

## Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 13 (12)

December 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/131220201159>

Article link

<http://sea.ufr.edu.br/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=1159&path%5B%5D=pdf>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES, CrossRef, ICI Journals Master List.



## Potencial fisiológico de sementes de grão-de-bico

### Physiological potential of chickpea seeds

L. B. X. Dias & É. F. Leão-Araújo

Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí

\* Author for correspondence: [leticia\\_bxd@hotmail.com](mailto:leticia_bxd@hotmail.com)

**Resumo.** A cultura do grão-de-bico é cultivada predominantemente nas regiões áridas e semiáridas do mundo. A Índia é o maior país produtor, no Brasil a produção é escassa, levando o país a importar a quase totalidade do que é consumido. Os grãos são uma boa fonte de carboidratos, proteínas e ainda aminoácidos essenciais. Um dos primeiros passos para uma produção rentável é o conhecimento em relação à disponibilidade de sementes de alta qualidade. O teste de germinação, avalia a formação de plântulas normais em condições ideais, por isso, este deve associar-se à testes de vigor, germinação rápida e uniforme das sementes, simulando adversidades do campo. Dentre os testes utilizados são comuns o envelhecimento acelerado e a condutividade elétrica, bem como o estudo da curva de absorção de água pelas sementes. O envelhecimento acelerado baseia-se em temperatura e umidade elevadas, condições de estresse reais em campo ou no armazenamento. Para o grão-de-bico, recomenda-se o uso de solução salina saturada, exposição de 24 h, à 41 °C e avaliação na primeira contagem. A condutividade elétrica é determinada pela quantidade de lixiviados, quanto maiores os valores, menor o vigor. A metodologia mais adequada é o uso de 75 sementes, volume de 100 mL de água, durante 30 h de embebição. O processo de embebição de água pelas sementes ocorre de acordo com um padrão trifásico. Em trabalhos com a espécie não houve definição nítida entre as três fases. Porém, o modelo Peleg se ajustou aos dados de embebição das cultivares analisadas. Existem outras formas eficientes, ainda não descritas, para avaliação do potencial fisiológico nesta espécie, dentre elas o teste de tetrazólio, imagens de scanners e radiografadas, ou ainda ressonância magnética de sementes. Embora essas ferramentas demandem equipamentos de alto custo, elas podem agilizar e aumentar a precisão da análise de sementes.

**Palavras-chaves:** *Cicer arietinum*, condutividade elétrica, embebição, envelhecimento acelerado.

**Abstract.** The chickpea crop is grown predominantly in the arid and semi-arid regions of the world. India is the largest producing country, in Brazil production is scarce, leading the country to import almost all of what is consumed. Grains are a good source of carbohydrates, proteins and even essential amino acids. One of the first steps towards profitable production is knowledge about the availability of high-quality seeds. The germination test, evaluates the formation of normal seedlings in ideal conditions, so it must be associated with vigor tests, rapid and uniform germination of the seeds, simulating adversities in the field. Among the tests used, accelerated aging and electrical conductivity are common, as well as the study of the water absorption curve by the seeds. Accelerated aging is based on high temperature and humidity, real stress conditions in the field or in storage. For chickpeas, it is recommended to use saturated saline solution, 24 h exposure, at 41 °C and evaluation at the first count. The electrical conductivity is determined by the amount of leachate, the higher the values, the less vigor. The most suitable methodology is the use of 75 seeds, volume of 100 mL of water, during 30 h of soaking. The process of water imbibition by the seeds occurs according to a three-phase pattern. In studies with the species, there was no clear definition between the three phases. However, the Peleg model adjusted to the imbibition data of the analyzed cultivars. There are other efficient ways, not yet described, for evaluating the physiological potential in this species, among them the tetrazolium test, images from scanners and radiographs, or even magnetic resonance of seeds. Although these tools require expensive equipment, they can streamline and increase the accuracy of seed analysis.

**Keywords:** accelerated aging, *Cicer arietinum*, electrical conductivity, imbibition.

## Contextualização e análise

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma leguminosa, diploide ( $2n=16$ ), autógama, em que a polinização é completada antes da abertura das flores, fenômeno denominado de cleistogamia. Pertence à família Fabaceae, subfamília Papilionoideae, tribo Cicereae e gênero Cicer. A germinação é do tipo hipógea, uma vez que os cotilédones permanecem sob o solo (Nascimento, 2016). É uma planta classificada como herbácea e de ciclo anual (Ghribi et al., 2015).

A cultura do grão-de-bico é considerada como a segunda, na categoria das leguminosas para grão, mais importante do ponto de vista mundial. É cultivada predominantemente por agricultores pobres em recursos nas regiões áridas e semi-áridas do mundo (Singh et al., 2016). No Brasil a produção é escassa, levando o país a importar a quase totalidade do que é consumido, principalmente de países da América Latina como a Argentina e o México (Nascimento, 2016).

Os grãos são caracterizados como uma boa fonte de carboidratos e proteínas, e a qualidade da proteína é considerada melhor do que outras pulses. Possui quantidades significativas de todos os aminoácidos essenciais. O amido é o principal carboidrato armazenado seguido de fibra alimentar, os lipídios são presentes em quantidades baixas, mas o grão-de-bico é rico em ácidos graxos insaturados nutricionalmente importantes, como ácido linoleico e oleico (Hirdyani, 2014).

É uma fonte barata e importante de proteínas para aquelas pessoas que não podem comprar proteína animal ou que seguem dietas restritivas com relação ao uso de alimentos de origem animal – vegetarianos e veganos (Rasool et al., 2015). Segundo Santos et al. (2017), além de ser uma excelente fonte de proteínas, carboidratos, minerais, vitaminas e fibras, diferencia-se de outras leguminosas pela sua maior digestibilidade, baixo teor de substâncias antinutricionais, e ainda apresenta alta disponibilidade de ferro, sendo considerado um alimento de elevado valor nutricional.

O desenvolvimento do cultivo desta espécie no mundo depende do melhoramento vegetal para adaptação das plantas em diversas regiões do mundo. Para isso, o maior banco de genes para raças de grão-de-bico no mundo é o ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics), com 17.250 acessos. A maior diversidade é da Índia (6930), seguida pelo Irã (4850), Etiópia (930), Afeganistão (700), Paquistão (480), Turquia (470), México (390), Síria (220), Chile (139), antiga União Soviética (133) e vários países do sul da Europa, norte da África, leste da África, América do Sul e América do Norte (Redden & Berger, 2007).

O grão-de-bico é uma das mais antigas leguminosas cultivadas e é consumido amplamente em todo o mundo (Rasool et al., 2015). Os primeiros registros de colheita e utilização desta leguminosa

na alimentação, ocorreram em 8.000 aC em Tell Abu Hureyra, na Síria; de 7.500 a 6.800 em Cayonu, na Turquia; e 5450 aC em Hacilar, também na Turquia (Redden & Berger, 2007). Segundo Vavilov (1951), existem quatro prováveis centros de diversidade do grão-de-bico: Mediterrâneo, Ásia Central, Oriente Médio e Índia.

São reconhecidos dois tipos de grão-de-bico cultivados, Kabuli e Desi, cujas diferenças mais importantes se relacionam com a característica da semente, da planta e do comportamento a nível geral em relação aos fatores bióticos e abióticos adversos. O tipo Kabuli apresenta sementes de forma arredondada, cor creme e massa de 100 sementes maior que 25 g, enquanto que 100 sementes do tipo Desi apresentam massa menor que 25 g, têm forma angular e podem ser de cor verde, preta, amarelo, marrom e também creme. O tipo Kabuli apresentam plantas de maior altura (até 1 m) e seus ramos, folhas e flores nunca contém pigmentação antociânica. Por outro lado, o tipo Desi tem plantas mais baixas e, em geral, apresentam pigmentação antociânica (Espeche et al., 2014).

Conceitos mais modernos descreveram como sendo cinco centros de diversidade de cultivo com base nos dois tipos de sementes - Desi e Kabuli: a bacia do mar Mediterrâneo – para tipos de Kabuli de sementes brancas; Ásia Central; Ásia Ocidental como centro secundário de formas intermediárias entre Desi e Kabuli; Subcontinente indiano para tipo Desi colorido; Etiópia como um centro secundário para sementes do tipo Desi (Vishnyakova et al., 2017).

A Índia é o maior país produtor de grão-de-bico atingindo anualmente aproximadamente mais de 60% da produção global. Os outros principais países produtores de grão-de-bico incluem Paquistão, Turquia, Irã, Mianmar, Austrália, Etiópia, Canadá, México e Iraque. É cultivado em cerca de 30% da área cultivada nacional de pulses e contribui para cerca de 38% da produção nacional de pulses na Índia (Sukla et al., 2013).

No Brasil a pequena produção de grão-de-bico tem sido insuficiente para atender ao consumo interno, havendo necessidade de importar quantidades crescentes. As importações brasileiras, em sua maior parte provenientes do México e da Argentina, aumentaram consideravelmente nos últimos anos. Segundo relatório do SECEX/DECEX (Secretaria de Comercio Exterior/Departamento de Operações de Comercio Exterior) no ano de 2013 o Brasil importou 7.571 toneladas de grão-de-bico a um custo total FOB de US\$ 8.970.965 (Artiaga et al., 2015).

Apesar de ser considerado um legume típico de climas frios, ele adapta-se muito bem às regiões tropicais, apresentando bom desenvolvimento e boa produtividade. Os poucos estudos realizados no Brasil mostram que a produtividade deste grão no solo e nas condições climáticas do país é alta quando comparada à média mundial de produtividade (Hoskem et al., 2017). Assim, o cultivo no Brasil pode ser uma excelente alternativa para

obtenção de grãos de alta qualidade para a alimentação e ainda uma boa possibilidade para rotação ou sucessão de culturas.

Um dos fatores que pode influenciar no aumento da produção e a possível autossuficiência do país é a existência de informações sobre cultivo de alta produtividade para a espécie. Um dos primeiros passos para uma produção rentável é o conhecimento adequado sobre os aspectos relacionados à disponibilidade de sementes de alta qualidade (Dias et al., 2019). Para Marcos Filho (2015), a excelência das sementes está diretamente relacionada à junção dos quatro pilares essenciais, são eles os atributos físicos, fisiológicos, genéticos e sanitários.

O componente físico está relacionado com a pureza das sementes, de forma que não ocorram no lote materiais indesejados como galhos, palhas ou partes de tegumento, dentre outras impurezas. A parte fisiológica refere-se à capacidade da semente de completar as suas atividades metabólicas, rumo à germinação rápida e uniforme, que caracteriza o vigor. O genético busca a fidelidade do material em questão, garantindo que o melhoramento genético ou mesmo a cultivar escolhida pelo produtor chegará ao campo com sucesso. Por fim, os atributos sanitários buscam a garantia de que as sementes não sofrem influência inicial negativa de insetos-pragas e doenças, o que pode ser favorecido por meio do tratamento de sementes.

A transformação e melhoria da agricultura está diretamente relacionada à utilização de sementes de alta qualidade na implantação das culturas. Segundo Van Gastel et al. (2007) diversos institutos nacionais e internacionais de pesquisa têm desenvolvido variedades de grão-de-bico com altos rendimentos, maior qualidade nutricional e tolerância à estresses bióticos e abióticos. Porém, estes impactos só podem ser absorvidos em sua totalidade por fazendas e empresas que têm acesso à lotes de sementes com altos padrões de qualidade.

Como entraves ao acesso à materiais de ponta tem-se os altos custos de tecnologia, produção e multiplicação de sementes, agregando um alto valor de compra desses insumos, impedindo também a consolidação de uma indústria de sementes de hortaliças leguminosas como o grão-de-bico e a ervilha, por exemplo. Além disso, problemas relacionados à mecanização principalmente em países em desenvolvimento também prejudicam o sucesso da indústria de sementes.

O sucesso do cultivo, em geral, está associado ao estabelecimento do estande ideal de plantas em campo, este por sua vez, relaciona-se entre outros fatores com a qualidade fisiológica das sementes utilizadas no plantio. De acordo com Martins et al. (2014) as empresas produtoras de sementes utilizam-se de testes de vigor associados com testes de germinação para tomar decisões na comparação de lotes e, assim, estabelecer políticas de armazenamento, comercialização e controle de qualidade.

Segundo Smaniotto et al. (2014), a qualidade de sementes é de extrema importância para que se obtenha produtividades satisfatórias, o armazenamento é uma forma de manutenção da qualidade fisiológica das sementes, sendo também uma forma de preservar o seu vigor e viabilidade até a semeadura. Sabe-se que a deterioração é um processo irreversível à semente, porém, os seus efeitos podem ser amenizados com medidas como o armazenamento adequado, retardando o processo de perda da qualidade das sementes.

A germinação de sementes é definida como o processo de formação de plântulas normais, com a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, sob condições favoráveis em campo (Brasil, 2009). Porém, as condições em que as sementes se encontram no solo para a germinação nem sempre são ótimas, como é o caso dos solos salinos, sódicos ou com déficit hídrico (Guedes et al., 2013). Assim, resultados obtidos em laboratório sob condições ideais podem não ser confirmados em campo.

Vigor compreende as propriedades das sementes que determinam o seu potencial para a emergência rápida e uniforme e desenvolvimento de plântulas normais, sob ampla diversidade de condições de ambiente (Aosa, 2009). Embora não exista metodologia padronizada de testes de vigor para todas as culturas, a associação destes ao teste de germinação pode proporcionar uma maior confiabilidade dos dados, simulando de forma mais eficiente as condições adversas existentes em campo e contribuindo para o controle da qualidade de sementes.

Dentre os testes de vigor utilizados na avaliação da qualidade fisiológica de sementes são comuns o envelhecimento acelerado e a condutividade elétrica, bem como a criação/modelagem e estudo da curva de absorção de água pelas sementes podem contribuir para melhor compreensão dos fenômenos que ocorrem durante o processo de formação da plântula, sempre com o objetivo de otimizar tal processo.

#### *Envelhecimento acelerado*

Este teste baseia-se no fornecimento de temperatura e umidade relativa do ar elevadas, simulando condições de estresse reais em campo ou durante o armazenamento. Tais condições são proporcionadas pela forma de execução do teste, na qual uma camada uniforme de sementes é colocada sobre tela no interior de caixas de germinação do tipo Gerbox®, com água no fundo, tampadas e expostas à altas temperaturas em câmara de envelhecimento. Isso ocorre por períodos relativamente curtos, sendo as sementes colocadas pra germinar logo após estes períodos.

Aqueles lotes de sementes de alto vigor manterão sua viabilidade após submetidos a essas condições, enquanto os de baixo vigor terão sua viabilidade reduzida (Nascimento et al, 2014; Marcos-Filho, 2015). De forma análoga, é possível identificar qual seria o comportamento dos lotes logo

após a semeadura ou mesmo durante o período armazenado, possibilitando a seleção daqueles que forem favoráveis ao cultivo ou manutenção no armazém.

O método tem sido utilizado com sucesso para sementes de soja (Marcos-Filho, 1999; Dutra & Vieira, 2004), milho (Fessel et al., 2006) e outras espécies como crambe (Leão et al., 2016). Porém, vários fatores podem afetar a qualidade dos resultados gerados pelo teste, dentre eles estão a temperatura e o tempo de exposição a esta temperatura.

Condições altamente estressantes podem interferir na eficiência do teste de vigor, de maneira que a deterioração acelerada das sementes pode prejudicar os resultados esperados com o teste. Segundo Marini et al. (2012), a temperatura influencia na viabilidade e no vigor da semente, interferindo no processo respiratório, comprometendo a atividade de enzimas importantes neste processo.

Uma alternativa do modelo tradicional do teste de envelhecimento acelerado é ser o uso de solução salina saturada. Este método tem o objetivo de reduzir a umidade relativa do ar durante a exposição das sementes às altas temperaturas. Alternativa que tem sido recomendada para avaliação de várias espécies como o tomate (Panobianco & Marcos-Filho, 2001), coentro (Radke et al., 2016), arroz (Monteiro et al., 2017) e soja (Marcos-Filho et al., 2000). O resultado da redução de umidade é a menor velocidade de captação de água e consequentemente redução da deterioração das sementes (Jianhua & McDonald, 1996; Panobianco & Marcos-Filho, 2001), com possíveis reflexos na melhoria do ranqueamento dos lotes em níveis de vigor.

Para o grão-de-bico, em metodologia descrita por Dias et al. (2020), os melhores resultados foram obtidos com o uso de solução salina saturada, com tempo de exposição de 24 h, à temperatura de 41 °C e avaliação de germinação na data da primeira contagem, que é aos cinco dias após a semeadura.

Estudos de Leão et al. (2016), com sementes de crambe, concordam com estes resultados, onde os autores descreveram como melhor metodologia a de solução salina, por 24 h, à 41 ou 45 °C, também com avaliação na primeira contagem. Um dos argumentos descritos para a não recomendação do método tradicional é de que este proporciona uma variação do teor de água, superior ao tolerável, entre as amostras. Resultados semelhantes a este foram obtidos por Gordin et al. (2015), utilizando-se o método tradicional com sementes de niger.

#### Condutividade elétrica

Após a maturidade, ainda em campo aguardando a colheita ou já em ambiente de armazenamento, as sementes são expostas à diversas mudanças, que caracterizam o processo degenerativo, o que faz com que o componente

fisiológico seja objeto de pesquisa (Freitas & Nascimento, 2006). O resultado da interação entre o armazenamento e o vigor das sementes pode ser determinado por meio de testes, como a condutividade elétrica, que é um teste eficiente na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de várias espécies como ervilha (Ferreira et al., 2017), girassol (Haesbaert et al., 2017), soja (Diniz et al., 2013) e feijão (Gomes Júnior et al., 2014).

As leituras dos valores de condutividade elétrica das soluções de imersão medem a intensidade da corrente elétrica entre dois pontos, determinada pela quantidade de lixiviados, indicando o nível de organização do sistema de membranas celulares e, indiretamente, o nível de vigor da amostra de sementes. Deste modo, quanto maiores os valores, menor o vigor das sementes (Silva et al., 2014).

O teste é realizado inicialmente com a obtenção da massa das sementes em balança de precisão, com número de sementes previamente determinado. As sementes são então imersas em recipiente com água deionizada, também contendo um volume conhecido, mantidos em temperatura constante, por determinado período. Ao final deste tempo faz-se a leitura da condutividade elétrica da solução, com o auxílio de um condutivímetro.

Entretanto, fatores como o número de sementes, volume de água e o tempo de embebição para cada espécie, podem afetar a eficiência do teste em classificar níveis de vigor. Para o grão-de-bico a metodologia mais adequada foi descrita por Dias et al. (2019) que relata que a execução do teste deve ser com o uso de sub-amostras de 75 sementes, com o volume de 100 mL de água, durante 30 h de embebição.

O volume de 100 mL de água, também foi eficientemente adotado em sementes de aveia-preta (Nogueira et al., 2013) e para espécies leguminosas como o feijão-caupi (Batista et al., 2012). O número mais elevado de sementes também foi relatado como eficiente por Medeiros et al. (2017) com sementes de *Moringa oleífera* Lam.

#### Curva de embebição

A reativação do metabolismo de sementes após o armazenamento ocorre a partir da absorção de água. Como a cultura do grão-de-bico é comumente propagada por sementes, informações neste sentido podem ser úteis aos estudos sobre a espécie. O processo de embebição desencadeia uma sequência de mudanças metabólicas que culminam com a protrusão da raiz primária, quando se refere às sementes viáveis e não dormentes (Carvalho & Nakagawa, 2000).

Bewley & Black (1978) propuseram um padrão de três fases para a descrição do processo de embebição de água pelas sementes. Porém, segundo Silva et al. (2018), o padrão trifásico varia de acordo com o tipo e espécie vegetal considerada. Dessa forma, tomar conhecimento da duração de cada fase é a maneira mais eficiente de desenvolver técnicas anteriores à germinação, como

condicionamento fisiológico, tratamento de sementes e ainda avaliar a existência de dormência em espécies vegetais.

A identificação das fases da curva é feita com a pesagem sistemática das sementes inicialmente e em intervalos de tempo específicos, até as 12 h a cada 1 h e posteriormente de 6 em 6 h, até ser atingido o total de 50% de emissão de raiz primária. Também pode ser feito o ajuste do modelo de Peleg (1988), para representação da cinética de hidratação das sementes de grão-de-bico, sendo este um modelo eficiente e comumente utilizado na descrição do processo de absorção de água pelas sementes.

A eficiência da modelagem de Peleg foi comprovada por Silva et al. (2018) que avaliaram o ajuste das curvas de embebição de cinco espécies à cinco modelos, estes autores concluíram que, para ervilha e lentilha, não houve definição nítida do início da terceira fase, ajustando-se assim o modelo de Peleg. A duração das fases depende, dentre outros fatores, das características morfológicas das sementes e do potencial hídrico da semente e do substrato (Rodrigues et al., 2008; Marcos-Filho, 2015).

De acordo com estudos de Dias et al. (2019) com duas cultivares de grão-de-bico, 'Cícero' e 'BRS Aleppo', não houve definição nítida entre as três fases do processo de germinação conforme proposto por Bewley & Black (1978). O maior tempo para início da fase de protrusão radicular pode ser condicionado por diferenças das sementes em relação ao tamanho, composição química e permeabilidade do tegumento. Porém, ainda assim, o modelo Peleg se ajustou aos dados de embebição das sementes das duas cultivares.

### Considerações Finais

O grão-de-bico é uma hortaliça leguminosa altamente nutritiva, fonte de proteínas, carboidratos, vitaminas e outros nutrientes e aminoácidos essenciais, a sua utilização tem sido bastante difundida. Atualmente o Brasil não é autossuficiente na produção dessa leguminosa, embora a produção no país tenha aumentado nos últimos anos ainda é necessário importar grande quantidade do grão. Apesar disso, as características edafoclimáticas do país já se mostraram altamente favoráveis ao cultivo da espécie, especialmente a região de Brasília e norte de Minas Gerais.

A produção de sementes de grão-de-bico, de maneira geral é semelhante à produção de grãos, porém, para obtenção de sementes de alta qualidade alguns critérios devem ser considerados. Como a escolha da área, que esteja livre de pragas e doenças, provenientes de cultivos com espécies da mesma família; a realização de inspeções de campo, o rouging, para garantir a pureza genética, varietal e física; regular bem colheitadeiras, para evitar a ocorrência de danos mecânicos; bem como outros cuidados no processo de beneficiamento, tratamento, embalagem e transporte das sementes.

Para avaliar a qualidade dos lotes devem ser utilizadas ferramentas de análise das sementes, geralmente é feito o teste de germinação padronizado para a espécie e outros testes de vigor, que geralmente não possuem metodologia bem definida e descrita para esta cultura. Por ser uma espécie de exploração relativamente recente no Brasil, o grão-de-bico pode ser alvo de diversos estudos com o objetivo de adequação de testes de vigor para determinação do potencial fisiológico das sementes.

Dentre as possibilidades que impulsionam as pesquisas nesse sentido, tem-se o teste de tetrazólio, que pode ser uma alternativa altamente eficiente por ser um teste realizado em um período de tempo relativamente curto e, além disso, fornecer um grande número de informações como níveis de viabilidade e vigor, possibilitando ainda identificar a origem dos danos (mecânico, umidade ou percevejo).

Outras alternativas são os testes que envolvem análise de imagens para determinação de vigor e viabilidade, seja de plântulas por meio de imagem de *scanner*, de sementes com o uso de imagens radiografadas, ou ainda, a ressonância magnética de sementes. Embora essas ferramentas demandem equipamentos de alto custo e altas tecnologias, elas podem agilizar ainda mais e aumentar a precisão do processo de análise de sementes, portanto, devem ser objeto de pesquisas futuras.

### Agradecimentos

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí pela concessão de bolsa à primeira autora.

### Referências

- AOSA - Association of Official Seed Analysts. Seed vigour testing handbook. East Lansing: AOSA, 334 p. 2009.
- ARTIAGA, O.P., SPEHAR, C.R., BOITEUX, L.S., NASCIMENTO, W.M. Avaliação de genótipos de grão de bico em cultivo de sequeiro nas condições de Cerrado. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 10: 102-109, 2015.
- BATISTA, N.A.S., DA LUZ, P.B., SOBRINHO, S. DE P., NEVES, L.G., KRAUSE, W. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi pelo teste de condutividade elétrica. Revista Ceres, 59: 550-554, 2012.
- BEWLEY, J.D., BLACK, M. Physiology and biochemistry of seed in relation to germination. Berlin: Springer Verlag, 306p. 1978.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. Regras para análise de sementes. Brasília, DF, 399 p. 2009.
- CARVALHO, N.M., NAKAGAWA J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 588p. 2000.
- DIAS, L.B.X., QUEIROZ, P.A. DE M., FERREIRA, L.B. DA S., DE FREITAS, M.A.M., LEÃO-ARAÚJO, É.F., DA SILVA, P.P., NASCIMENTO, W.M. Accelerated ageing as

- a vigour test on chickpea seeds. *Australian Journal of Crop Science*, 14: 339-346, 2020.
- DIAS, L.B.X., QUEIROZ, P.A. DE M., FERREIRA, L.B. DA S., DOS SANTOS, W.V., DE FREITAS, M.A.M., DA SILVA, P.P., NASCIMENTO, W.M., LEÃO-ARAÚJO, É.F. Teste de condutividade elétrica e embebição de sementes de grão-de-bico. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 14: 1-8, 2019.
- DINIZ, F.O., REIS, M.S., DIAS, L.A. DOS S., ARAÚJO, E.F., SEDIYAMA, T., SEDIYAMA, C.A. Physiological quality of soybean seeds of cultivars submitted to harvesting delay and its association with seedling emergence in the field. *Journal of Seed Science*, 35: 147-152, 2013.
- DUTRA, A.S., VIEIRA, R.D. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja. *Ciência Rural*, 34: 715-721, 2004.
- ESPECHE, C.M., VIZGARRA, O.N., PLOPER, L.D. Introducción y selección de líneas de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) tipo Kabuli para ser difundidas como nuevos cultivares en zonas de producción del Noroeste Argentino. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*, 91: 11-17, 2014.
- FERREIRA, L.B. DA S., FERNANDES, N.A., AQUINO, L.C. DE, SILVA, A.R. DA, NASCIMENTO, W.M., LEÃO-ARAÚJO, E.F. Temperature and seed moisture content affect electrical conductivity test in pea seeds. *Journal of Seed Science*, 39: 410-416, 2017.
- FESSEL, S.A., VIEIRA, R.D., CRUZ, M.C.P., PAULA, R.C., PANOBIANCO, M. Electrical conductivity testing of corn seeds as influenced by temperature and period of storage. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41: 1551-1559, 2006.
- FREITAS, R.A. DE, NASCIMENTO, W.M. Accelerated aging test on lentil seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, 28: 59-63, 2006.
- GHRIBI, A.M., SILA, A., GAFSI, I.M., BLECKER, C., DANTHINE, S., ATTIA, A., BOUGATEF, A., BESBES, S. Structural, functional, and ACE inhibitory properties of water-soluble polysaccharides from chickpea flours. *International Journal of Biological Macromolecules*, 75: 276-282, 2015.
- GOMES JUNIOR, F. G., CHAMMA, H.M.C.P., CICERO, S. M. Automated image analysis of seedlings for vigor evaluation of common bean seeds. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 36: 195-200, 2014.
- GORDIN, C.R.B., SCALON, S. DE P.Q., MASETTO, T.E. Accelerated aging test in niger seeds. *Journal of Seed Science*, 37: 234-240, 2015.
- GUEDES, R.S., ALVES, E.U., VIANA, J.S., GONÇALVES, E. P., LIMA, C.R., SANTOS, S.R.N. Germinação e vigor de sementes de *Apeiba tibourbou* submetidas ao estresse hídrico e diferentes temperaturas. *Ciência Florestal*, 23: 45-53, 2013.
- HAESBAERT, F.M., LOPES, S.J., MERTZ, L.M., LÚCIO, A.D., HUTH, C. Tamanho de amostra para determinação da condutividade elétrica individual de sementes de girassol. *Bragantia*, 76: 54-61, 2017.
- HIRDYANI, H. Nutritional composition of Chickpea (*Cicer arietinum* L) and value added products - a review. *Indian Journal Community Health*, 26: 102-106, 2014.
- HOSKEM, B.C.S., DA COSTA, C. A., NASCIMENTO, W.M., SANTOS, L.D.T., MENDES, R.B., MENEZES, J.B. DE C. Productivity and quality of chickpea seeds in Northern Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 12: 261-268, 2017.
- JIANHUA, Z., McDONALD, M.B. The saturated salt accelerated aging test for small-seeded crops. *Seed Science and Technology*, 25: 123-131, 1996.
- LEÃO, É.F., SANTOS, J.F. DOS, BARBOSA, R.M., VIEIRA, R. D. Accelerated ageing as a vigour test for crambe (*Crambe abyssinica*) seeds. *Australian Journal of Crop Science*, 10: 660-665, 2016.
- MARCOS-FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. 2.ed. Londrina: ABRATES, 660p. 2015.
- MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, p. 1-24. 1999.
- MARCOS-FILHO, J., NOVEMBRE, A.D.C., CHAMMA, H.M.C.P. Tamanho da semente e o teste de envelhecimento acelerado para soja. *Scientia Agricola*, 57: 473-482, 2000.
- MARINI, P., MORAES, C.L., MARINI, N., MORAES, D.M. DE, AMARANTE, L. DO. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de arroz submetidas ao estresse térmico. *Revista Ciência Agronômica*, 43: 722-730, 2012.
- MARTINS, C.C., SILVA, N. DA; MACHADO, C.G. Testes para a seleção de populações de cenoura visando ao vigor e à longevidade das sementes. *Ciência Rural*, 44: 768-774, 2014.
- MEDEIROS, M.L. DE S.; PÁDUA, G.V.G. DE; PEREIRA, M.D. Adaptação do teste de condutividade elétrica para sementes de Moringa oleífera. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 37: 269-275, 2017.
- MONTEIRO, D.T., TUNES, L.M., PACHECO, C., LEMES, E.S., ALMEIDA, A.S., MUNIZ, M.F.B. Envelhecimento acelerado e ocorrência de fungos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de arroz. *Revista de Ciências Agrárias*, 40: 94-104, 2017.
- NASCIMENTO, W. M. editor técnico. – Hortaliças leguminosas / Brasília, DF: Embrapa, 232 p. 2016.
- NASCIMENTO, W.M., SILVA, P.P. DA, FREITAS R. A. DE. Produção de sementes de ervilha. In: NASCIMENTO, W. M. editor técnico. Produção de sementes de hortaliças – Brasília, DF: Embrapa, p. 198. 2014.
- NOGUEIRA, J.L., SILVA, B.A. DA, CARVALHO, T.C. DE, PANOBIANCO, M. Electrical conductivity test for assessing the physiological potential of black oat seeds. *Revista Ceres*, 60: 896-901, 2013.
- PANOBIANCO, M., MARCOS-FILHO, J. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. *Scientia Agricola*, 58: 525-531, 2001.

- PELEG, M. An empirical-model for the description of the moisture sorption curves. *Journal of Food Science*, 53: 1216-1219, 1988.
- RADKE, A.K., REIS, B.B., GEWEHR, E., ALMEIDA, A.S., TUNES, L.M., VILLELA, F.A. Alternativas metodológicas do teste de envelhecimento acelerado em sementes de coentro. *Ciência Rural*, 46: 95-99, 2016.
- RASOOL, S., LATEF, A., ARAFAT, AHMAD, PARVAIZ. Chickpea. In book: *Legumes under Environmental Stress*, p.67-79. 2015.
- REDDEN, ROBERT, BERGER, J. History and origin of chickpea. *Chickpea Breeding and Management*. p. 1-13. 2007.
- RODRIGUES, A.P.D.C., LAURA, V.A., CHERMOUTH, K.D.S., GADUM. J. Absorption of water by parsley seed at two temperatures. *Revista Brasileira de Sementes*, 30: 49-54, 2008.
- SANTOS, I. H. V. DA S.; SOUZA, I. C. DE F.; SILVA, S. C. B. DA; KELLY PRISCILA DA SILVA MAIA NASCIMENTO, K. P. DA S. M.; OLIVEIRA, T. W. DE; LIMA, E. M. C.; SOUZA, S. F. N. DE. Análise nutricional e de aceitabilidade de empada à base de grão-de-bico, com recheio de frango e pupunha. *Saber Científico*, 6: 26 – 34, 2017.
- SHUKLA, M., PATEL, R.H., VERMA, R., DEEWAN, P., DOTANIYA, M. L. Effect of Bio-Organics and Chemical Fertilizers on Growth and Yield of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Under Middle Gujarat Conditions. *Vegetos*, 26: 183-187, 2013.
- SILVA, A.R. DA, LEÃO-ARAÚJO, E.F., REZENDE, B.R., SANTOS, W.V. DOS, SANTANA, H.A., SILVA, S.C.M., FERNANDES, N.A., COSTA, D.S., MESQUITA, J.C.P. DE. Modeling the three phases of the soaking kinetics of seeds. *Agronomy Journal*, 110: 164-170, 2018.
- SILVA, V.N., ZAMBIASI, C.A., TILLMANN, M.A.A., MENEZES, N.L., VILLELA, F.A. Condução do teste de condutividade elétrica utilizando partes de sementes de feijão. *Revista de Ciências Agrárias*, 37: 206-213, 2014.
- SINGH, V.K., KHAN, A.W., JAGANATHAN, D., THUDI, M., ROORKIWAL, M., TAKAGI, H., GARG, V., KUMAR, V., CHITIKINENI, A., GAUR, P. M., SUTTON, T., TERAUCHI, R., VARSHNEY, R. K. QTL-seq for rapid identification of candidate genes for 100-seed weight and root/total plant dry weight ratio under rainfed conditions in chickpea. *Plant Biotechnology Journal*, 14: 2110-2119, 2016.
- SMANIOTTO, T.A. DE S., RESENDE, O., MARÇAL, K.A.F., OLIVEIRA, D.E.C., SIMON, G.A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18: 446–453, 2014.
- VAN GASTEL, A.J.G., BISHAW, Z., NIANE, A.A., GREGG, B.R., GAN, Y. Chickpea Seed Production, 417-444 p. 2007.
- VAVILOV, N.I., The origin, variation immunity and breeding of cultivated plants, *Chronica Botanica*, 13: 1–366, 1951.
- VISHNYAKOVA, M.A., BURLYAEVA, M.O., BULYNTSEV, S.V., SEFEROVA, I.V., PLEKHANOVA, E.S., NUZHIDIN, S.V. Phenotypic diversity of chickpea (*Cicer arietinum* L.) landraces accumulated in the Vavilov collection from the centers of the crop's origin. *Russian Journal of Genetics: Applied Research*, 7: 170–179, 2017.