (malagueta, dedo-de-moça e cumari-do-pará) e o segundo fator, pelo meio de cultura MS (MURASHIGE, SKOOG, 1962) em diferentes concentrações (0, 50 e 100% das concentrações de sais suplementados com 0, 15 e 30 g L⁻¹ de sacarose). Adotou-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso com seis repetições, sendo cada unidade experimental constituída por um frasco contendo 30 mL de meio de cultivo, onde foram inoculadas 10 sementes. Antes da inoculação das sementes, o pH do meio de cultura foi corrigido para 5,8 e os meios foram solidificados com 8 g L⁻¹ de ágar. Por fim, os meios de cultura foram autoclavados a 120 °C e 1,1 atm, durante 20 minutos. O número de sementes germinadas foi avaliado a cada 2 dias por um período de 30 dias.

Ao final dos 30 dias, mediu-se: o comprimento da parte aérea e da raiz principal (cm), cuja soma resultou no tamanho da plântula e o comprimento e largura das folhas primordiais (cm), conforme figura 2. Avaliou-se também o número de folhas, de raízes secundário e a matéria fresca das plântulas (g). Os processos metrológicos foram realizados com o uso de régua milimétrica e balança de precisão, medindo, quando disponíveis, 5 plântulas de cada repetição.

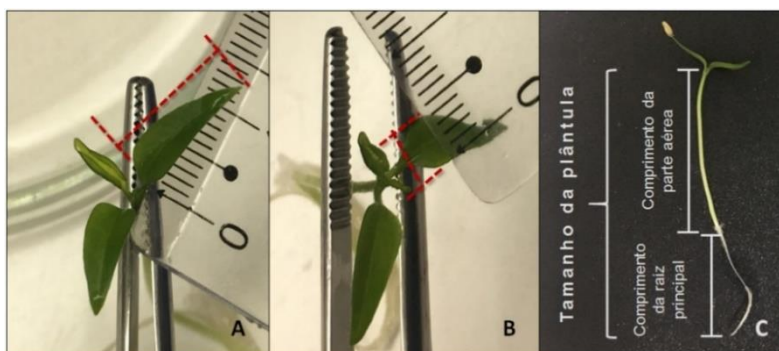


Figura 2 – Avaliação das características morfológicas das plântulas obtidas *in vitro*. A) Medida do comprimento da folha primordia (cm). B) Medida da largura da folha primordia (cm). C) Medida da parte aérea e da raiz principal (cm).

Análises estatísticas

Os dados de germinação e caracteres morfológicos das plântulas foram submetidos à análise de variância em esquema fatorial. Anteriormente à análise, procedeu-se a transformação dos dados para atender às pressuposições da ANOVA, conforme descrito abaixo:

Transformação para germinação: $\arcsen\sqrt{P(\%)}$, em que $100\% = 100 - \frac{1}{4}N$ e $0\% = \frac{1}{4}N$

Transformação para características morfológicas e indução de calos: $\sqrt{x + 0,5}$

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, utilizando-se o Programa Genes (CRUZ, 2016).

Resultados e discussão

A taxa de germinação *in vitro* de sementes provenientes de frutos frescos de três espécies de pimenta ao longo de 30 dias após a inoculação está apresentada na Figura 3. Não houve germinação das sementes, de nenhuma das espécies, nos tratamentos correspondentes ao meio MS0%.

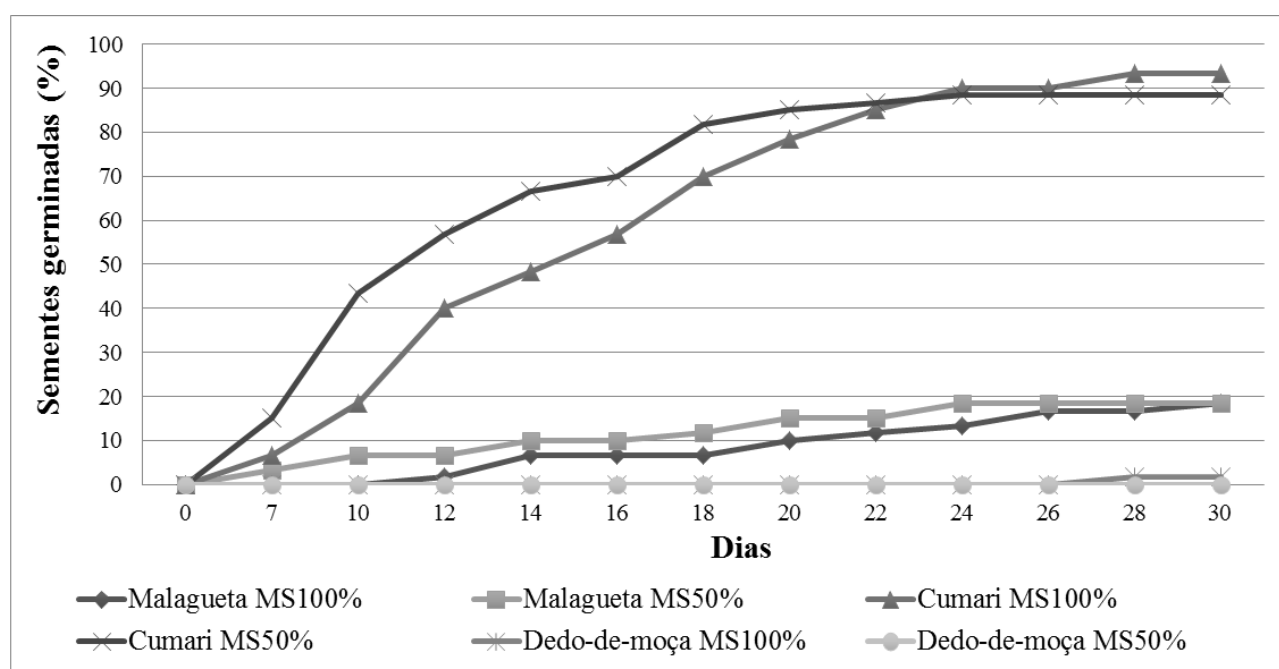


Figura 3 – Germinação *in vitro* de sementes de cumari-do-pará, malagueta e dedo-de-moça (*Capsicum* spp.) provenientes de frutos frescos em diferentes concentrações de meio MS ao longo de 30 dias.

Notou-se que a germinação de sementes cumari-do-pará (*C. chinense*) iniciou-se ao sétimo dia após a inoculação em ambos os meios de cultura (MS50% e MS100%). Ademais, observou-se que, ao final dos 30 dias, a pimenta cumari-do-pará apresentou alta taxa de germinação em ambos os meios de cultura, sendo 93,3% no meio MS100% e 83,3% no MS50%. A germinação da espécie malagueta (*C. frutescens*) iniciou-se no 7º dia após a inoculação das sementes em meio MS50% e no 12º dia após a inoculação em meio MS100%. A taxa de germinação foi visivelmente menor nestas pimentas em relação às sementes de cumari-do-pará, visto que apenas 18,3% sementes germinaram em ambos os meios de cultivo. Por outro lado, as sementes de pimenta dedo-de-moça (*C. baccatum*) não germinaram em nenhum dos tratamentos.

Pela análise de variância constatou-se que não houve efeito significativo para a interação entre espécie e meio de cultura, havendo significância apenas para a espécie. Pela Tabela 1, observou-se a superioridade de germinação *in vitro* das sementes de pimenta cumari-do-pará.

Tabela 1 – Porcentagem de germinação de sementes de malagueta e cumari-do-pará (*Capsicum spp.*) provenientes de frutos frescos em diferentes concentrações de meio MS, 30 dias após inoculação.

Tipo de pimenta	Meio de Cultura		Média
	MS50% ¹	MS100% ²	
Malagueta	16,30	17,35	16,82 bb
Cumari-do-pará	88,76	93,20	90,98 aa
Média	52,53 AA	55,27 AA	

Coefficiente de Variação (%) = 18,39

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

¹ Meio MS com metade das concentrações de sais e 15 g L⁻¹ de sacarose.

² Meio MS com concentração total de sais e 30 g L⁻¹ de sacarose.

Na germinação *in vitro* de sementes provenientes de frutos secos, constatou-se que as sementes de cumari-do-pará, embora tenha ocorrido um decréscimo em relação às provenientes de frutos frescos, ainda possuem a melhor taxa de germinação entre as três pimentas, nos três meios testados, sendo a melhor taxa, ao longo de 30 dias, no meio MS100% (80% de sementes germinadas), seguido pelo meio MS0% (68% de sementes germinadas) e pelo meio MS50% (64% de sementes germinadas), sendo o início da germinação no quinto dia após inoculação (Figura 4).

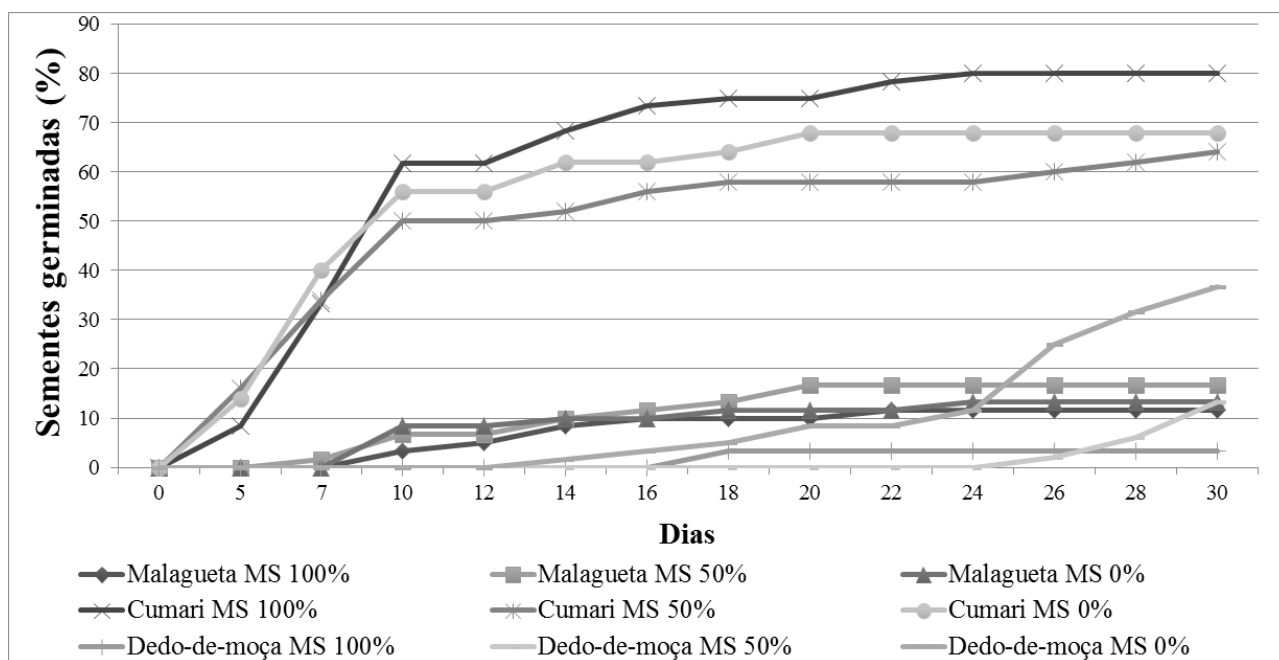


Figura 4 – Germinação *in vitro* de sementes de cumari-do-pará, malagueta e dedo-de-moça (*Capsicum* spp.) provenientes de frutos secos em diferentes concentrações de meio MS ao longo de 30 dias.

Para a pimenta malagueta, o início da germinação de sementes no meio MS50% se deu ao sétimo dia após a inoculação, já a germinação nos meios MS100% e MS0%, se iniciaram no dia 10 após a inoculação (Figura 4). As taxas de germinação para essas pimentas, ao longo de 30 dias, foram ligeiramente menores em comparação com as taxas de germinação de frutos frescos, sendo que MS50% apresentou 16,7% sementes germinadas, seguida pelo meio água e ágar, com 13,3% de sementes germinadas e pelo meio MS100%, com 11,6% sementes germinadas.

Entretanto, para a pimenta dedo-de-moça, a secagem agiu positivamente sobre a germinação nos meios MS0% e MS50%, sendo as taxas de germinação 36,7% e 13,3% de sementes germinadas, respectivamente. O início da germinação para as sementes desta espécie ocorreu no 14º dia após a inoculação no meio MS0%, no 18º após a inoculação no meio MS100% e no 26º dia após a inoculação no meio MS50% (Figura 4).

De acordo com a análise de variância, constatou-se que houve efeito significativo da interação entre espécie e meio de cultura. Pela Tabela 2, observou-se novamente a superioridade de germinação *in vitro* das sementes de pimenta cumari-do-pará, não havendo diferença significativa dos meios de cultura. A pimenta dedo-de-moça apresentou maiores taxas de germinação em meio MS0% e MS50%, não havendo diferença significativa entre estes. Para as pimentas malaguetas, não se observou diferença significativa entre os meios de cultura, entretanto, as sementes desta variedade apresentaram inferioridade nas taxas de germinação em relação à dedo-de-moça no meio MS0%.

Tabela 2 – Porcentagem de germinação de sementes de malagueta, cumari-do-pará e dedo-de-moça (*Capsicum spp.*) provenientes de frutos secos em diferentes concentrações de meio MS, 30 dias após inoculação.

Tipo de Pimenta	Meio de Cultura		
	MS0% ¹	MS50% ²	MS100% ³
Malagueta	14,34 Ac	15,03 Ab	10,75 Ab
Cumari-do-pará	69,81 Aa	64,56 Aa	80,96 Aa
Dedo-de-moça	34,79 Ab	11,98 ABb	5,66 Bb

Coefficiente de Variação (%) = 33,44

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

¹ Meio composto por água e ágar.

² Meio MS com concentração total de sais e 30 g L⁻¹ de sacarose.

³ Meio MS com metade das concentrações de sais e 15 g L⁻¹ de sacarose.

Com base nos resultados de ambos os experimentos de germinação, constatou-se que para sementes de cumari-do-pará a taxa de germinação é maior quando estas são provenientes de frutos frescos. Sendo que meio de cultura MS100% foi o que apresentou a maior taxa de germinação de sementes de cumari-do-pará, o que é mais evidente no experimento com sementes de frutos secos. A secagem dos frutos de pimenta cumari-do-pará atuou negativamente sobre a germinação dessas pimentas, possivelmente reduzindo o teor de água das sementes até um nível crítico, o que afeta a qualidade destas sementes, tornando-as menos viáveis para germinação.

Baseado na baixa taxa e no início de germinação dessas variedades, considerou-se uma das prováveis causas, a possibilidade de dormência das sementes de pimentas malagueta e dedo-de-moça. Segundo Carneiro et al. (2010), algumas variedades apresentam dormência em suas sementes, o que dificulta a propagação. Segundo Rivas, Sundstrom e Edwards (1984), a porcentagem de germinação de sementes de pimenta malagueta é menor do que em outras pimentas. Sendo assim, é necessário que as sementes destas variedades sejam submetidas a tratamentos para superação de dormência. Randle e Honma (1981) recomendam que após a secagem das sementes, estas sejam armazenadas por um período mínimo de seis semanas, para que a dormência seja completamente superada.

Com base nos resultados apresentados, inferiu-se que a secagem das sementes contribuiu para a germinação de sementes de pimentas dedo-de-moça, provavelmente permitindo a maturação fisiológica das mesmas. A secagem, por ter sido realizada de forma natural, pode ter agido como repouso para os frutos e sementes de pimentas. Segundo Dias et al. (2006) e Vidigal et al. (2006), algumas sementes dão prosseguimento ao processo de maturação quando são mantidas, por algum tempo, nos frutos após a colheita, o que permite com que as sementes alcancem o máximo de germinação e vigor. Desta forma, o armazenamento dos frutos após a colheita, sem que haja extração das sementes, pode apresentar alguns benefícios, pois além de permitir a maturação das sementes, possibilita a colheita de frutos imaturos, evitando que estes sejam injuriados por condições desfavoráveis no campo (BARBEDO et al., 1994; MARTINS et al., 2006).

De acordo com Ricci et al. (2013), sementes que não atingiram a maturidade fisiológica e que são submetidas à germinação logo após a colheita apresentam menor porcentagens de germinação

quando comparadas com sementes que foram colocadas para germinar após um período de armazenamento.

Além disso, constatou-se que a presença de sacarose e de sais podem ter dificultado a germinação nessas espécies, pois as soluções de açúcares e sais que compõem o meio de cultivo, além de exercerem o papel nutritivo, também atuam no crescimento celular e na morfogênese, visto que modificam as propriedades osmóticas do meio de cultura. Segundo George e colaboradores (1993), o aumento da concentração de sacarose diminui a porcentagem de germinação, pois a concentração de sacarose afeta a regulação osmótica do meio de cultura. Concentrações elevadas de sacarose fazem com que o meio de cultura dificulte a absorção de água pelas sementes, impossibilitando o início do processo de germinação.

De acordo a análise de variância para as características morfológicas das plântulas de pimentas obtidas *in vitro* a partir de sementes de frutos frescos, observou-se que houve efeito significativo, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, da interação entre espécie e meio de cultura somente para as características largura da folha e comprimento da folha. Para as características tamanho da plântula, comprimento da raiz principal e comprimento da parte aérea ocorreu significância para o meio de cultivo. Já para os caracteres número de raízes secundárias, número de folhas e matéria fresca observou-se houve efeito significativo para a espécie (Tabela 3).

Tabela 3 - Características morfológicas de plântulas de malagueta e cumari-do-pará (*Capsicum spp.*) obtidas de germinação *in vitro* de sementes de frutos frescos, 30 dias após a inoculação de sementes.

Característica	Meio de cultura			
	Tipo de pimenta	MS 50	MS 100	Média
Tamanho da Plântula	Malagueta	10,12	8,25	9,18 aa
	Cumari-do-pará	9,56	8,49	9,03 aa
	Média	9,84 AA	8,37 AB	
Coeficiente de Variação (%)		6,55		
Comprimento da Parte aérea		MS 50	MS 100	Média
	Malagueta	4,68	3,94	4,31 aa
	Cumari-do-pará	4,21	3,54	3,88 aa
	Média	4,45 AA	3,74 BB	
Coeficiente de Variação (%)		7,69		
Número de Raízes Secundárias		MS 50	MS 100	Média
	Malagueta	11,80	11,54	11,67 aa
	Cumari-do-pará	1,47	1,85	1,66 bb
	Média	6,64 AA	6,69 AA	
Coeficiente de Variação (%)		16,23		
Comprimento da Raiz Principal		MS 50	MS 100	Média
	Malagueta	5,44	4,29	4,86 aa
	Cumari-do-pará	5,34	4,93	5,14 aa
	Média	5,39 AA	4,61 BB	
Coeficiente de Variação (%)		7,12		

		MS 50	MS 100	Média
Número de Folhas	Malagueta	3,11	2,60	2,86 bb
	Cumari-do-pará	3,86	3,73	3,79 aa
	Média	3,49 AA	3,16 AA	
Coefficiente de Variação (%)		8,82		
		MS 50	MS 100	
Largura da Folha	Malagueta	0,51 Aa	0,39 Ab	
	Cumari-do-pará	0,39 Ba	0,61 Aa	
	Coefficiente de Variação (%)	7,9		
		MS 50	MS 100	
Comprimento da folha	Malagueta	1,37 Aa	1,20 Ab	
	Cumari-do-pará	1,11 Ba	1,60 Aa	
	Coefficiente de Variação (%)	9,18		
		MS 50	MS 100	Média
Peso	Malagueta	0,0907	0,0759	0,0833 aa
	Cumari-do-pará	0,0615	0,0488	0,0551 bb
	Média	0,0761 AA	0,0624 AA	
Coefficiente de Variação (%)		1,67		

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

¹ Meio MS com metade das concentrações de sais e 15 g L⁻¹ de sacarose.

² Meio MS com concentração total de sais e 30 g L⁻¹ de sacarose.

Observou-se que para as características cuja interação entre espécie e meio de cultura exerceu efeito significativo, as plântulas de malagueta apresentaram menores médias para a característica largura de folha quando cultivada em meio MS100% em relação a cumari-do-pará. Já para a característica comprimento da folha, não houve diferença significativa do meio no cultivo das plântulas de malagueta, enquanto as plântulas cumari-do-pará apresentaram superioridade quando cultivada em meio MS50% (Tabela 3).

Para a característica tamanho da plântula não se observou diferença significativa do meio de cultura para as plântulas de cumari-do-pará, enquanto que houve superioridade do meio MS50% para as de malagueta. Em relação as características comprimento da raiz principal e comprimento da parte aérea, houve maiores médias das plântulas de malagueta e cumari-do-pará quando estas foram cultivadas em meio de cultura MS50% (Tabela 3).

Verificando-se as médias para número de raízes secundárias e matéria fresca (Tabela 3), notou-se superioridade das plântulas de malagueta em relação às cumari-do-pará em ambos os meios de cultura, já o número médio de folhas foi maior nas plântulas de cumari-do-pará. Observou-se que, no geral, as plântulas provenientes de sementes cultivadas em meio MS50% aparentam ter um vigor mais alto do que as cultivadas em meio MS100%, tanto para as cumari-do-pará quanto para malaguetas, que apresentam médias semelhantes na maioria dos caracteres morfológicos.

Para as características morfológicas de plântulas de pimentas obtidas a partir de frutos secos, constatou-se que houve interação significativa entre os fatores espécie e meio de cultura, ao nível de 5% de probabilidade do teste F, exceto para o número de raízes secundárias, para o qual não houve significância de nenhum dos fatores (Tabela 4).

Para as características tamanho da plântula, comprimento da raiz principal e comprimento da parte aérea, notou-se que para as plântulas de cumari-do-pará e malagueta não houve diferença significativa dos meios de culturas testados. Para dedo-de-moça o meio MS50% forneceu as maiores médias para comprimento da raiz principal e comprimento da parte aérea. No meio MS0%, nenhuma das espécies apresentou superioridade, não havendo diferença significativa entre elas. Enquanto no meio MS50%, observa-se as maiores médias para tamanho das plântulas e comprimento da parte aérea nas dedo-de-moça. Para o meio MS100% geraram as maiores médias para tamanho das plântulas, comprimento da malagueta (Tabela 4).

Tabela 4 - Características morfológicas de plântulas de cumari-do-pará, malagueta e dedo-de-moça (*Capsicum* spp.) obtidas de germinação *in vitro* de sementes de frutos secos, 30 dias após a inoculação de sementes.

Característica	Tipo de pimenta	Meio de Cultivo			Média
		MS 0%	MS 50%	MS 100%	
Tamanho da Plântula	Cumari-do-pará	3,91 Aa	4,28 Ab	4,11 Aa	
	Malagueta	6,07 Aa	6,08 Aab	6,08 Aa	
	Dedo-de-moça	4,49 Aa	8,43 Aa	1,09 Bb	
Coeficiente de Variação (%)		22,26			
Comprimento da Parte aérea		MS 0%	MS 50%	MS 100%	
	Cumari-do-pará	2,07 Aa	2,20 Ab	2,12 Aa	
	Malagueta	3,00 Aa	3,46 Aab	3,16 Aa	
	Dedo-de-moça	2,49 Ba	4,97 Aa	0,66 Ca	
Coeficiente de Variação (%)		21,10			
Número de Raiz Secundária		MS 0%	MS 50%	MS 100%	
	Cumari-do-pará	0,00	0,00	0,00	0,00 a
	Malagueta	0,39	0,00	0,34	0,25 a
	Dedo-de-moça	0,17	0,00	0,48	0,22 a
	Média	0,19 A	0,00 A	0,28 A	
Coeficiente de Variação (%)		45,35			
Comprimento da Raiz Principal		MS 0%	MS 50%	MS 100%	
	Cumari-do-pará	1,83 Aa	2,09 Aa	1,98 Aa	
	Malagueta	3,04 Aa	2,59 Aa	2,92 Aa	
	Dedo-de-moça	2,02 Aa	3,43 Aa	0,62 Bb	
Coeficiente de Variação (%)		19,00			

		MS 0%	MS 50%	MS 100%
Número de Folhas	Cumari-do-pará	2,13 Aa	2,14 Aa	2,15 Aa
	Malagueta	2,81 Aa	2,16 Aa	2,68 Aa
	Dedo-de-moça	0,34 Bb	1,40 Aa	0,28 Bb
Coefficiente de Variação (%)		15,19		
		MS 0%	MS 50%	MS 100%
Largura da Folha	Cumari-do-pará	0,29 Aa	0,35 Aab	0,34 Aa
	Malagueta	0,30 Aa	0,28 Ab	0,38 Aa
	Dedo-de-moça	0,15 Ba	0,73 Aa	0,17 Ba
Coefficiente de Variação (%)		13,50		
		MS 0%	MS 50%	MS 100%
Comprimento da Folha	Cumari-do-pará	0,85 Ab	0,94 Aa	0,92 Ab
	Malagueta	1,06 Aa	1,03 Ba	1,25 Aa
	Dedo-de-moça	0,03 Ac	0,15 Ab	0,06 Ac
Coefficiente de Variação (%)		4,86		
		MS 0%	MS 50%	MS 100%
Peso	Cumari-do-pará	0,0184 Aa	0,0184 Ab	0,0184 Aa
	Malagueta	0,0300 Aa	0,0300 Ab	0,0329 Aa
	Dedo-de-moça	0,0155 Ba	0,0506 Aa	0,0155 Ba
Coefficiente de Variação (%)		1,12		

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

¹ Meio composto por água e ágar.

² Meio MS com concentração total de sais e 30 g L⁻¹ de sacarose.

³ Meio MS com metade das concentrações de sais e 15 g L⁻¹ de sacarose

Observou-se que para as características largura da folha não houve diferença significativa do meio de cultura para as espécies malagueta e cumari-do-pará, sendo que para dedo-de-moça o meio MS50% apresentou as melhores médias, sendo a espécie significativa neste meio de cultura. Para o comprimento da folha, não houve diferença significativa do meio de cultura para as espécies dedo-de-moça e cumari-do-pará, á para as plântulas de malagueta, as menores médias nesta característica foram obtidas no meio MS50%. Para esta característica houve diferença significativa da espécie em todos os meios de cultura testados, sendo que as plântulas malagueta apresentaram superioridade em relação às demais espécies (Tabela 4).

Já para o número de folhas e a matéria fresca (Tabela 4), o meio de cultura não apresentou efeito significativo para as plântulas de cumari-do-pará e malagueta. A pimenta dedo-de-moça, por sua vez, apresentou as melhores médias quando cultivadas em meio MS50%. O fator espécie só foi

significativo nas plântulas cultivadas em meio MS50%, em que a dedo-de-moça apresentou superioridade em relação as demais.

Para a característica número de raízes secundárias nenhum dos fatores, nem sua interação, foram significativos. Ao avaliar o efeito da sacarose na germinação de *Capsicum annuum*, Nascimento et al. (2015) constataram que não houve variação significativa sobre o número de raízes das plântulas entre os meios de cultura MS acrescidos com 0, 15, 30, 45 e 60 g L⁻¹ de sacarose. Em um ensaio sobre a germinação de sementes de *Euphorbia heterophylla*, Prudente et al. (2015) não observaram diferença significativa no número médio de raízes em sementes cultivadas em meio MS 100% e MS 50%. Estes resultados corroboram com os obtidos para plântulas provenientes de sementes de frutos secos.

De forma geral, o meio de cultura MS50% apresentou as melhores médias para as espécies avaliadas. Resultados semelhantes foram relatados por Ledo et al. (2014), que observou que plântulas de cambuzeiro (*Myrciaria tenella* O. Berg) apresentavam maior desenvolvimento da parte aérea quando cultivadas em meio MS com 50% da concentração total de sais e 15 g L⁻¹ de sacarose. De acordo com Maldaner e colaboradores (2006), as concentrações de nutrientes no meio de cultura influenciam diversos processos metabólicos, o que resulta em crescimento e diferenciação de tecidos. Segundo Reis et al. (2008), a presença de maior concentração de nutriente no meio produz plântulas mais vigorosas e maiores, embora possa reduzir a germinação. Ademais, em meios de cultura que contenham altas taxas de fonte de carbono, as pressões osmóticas destes são alteradas o que pode favorecer a perda de água da semente para o meio, dificultando tanto sua germinação como o crescimento.

Conclusão

Comparando-se os resultados dos experimentos de germinação *in vitro* e morfologia das plântulas geradas *in vitro* a partir de sementes secas e frescas, inferiu-se que por apresentarem alta taxa de germinação e plântulas vigorosas, as plântulas de cumari-do-pará provenientes de frutos frescos, são excelentes fontes de explantes quando cultivadas em meio MS50%. Embora a secagem dos frutos tenha favorecido a germinação de sementes e maior vigor de plântulas das pimentas dedo-de-moça, as taxas de germinação dessas, assim como de pimenta malagueta, ainda foram consideradas baixas e, portanto, recomenda-se que novos estudos acerca da germinação dessas pimentas sejam feitos, especialmente, estudos relacionados à superação de dormência e maturação de sementes. Testes de aclimação das plântulas obtidas *in vitro* e estudos de suspensões celulares são de extrema importância para complementação de informações que contribuam para a exploração comercial destas espécies, bem como de seus compostos bioativos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à UFU e as agências de fomento CNPq, CAPES e FAPEMIG pelo apoio financeiro. O segundo autor agradece a FAPEMIG pela bolsa de mestrado concedida.

Referências

ARIKAT, N. A. et al. Micropropagation and accumulation of essential oils in wild sage (*Salvia fruticulosa* Mill.). **Scientia Horticulturae**, v. 100, n. 1, p. 193-202, 2004.

BOTTA, B.; SILVESTRINI, A.; MONACHE, G. D. Cultura de células vegetais: doze anos de experiência. In: YUNES, R. A.; CALIXTO, J. B. **Plantas medicinais sob a ótica da química moderna**. Chapecó: Argos, 2001. p. 354- 379.

CARNEIRO, G. G. et al. Germinação de pimentas cambuci submetidas à superação de dormência em água quente. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 6, p. 882-885, 2010. Disponível em: < <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7225/6621> >. Acesso em: 15 nov. 2017.

CARVALHO, S. I. C. et al. Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil. **Embrapa Hortaliças-Documentos (INFOTECA-E)**, 2006.

CENTRO DE ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS S A – CEASA (MG). **Informações de Mercado**. Disponível em: < <http://www.ceasaminas.com.br/> > Acesso em: 30 de nov. de 2018.

CRUZ, C. D. Programa Genes - Ampliado e integrado aos aplicativos R, Matlab e Selegen. **Acta Sci., Agron.**, Maringá, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.

FURTADO, A. A. L.; DUTRA, A. S.; DELIZA, R. Processamento de Pimenta Dedo-de-Moça (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) em conserva. **Embrapa Agroindústria de Alimentos-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2006.

GENUNCIO, G. C.; ZONTA, E.; NASCIMENTO, E. C. **Pimenta – Tipos e ardências que fazem toda a diferença**. 2015. Disponível em: < <http://www.revistacampoenegocios.com.br/pimenta-tipos-e-ardencias-que-fazem-toda-a-diferenca/> >. Acesso em: 20 de nov. 2017.

GEORGE, E. F. et al. **Plant propagation by tissue culture. Part 1: the technology**. Exegetics limited, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2007. 777p. Disponível em: < https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf > Acesso em: 15 nov. 2017.

LEDO, A. S. et al. *In vitro* germination and acclimatization of cambui tree type seedlings. **Ciência Rural**, v. 44, n. 8, p. 1355-1359, 2014.

MALDANER, J. et al. Sacarose e nitrogênio na multiplicação *in vitro* de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen. **Ciência Rural**, v.36, n.4, p.1201-1206, 2006.

MARTINS, G. N. et al. Influência do repouso pós-colheita de frutos na qualidade fisiológica de sementes de mamão. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 2, p. 142-146, 2006.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tabacco tissue culture. **Physiologia Plantarum**, v. 15, p. 473-497, 1962.

NASCIMENTO, K. S. et al. Efeito de diferentes concentrações de sacarose no desenvolvimento *in vitro* de plântulas de *Capsicum annuum*. **Anais do II Simpósio da RGV Nordeste**. Fortaleza, Embrapa Agroindústria Tropical, 2015.

PINHEIRO, B. J.; AMARO G. B.; PEREIRA, R. B. Nematóides em pimentas do gênero *Capsicum*. Brasília, DF. Embrapa. **Circular Técnica** n.104 , 2012.

PRUDENTE, D. O.; RESENDE, J. M.; NERY, F. C. Cultivo *in vitro* de nabo forrageiro. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, v. 2, n. 3, 2015.

RAMACHANDRA RAO, S. R.; RAVISHANKAR, G.A. Plant cell cultures: chemical factories of secondary metabolites. **Biotechnology Advances**, v. 20, n. 2, p. 101-153, 2002.

RANDLE, W. M; HONMA, S. Dormancy in peppers. **Scientia Horticulturae**, v. 14, n. 1, p. 19-25, 1981.

REIS, E. S. et al. Influência do meio de cultura na germinação de sementes *in vitro* e taxa de multiplicação de *Melissa officinalis* L. **Revista Ceres**. V 55, n. 3, p. 160-167, 2008.

RICCI, N. et al. Qualidade de sementes de pimenta jalapenho em função da maturação e tempo de permanência nos frutos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 2, 2013.

RIVAS, M.; SUNDSTROM, F. J.; EDWARDS, R. L. Germination and crop development of hot pepper after seed priming. **HortScience**, v. 19, n. 2, p. 279-281, 1984.

RUFINO, J.L.S.; PENTEADO, D.C.S. Importância econômica, perspectiva e potencialidades do mercado para pimenta. **Informe Agropecuário**, v.27, n.235, p.7-15, 2006.

VIDIGAL, D.S. et al. Qualidade fisiológica de sementes de tomate em função da idade e do armazenamento pós-colheita dos frutos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.87-93, 2006.

Recebido em 29 de abril de 2019

Aceito em 5 de maio de 2019