



## Fruit sizes and methods of seed extraction in *Physalis* physiological potential<sup>1</sup>

### *Tamanho de frutos e métodos de extração de sementes no potencial fisiológico de Fisális*

Verônica Pellizzaro<sup>2\*</sup>; Mônica Satie Omura<sup>2</sup>; Jean Carlo Baudraz de Paula<sup>2</sup>; Felipe Favoretto Furlan<sup>2</sup>; Lúcia Sadayo Assari Takahashi<sup>2</sup>

**Abstract:** *Physalis peruviana* L., a small fruit belonging to the Solanaceae family, is known for the high vitamins A and C, iron, and phosphorus content. As it presents numerous opportunities for adding value to family producers, it has been gaining space in the consumer market. Characteristics such as fruit size and seed extraction methods can interfere with the physiological potential of the seeds. Thus, the objectives of this study were to evaluate the relationship between fruit size and physiological quality of *Physalis* seeds and to establish an effective method for the extraction of its seeds. The experiment was conducted at the Phytotechnics Laboratory of the State University of Londrina, using a completely randomized design in a 3x2 factorial scheme, with 4 replications of 50 seeds. The factors consisted of three fruit sizes (small, medium, and large) and two extraction methods (manual and mechanical). The averages obtained were compared using the Tukey test ( $p \leq 0.05$ ). After 28 days of germination, the following evaluations were made: percentage of germination, first germination count, germination speed index, length, and dry mass of seedlings. The physiological potential of the seeds was influenced by the size of the fruits. The method of manual seed extraction proved to be superior and more efficient than the mechanical method.

**Key words:** *Physalis*. Germination. Pulp removal.

**Resumo:** A *Physalis peruviana* L. é uma pequena fruta pertencente à família das Solanaceas, conhecida por conter altos teores de vitaminas A e C e minerais ferro e fósforo. Por apresentar inúmeras oportunidades de agregação de valor para os produtores familiares, vem ganhando espaço no mercado consumidor. Características como tamanho de frutos e métodos de extração de suas sementes podem interferir no potencial fisiológico de sementes. Com isso, objetivou-se com este trabalho avaliar a relação entre tamanho de fruto e qualidade fisiológica de sementes de fisális bem como estabelecer um método eficaz para a extração de suas sementes. O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitotecnia da Universidade Estadual de Londrina, no delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2, com 4 repetições de 50 sementes. Os fatores consistiram em três tamanhos de frutos (pequeno, médio e grande) e dois métodos de extração (manual e mecânico). As médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Após 28 dias de germinação foram feitas as seguintes avaliações: porcentagem de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca das plântulas. O potencial fisiológico das sementes foi influenciado pelo tamanho dos frutos. O método de extração manual das sementes se mostrou superior e mais eficiente que o método mecânico.

**Palavras-chave:** Fisális. Germinação. Remoção da polpa.

\*Corresponding author

Submitted for publication on 14/02/2020, approved on 01/04/2020 and published on 30/04/2020

<sup>1</sup>Artigo extraído de Projeto de Pesquisa.

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias (CCA), Departamento de Agronomia, Campus Universitário, CEP 86051-990, Londrina, PR, Brasil. E-mails: veronicapellizzaro@hotmail.com; monica\_omura@hotmail.com; jc\_baubraz@live.com; favorettofurlan@gmail.com; sadayo@uel.br

## INTRODUCTION

*Physalis peruviana* L., belonging to the Solanaceae family, is a fruit produced in tropical regions (AFSAH, 2015). It is cultivated across seasons under various forms of management (MUNIZ *et al.*, 2010). This fruit is basically destined for two segments it is either processed to other products or is consumed as is (RUFATO *et al.*, 2013).

The cultivation of this species is characterized by the low cost of growing it as it is easily accessible to small producers, is well adapted to different environmental conditions, and gives good economic return (LIMA *et al.*, 2010). This fruit offers countless opportunities to the family producers as it can be used in preparing value-added products such as jellies, juices, sweets, pies, cakes, etc. (RUFATO *et al.*, 2013).

The main characteristic of this species is the production of vitasteroids (vitanolids, vitafisalinas, acnistines, ixocarpalactones, perulactone, and physalin), that are of great pharmacological importance (TOMASSINI *et al.*, 2000). Its sweet fruits have a high content of vitamins A and C, iron, and phosphorus, in addition to having numerous medicinal properties, such as lowering cholesterol, glycemia, and diuretic action (RUFATO *et al.*, 2013).

The fruit has a rounded shape, with a diameter between 1.25 and 2.50 cm, mass between 4 and 10 g, and has about 100 to 300 seeds. Each plant produces approximately 2 kg of fruit (MUNIZ *et al.*, 2014). Fruit harvesting to obtain seeds of higher physiological quality must be carried out 45 days after anthesis (DAA), when the calice is broken and is yellowish green and light yellowish brown in color and the fruit is dark green (BARROSO, 2015).

The propagation of this plant can be done by seeds as they have a high germination potential (85 to 90%) and germinate 10 to 15 days after sowing (RUFATO *et al.*, 2013). This species shows undetermined growth, which causes great unevenness in the fruit maturity stages, which is reflected in the fruit size and in the physiological quality of the seeds (BISOGNIN *et al.*, 1997). Smaller fruits tend to produce small seeds with less stored reserves, which are more likely to deteriorate after physiological maturity, especially in those fruits that were harvested while still immature (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

In most plants, fruit maturity is highly related to germination and seed vigor. In this condition, the seeds have maximum physiological quality, that is, maximum germination value and vigor. On the other hand, when the fruits are harvested when immature, they present low levels of germination (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

## INTRODUÇÃO

A *Physalis peruviana* L., pertencente à família Solanaceae, é uma fruta produzida em regiões tropicais (AFSAH, 2015) e cultivada nas mais variadas épocas e formas de manejos (MUNIZ *et al.*, 2010), sendo destinada basicamente para dois segmentos, processamento ou consumo *in natura* (RUFATO *et al.*, 2013).

O cultivo dessa espécie caracteriza-se pelo baixo custo de implantação, por ser acessível aos pequenos produtores, apresentando bom retorno econômico e boa adaptabilidade às diversas condições ambientais (LIMA *et al.*, 2010). Essa fruta oferece inúmeras oportunidades de agregação de valor para os produtores familiares, como preparo de geleias, sucos, doces, tortas, bolos etc. (RUFATO *et al.*, 2013).

A principal característica desta espécie é a produção de vitasteróides (vitanólidos, vitafisalinas, acnistinas, ixocarpalactonas, perulactonas e fisalinas), que apresentam grande importância farmacológica (TOMASSINI *et al.*, 2000). Seus frutos adocicados apresentam bom conteúdo de vitaminas A e C, ferro e fósforo, além de possuírem inúmeras propriedades medicinais, como redução do colesterol, da glicemia e ação diurética (RUFATO *et al.*, 2013).

O fruto apresenta formato arredondado, com diâmetro entre 1,25 e 2,50 cm, massa entre 4 e 10 g e possui de 100 a 300 sementes. Cada planta produz aproximadamente 2 kg de fruto (MUNIZ *et al.*, 2014). A colheita dos frutos visando a obtenção de sementes de maior qualidade fisiológica deve ser realizada aos 45 dias após a antese (DAA), quando o cálice se encontra rompido e com coloração verde amarelado e marrom amarelado claro e o fruto na cor verde escuro (BARROSO, 2015).

A propagação dessa planta pode ser feita por sementes, uma vez que possuem alto potencial de germinação (85 a 90%) e germinam entre 10 a 15 dias após a sementeira (RUFATO *et al.*, 2013). Essa espécie apresenta crescimento indeterminado, o que acarreta grande desuniformidade nos estádios de maturidade dos frutos, refletindo no seu tamanho e na qualidade fisiológica das sementes (BISOGNIN *et al.*, 1997). Os frutos menores tendem a produzir sementes pequenas com menor quantidade de reservas armazenadas, maior propensão à deterioração após a maturidade fisiológica, principalmente aquelas colhidas ainda imaturas (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Na maioria das plantas, a maturidade dos frutos está altamente relacionada com a germinação e o vigor das sementes. Nessa condição, as sementes apresentam máxima qualidade fisiológica, isto é, máximo valor de germinação e vigor. Por outro lado, quando os frutos são colhidos imaturos, apresentam baixa germinação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

When the seeds are dried together with the pulp, they stick together and form agglomerates, which make cleaning and processing difficult. Also, they can serve as a substrate for the growth of microorganisms. The pulp adhered to the seeds can be removed through natural fermentation and by mechanical, or chemical processes (NASCIMENTO *et al.*, 1994).

The choice of the seed extraction method, as well as the sequence of operations, depends on the characteristics of the fruit the way in which the seeds are associated with the other parts of the fruit, the presence of mucilage, the presence of pathogens transmissible by seeds, the volume of fruits, tolerance of the seed to dehydration, and the purpose or destination of the fruit pulp (SILVA, 1983). However, the physiological quality of the seeds can be affected by the seed extraction method. Alves *et al.* (2009) found higher rates of emergence speed of *Talisia esculenta* Radlk seedlings when the pulp was removed from the seeds by fermenting them for 104 h.

Research on the relationship between the size of the fruit and the physiological quality of the seeds, as well as the effect of the method of extracting *Physalis* seeds are scarce. Such studies are necessary to obtain information relevant to germination and vigor in order to improve the establishment of the plants in the field. Thus, the objectives of this study were to evaluate the relationship between fruit size and the physiological quality of *Physalis* seeds and to establish an effective method for extracting its seeds.

## MATERIAL AND METHODS

This study was carried out at the Fitotechnics Laboratory, in the Department of Agronomy, Agricultural Sciences Center (CCA) of the State University of Londrina (UEL) in February 2017. The fruits used in this study were obtained from an experimental plot located in the city of Londrina, Paraná. The plants had been transplanted to the experimental plot on August 18, 2016. Typically, it takes about to five months after transplanting for the fruits to reach maturity. We harvested the fruits on January 16, 2017, when the fruits had reached maturity naturally. The work was conducted in two stages.

**Stage I:** Thirty fruits were separated into different size classes: small (< 1.25 cm), medium (1.25 - 2.50 cm), and large (> 2.5 cm), totaling 10 fruits of each size. The seeds from these fruits were removed and used for all the evaluations in this study.

As sementes, quando são secas juntamente com a polpa, ficam aderidas e formam aglomerados, dificultando a limpeza e processamento, podendo ainda servir de substrato para o crescimento de microrganismos. A remoção da polpa aderida à semente pode ser feita por meio da fermentação natural e empregando processos mecânicos ou químicos (NASCIMENTO *et al.*, 1994).

A escolha do método de extração das sementes, bem como da sequência de operações, é em função das características do fruto; da maneira como as sementes se encontram associadas as demais partes do fruto; da presença de mucilagem; da presença de patógenos transmissíveis pelas sementes; do volume de frutos; da tolerância da semente à desidratação; e da finalidade ou destino da polpa do fruto (SILVA, 1983). No entanto, a qualidade fisiológica das sementes pode ser afetada pelo método de extração das sementes. Alves *et al.* (2009) verificaram maiores índices de velocidade de emergência de plântulas de *Talisia esculenta* Radlk, oriundas de sementes fermentadas por 104 h para remoção da polpa.

Pesquisas sobre o tamanho dos frutos e sua relação com a qualidade fisiológica das sementes, bem como o método de extração de sementes de *Physalis* ainda são escassas, mas necessárias para obtenção de informações pertinentes à germinação e ao vigor, com o propósito de melhorar o estabelecimento da cultura a campo. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a relação entre tamanho de fruto e qualidade fisiológica de sementes de *Physalis*, bem como estabelecer um método eficaz para extração de suas sementes.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Fitotecnia, no Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Estadual de Londrina, UEL em fevereiro de 2017. Os frutos utilizados para execução deste trabalho foram obtidos de um experimento localizado no município de Londrina - PR. O transplante foi realizado no dia 18/08/2016 e a colheita, no dia 16/01/2017, quando ocorreu a maturação natural dos frutos. A condução do trabalho se deu em duas etapas.

**Etapa I:** trinta frutos foram separados em diferentes tamanhos: pequenos (< 1,25 cm), médios (1,25 - 2,50 cm) e grandes (> 2,5 cm), totalizando 10 frutos de cada tamanho. As sementes oriundas desses frutos foram retiradas e utilizadas ao longo das avaliações.

**Stage II:** The fruits classified in the previous stage were subjected to two methods of seed removal: manual extraction, where five fruits were macerated in a plastic sieve (325 mm mesh) and mechanical extraction, where, in a blender, five fruits were beaten with 500 mL of water and separated into pulp and seeds (decantation). In both extraction methods, the seeds were washed in running water until the adherent pulp was completely removed. Then, to remove excess water, the seeds were placed on paper towels, and were kept in the laboratory at 25 °C for 24 h.

The experiment was carried out in a completely randomized design in a 3×2 factorial scheme, with 4 replications of 50 seeds each. The factors consisted of three fruit sizes (small, medium, and large) and two extraction methods (manual and mechanical).

The evaluation of the physiological quality of the seeds was determined by the following tests:

**First germination count (1°C):** This was conducted together with the germination test, counting the number of normal seedlings on the seventh day after sowing, and the results expressed as a percentage of normal seedlings (BRASIL, 2009).

**Germination speed index (IVG):** The germination speed index was calculated from the daily count of the germinated seeds, undertaken from the seventh day onwards, using the formula described by Maguire (1962):  $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$ , where, G1, G2, and Gn are the number of normal seedlings counted in the first, second, and the  $n^{th}$  (last) count, respectively; N1, N2, and Nn are the number of sowing days at the first, second, and  $n^{th}$  (last) count, respectively.

**Germination (Germ.):** To verify the percentage of the seeds that germinated, four repetitions of 50 seeds were used. These were evenly distributed in gerboxes (11 × 11 × 3 cm) containing a sheet of blotting paper, moistened with distilled water in an amount equivalent to 2.5 times the weight of the dry substrate. These gerboxes were then kept in a germinator at 25 °C. At 28 days, the percentage of normal, abnormal, and non-germinated seedlings were counted, according to the recommendations of the Seed Analysis Rules (RAS) for small seeds (BRASIL, 2009).

**Seedling length (Length):** At the end of the germination test (28 days), seedlings considered normal were measured with the aid of a millimeter-graded ruler, and the result was expressed in centimeters (NAKAGAWA, 1999).

**Etapa II:** Os frutos classificados na etapa anterior foram submetidos a dois métodos de remoção das sementes: manual (peneira) e mecânico (liquidificador). Extração manual: 5 frutos foram macerados em peneira plástica (malha 325 mm); Extração Mecânica: no liquidificador, 5 frutos foram batidos com 500 mL de água e separado em polpa e sementes (decantação). Nos dois métodos de extração, as sementes foram lavadas em água corrente até a retirada total da polpa aderida. Em seguida, para retirar o excesso de água, as sementes foram postas sobre papel toalha, permanecendo em temperatura ambiente (Laboratório) (25 °C) durante 24 h.

O experimento foi realizado no delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (3x2), com 4 repetições de 50 sementes. Os fatores consistiram em três tamanhos de frutos (pequeno, médio e grande) e dois métodos de extração (manual e mecânico).

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes foi determinada pelos seguintes testes:

**Primeira contagem de germinação (1°C):** conduzida juntamente com o teste de germinação, sendo contabilizado o número de plântulas normais no sétimo dia após a sementeira, e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

**Índice de velocidade de germinação (IVG):** o índice de velocidade de germinação foi calculado por meio da contagem diária, a partir do sétimo dia, das sementes germinadas seguindo fórmula descrita por Maguire (1962):  $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$ , em que: G1, G2 e Gn = número de plântulas normais, computadas na primeira, segunda e última contagem; N1, N2, Nn = número de dias de sementeira à primeira, segunda e última contagem.

**Germinação (Germ.):** para verificação da porcentagem de germinação das sementes, utilizou-se quatro repetições de 50 sementes, distribuídas uniformemente em gerbox (11 x 11 x 3 cm) contendo uma folha de papel mata borrão, umedecida com água destilada na quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, posteriormente, os gerboxes foram mantidos em germinador a 25 °C. Aos 28 dias, foi contabilizada a porcentagem de plântulas normais, anormais e não germinadas, conforme recomendações das Regras para Análise de Sementes (RAS) para sementes pequenas (BRASIL, 2009).

**Comprimento de plântulas (Comp.):** ao final do teste de germinação (28 dias), as plântulas consideradas normais foram mensuradas com auxílio de régua graduada em milímetro, e o resultado foi expresso em centímetro (NAKAGAWA 1999).

**Seedling dry mass (DM):** This was carried out 28 days after placing the seeds in the gerboxes. The seedlings were placed in paper bags, taken to a greenhouse with forced air circulation and maintained at 80 °C, and kept there for 24 h. The results were expressed in grams per seedling, as recommended by Nakagawa (1999).

The data were analyzed for normality and homogeneity, and when these assumptions were met, they were subjected to analysis of variance. The means were compared by the Tukey test at 5% probability of error with the aid of the SISVAR software.

**Massa seca de plântula (MS):** realizada ao final do teste de germinação (28 dias), sendo as plântulas colocadas em sacos de papel e levadas para estufa com circulação de ar forçado, mantida à temperatura de 80°C, por 24 h. Os resultados foram expressos em gramas por plântula, conforme recomendações de Nakagawa (1999).

Os dados foram analisados quanto à normalidade e homogeneidade e, ao atenderem seus pressupostos, foram submetidos à análise de variância; e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro com auxílio do software SISVAR.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

The results obtained showed no statistical difference for the variable first germination count (1<sup>ª</sup>C). However, for the other characteristics (IVG, Germ., Length, and DM), there was a significant interaction between the two factors under study (Table 1).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos, não foi observada diferença estatística para a variável primeira contagem de germinação (1<sup>ª</sup>C), porém, para as demais características (IVG, Germ, Comp., MS), houve interação entre os dois fatores em estudo (Tabela 1).

**Table 1** - Analysis of variance with mean square values of the studied variables of *Physalis peruviana* L. seeds as a function of two forms of seed extraction (manual × mechanical) and three fruit sizes (small, medium, and large). Londrina - PR, 2019

**Tabela 1** - Análise de variância com valores do quadrado médio das variáveis estudadas de sementes de *Physalis peruviana* L. em função de duas formas de extração de semente (manual x mecânica) e três tamanhos de frutos (pequeno, médio e grande). Londrina - PR, 2019

Variation Source	Medium Square				
	1 <sup>ª</sup> C	IVG	Germ.	Length	DM
Extraction (E)	0.37 <sup>ns</sup>	1.64**	1261.50**	7.32**	0.000012**
Size (S)	0.17 <sup>ns</sup>	0.53**	255.50**	0.76 <sup>ns</sup>	0.000004**
E × S	1.30 <sup>ns</sup>	1.31**	630.50**	1.98**	0.000004**
Average	1.81	-	-	-	-
CV	37.99	20.68	17.83	15.58	24.89

1<sup>ª</sup>C: first germination count; IVG: germination speed index; Germ.: germination; Length: seedling length; DM: seedling dry mass. \*\* Significant at 1%; <sup>ns</sup> Not significant by the Tukey test.

1<sup>ª</sup>C: primeira contagem de germinação; IVG: índice de velocidade de germinação; Germ.: germinação; Comp.: comprimento de plântula; MS: massa seca de plântula. \*\*Significativo a 1%; <sup>ns</sup> Não significativo pelo teste de Tukey.

When comparing the size of the fruits in relation to the ways of extracting the seeds (Table 2), it was noted that the seeds extracted from medium sized fruits differed in comparison to the fruits of other sizes, and that when submitted to the grinding process, showed the lowest IVG. As for seeds that were manually extracted, there was a different response the average fruits had a higher average, although they did not differ significantly from the small fruits.

Ao comparar o tamanho dos frutos em relação às formas de extração das sementes (Tabela 2), foi possível observar que as sementes extraídas de frutos médios se diferenciaram em relação aos outros tamanhos, sendo as sementes submetidas ao processo de trituração aquelas que apresentaram menor IVG. Já para as sementes provenientes da extração manual, houve resposta diferente, uma vez que os frutos médios apresentaram maior média, apesar de não se diferenciarem dos frutos pequenos.

This trend could also be observed for Germ., as this is related to IVG and this variable is a reflection of the daily germination rate (Table 2).

However, the size of the fruits influenced Germ. and the IVG as seeds from large and small fruits extracted mechanically showed higher averages. These results corroborate those obtained by Dresch *et al.* (2013) in their study on gabioba (*Campomanesia adamantium* (Cambess.)), where they observed that the size of the fruits is directly related to the germination and the vigor of the seeds.

The seeds from small fruits showed no difference in Length between the two methods of seed extraction. In contrast, the manual extraction process provided greater Comp. in seedlings from medium and large fruits (Table 2).

Essa tendência também pôde ser observada para a germinação (Germ), já que existe uma relação com o IVG, uma vez que essa variável é reflexo da taxa de germinação diária (Tabela 2).

No entanto, o tamanho dos frutos influencia a germinação e o índice de velocidade de germinação, já que sementes provenientes de frutos grandes e pequenos extraídas de forma mecânica apresentaram maiores médias. Esses resultados corroboram os obtidos por Dresch *et al.* (2013) em trabalho realizado com gabioba (*Campomanesia adamantium* (Cambess.)), os quais observaram que o tamanho dos frutos se relaciona diretamente com a germinação e o vigor das sementes.

As sementes provenientes de frutos pequenos não apresentaram diferença no comprimento de plântulas (Comp.) quanto à forma de extração das sementes. Em contrapartida, o processo de extração manual proporcionou maior Comp. em plântulas oriundas de frutos médios e grandes (Tabela 2).

**Table 2** - Interaction between type of seed extraction (manual × mechanical) and fruit sizes (small, medium, and large) for the studied variables of *Physalis* seeds (*Physalis peruviana* L.). Londrina - PR, 2019

**Tabela 2** - Interação entre formas de extração de semente (manual × mecânica) e tamanhos de frutos (pequeno, médio e grande) para as variáveis estudadas de sementes de fisális (*Physalis peruviana* L.). Londrina - PR, 2019

	Small	Medium	Big
	IVG		
Mechanical	1.49 Aa*	0.30 Bb	1.13 Aa
Manual	1.56 Aab	1.76 Aa	1.17 Ab
	Germ. (%)		
Mechanical	35.00 Aa	10.0 Bb	26.00 Aa
Manual	40.0 Aab	45.0 Aa	30.00 Ab
	Length (cm)		
Mechanical	3.10 Aa	1.57 Bb	2.75 Ba
Manual	3.47 Aa	3.80 Aa	3.46 Aa
	DM (g)		
Mechanical	0.0028 Aa	0.0004 Bb	0.0026 Ba
Manual	0.0029 Aa	0.0033 Aa	0.0038 Aa

IVG: germination speed index; Germ.: germination; Length: seedling length; DM: dry mass of the seedling; \* Means followed by the same letter, uppercase in the column and lowercase in the row, do not differ by Tukey test at 5% probability.

IVG: índice de velocidade de germinação; Germ.: germinação; Comp.: comprimento de plântula; MS: massa seca da plântula; \*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

This relationship shows that large fruits generate larger seeds, corroborating the findings from a study on the size of gabiroba seeds, according to which seeds from large fruits may result in seedlings with high biomass accumulation, which, possibly, will result in more vigorous seedlings and larger seeds with greater survival capacity (DRESCH *et al.*, 2013).

In addition, the size of the seeds is a factor directly linked to their exposure to the mechanical extraction process, and larger seeds are more exposed to this process, which is largely responsible for causing physical damage to the seeds, affecting vital parts, and subsequently interfering negatively with the vigor of the seedlings. This idea was reinforced by Costa *et al.* (2008), who report that extraction by crushing can cause damage that makes embryos unfeasible and compromises the integrity of the seed coat.

However, when analyzing the forms of extraction between the different sizes of fruits, it was observed that, for the mechanical extraction, the seeds from small and large fruits presented average Comp. values, higher than the average seeds.

When analyzing DM, the same relation found for Comp. was observed, in that, small and large fruit seeds transferred larger amounts of matter to the seedlings in formation, thus ensuring greater dry matter weight (Table 2).

Vinhal-Freitas *et al.* (2011) found a relationship between seed size and vigor. In their study, soybean seeds with larger diameters demonstrated greater germination capacity. On the other hand, Dresch *et al.* (2013), in their study on gabiroba, found that the size of the fruit influences the length, width, mass, and number of seeds, so that there is an increase in the values of these variables as the diameter of the fruit increases.

## CONCLUSION

In conclusion, our study showed that the physiological potential of *Physalis* seeds was influenced by the size of the fruits and that manual extraction was more efficient for maintaining germination and vigor of *Physalis* seeds when compared to mechanical extraction.

## ACKNOWLEDGEMENTS

To CAPES (Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel), CNPq (National Council for Scientific and Technological Development), and the State University of Londrina (UEL) for their support.

Essa relação mostra que frutos grandes geram sementes maiores, corroborando a pesquisa feita com tamanho de sementes de gabiroba, segundo a qual sementes oriundas de frutos grandes podem representar a obtenção de plântulas com elevado acúmulo de biomassa, que, possivelmente, originarão mudas mais vigorosas, sementes maiores e com maior capacidade de sobrevivência (DRESCH *et al.*, 2013).

Além disso, o tamanho das sementes é fator diretamente ligado à exposição das mesmas ao processo mecânico de extração, sendo que sementes maiores ficam mais expostas a este processo, o qual se faz grande responsável por causar danos físicos às sementes, afetando partes vitais e interferindo posteriormente de forma negativa no vigor das plântulas. Ideia essa reforçada por Costa *et al.* (2008), que relatam que a extração por trituração pode causar danos que inviabilizam os embriões e comprometem a integridade do tegumento das sementes.

Ainda na interação entre os fatores estudados, na característica de comprimento de plântula (Comp.), ao analisar as formas de extração entre os diferentes tamanhos de frutos, observou-se que, para a extração por trituração, os frutos pequenos e grandes apresentaram médias superiores em relação às sementes médias.

Ao analisar a massa seca (MS) observou-se a mesma relação encontrada para comprimento de plântulas, em que sementes de frutos pequenos e grandes transferiram quantidades maiores de matéria para as plântulas em formação, garantindo dessa forma maior peso de matéria seca (Tabela 2).

Vinhal-Freitas *et al.* (2011) constataram uma relação entre o tamanho de sementes e o vigor, em que sementes de soja com maiores diâmetros demonstram maior capacidade de germinação. Por outro lado, Dresch *et al.* (2013), em trabalho realizado com gabiroba, verificaram que o tamanho dos frutos tem influência sobre o comprimento, largura, massa, número de sementes, de forma que há um acréscimo nos valores dessas variáveis à medida que se aumenta o diâmetro dos frutos.

## CONCLUSÃO

O potencial fisiológico das sementes foi influenciado pelo tamanho dos frutos e a extração manual foi mais eficiente para manter a germinação e o vigor das sementes de *Fisális* se comparada à extração mecânica.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e a Universidade Estadual de Londrina - UEL pelo apoio.

## CITED SCIENTIFIC LITERATURE

- AFFSAH, A. F. E. Survey of insects & mite associated Cape gooseberry plants (*Physalis peruviana* L.) and impact of some selected safe materials against the main pests. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 60, n. 1, p. 183-191, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aogas.2015.04.005>
- ALVES, E. U.; SILVA, K. B.; GONÇALVES, E. P.; de ALMEIDA CARDOSO, E.; ALVES, A. U. Germinação e vigor de sementes de *Talisia esculenta* (St. Hil) Radlk. em função de diferentes períodos de fermentação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 4, p. 761-770, 2009.
- BARROSO, S. N. **Maturação de frutos e viabilidade de sementes de *Physalis ixocarpa* Brot. ex Hormen.** 2015. 39 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.
- BISOGNIN, D. A.; MENEZES, N. L. D.; BELLÉ, R. A.; ALBINI, A. M. Efeito do tamanho de fruto e do método de extração na qualidade fisiológica de sementes de porongo. **Ciência Rural**, v. 27, n. 1, p. 13-19, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84781997000100003>
- BORGES, S. R. D. S. **Alterações fisiológicas, bioquímicas e morfológicas durante a maturação de sementes híbridas de tomate.** 2018. 143f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes.** Brasília, 2009. 364p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciências, tecnologias e produção.** 5.ed., Jaboticabal; FUNEP, 2012. 590p.
- COSTA, N. P.; MARCOS FILHO, J.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. **Teste de tetrazólio em semente de soja com acondicionamento abreviado.** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 2008. 8p.
- DRESCH, D. M.; SCALON, S. D. P. Q.; MASETTO, T. E.; VIEIRA, M. D. C. Germinação e vigor de sementes de gabioba em função do tamanho do fruto e semente. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 3, p. 262-271, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1983-40632013000300006>
- LIMA, M. C. S.; ALDRIGHI G. M.; FONSECA P. T. Z., DE ROSSI R. A.; FACHINELLO, J. C. Sistemas de tutoramento e épocas de transplante de *physalis*. **Ciência Rural**, v. 40, n. 12, p. 2472-2479, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010001200006>
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop science**, v. 2, p. 176-177, 1962. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>
- MUNIZ, J.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L. Cultivo de *Physalis peruviana* L.: uma nova alternativa para pequenos produtores. **Jornal da Fruta**, n. 228, p. 22, 2010.
- MUNIZ, J.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L.; PELIZZA, T. R.; RUFATO, A. R.; MACEDO, T. A. General aspects of *Physalis* cultivation. **Ciência Rural**, v. 44, n. 6, p. 964-970, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782014005000006>
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. de B. **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: Abrates, 1999. p. 20-31.
- NASCIMENTO, W. N.; PESSOA, H. B. S. V.; SILVA, J. B. C. Remoção da mucilagem e seus efeitos na qualidade das sementes de pepino e tomate. **Horticultura Brasileira**, v. 12, n. 2, p. 169-172, 1994.
- OLIVEIRA, L. M. Medição do CO<sub>2</sub> como método alternativo para a diferenciação do vigor de lotes de sementes de melancia. **Ciência Rural**, v. 45, n. 4, p. 606-611, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20130594>
- RUFATO, A. D. R.; RUFATO, L.; LIMA, C. S. M.; MUNIZ, J. A cultura da physalis. **Embrapa Uva e Vinho- Capítulo em livro técnico-científico**, p. 172-238, 2013.
- SILVA, R. F. Extração de Sementes de Frutos Carnosos. In: CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. (ed). **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**, p. 379-404, 1983.
- TOMASSINI, T. C. B.; BARBI, N. S.; RIBEIRO, I. M.; XAVIER, D. C. D. Gênero *Physalis* – uma revisão sobre vitaesteróides. **Química Nova**, v. 23, n. 1, p. 47-57, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422000000100011>
- VINHAL-FREITAS, I. C.; JUNIOR, J. E. G.; SEGUNDO, J. P.; VILARINHO, M. S. Germinação e vigor de sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. **Agropecuária Técnica CCA-UFPB**, v. 32, n. 1, p. 108-114, 2011. DOI: <https://doi.org/10.25066/agrotec.v32i1.9567>