

**Potencial fisiológico de sementes de feijão guandu sob embalagens, condições de secagem e armazenamento**

**Physiological potential of pigeon pea seeds under packaging, drying and storage conditions**

**Potencial fisiológico de las semillas de gandul en condiciones de envasado, secado y almacenamiento**

Recebido: 24/11/2020 | Revisado: 03/12/2020 | Aceito: 07/12/2020 | Publicado: 10/12/2020

**Daniel Pereira da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7217-2886>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: [danielsilva.agron@gmail.com](mailto:danielsilva.agron@gmail.com)

**Samuel Gonçalves Ferreira dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1618-6877>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: [samuel-2100@hotmail.com](mailto:samuel-2100@hotmail.com)

**Vinícius Gonçalves Almeida**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9183-1149>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: [almeidaagropec@gmail.com](mailto:almeidaagropec@gmail.com)

**Renato Souza Rodovalho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0558-4098>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: [souzarodvalho@gmail.com](mailto:souzarodvalho@gmail.com)

**Luís Sérgio Rodrigues Vale**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6303-9063>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: [luis.sergio@ifgoiano.edu.br](mailto:luis.sergio@ifgoiano.edu.br)

**Resumo**

Neste trabalho objetivou-se avaliar o potencial fisiológico de sementes de feijão guandu submetidas a diferentes condições de secagem durante o armazenamento em diferentes embalagens. O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, em

esquema fatorial de 3x4x5 (três condições de secagem: secagem em estufa, secagem em secador experimental e secagem meia sombra; quatro tipos de embalagem: garrafa Pet, caixa Tetrapak, saco de Nylon e galão Pet de 5 L com vela e cinco períodos de armazenamento: 0, 30, 60, 90 e 120 dias). O potencial fisiológico das sementes foi avaliado pelo teste padrão de germinação, teor de água, condutividade elétrica, emergência e envelhecimento acelerado. O tipo de embalagem influencia o potencial fisiológico de sementes de feijão guandu durante o armazenamento. O acondicionamento de sementes de feijão guandu em garrafa Pet permite maior conservação da germinação e vigor durante os 120 dias de armazenamento. A condição de secagem em meia sombra garante maior potencial fisiológico das sementes de feijão guandu durante os 120 dias de armazenamento.

**Palavras-chave:** *Cajanus cajan*; Vigor; Deterioração.

### **Abstract**

The objective of this study was to evaluate the physiological quality of pigeonpea seeds submitted to different drying conditions during storage in different packages. The experiment was installed in a completely randomized design, in a 3x4x5 factorial scheme (three drying conditions: oven drying, drying in an experimental dryer and half shade drying; four types of packaging: Pet bottle, Tetrapak box, Nylon bag and 5 L Pet Gallon with candle and five storage periods: 0, 30, 60, 90 and 120 days). Seed quality was evaluated by the germination pattern, moisture content, electrical conductivity, emergence and accelerated aging. The type of packaging influences the quality of pigeonpea seeds during storage. The packaging of pigeon pea seeds in Pet bottle allows greater conservation of germination and vigor during the 120 days of storage. The condition of drying in half shade guarantees greater physiological quality of pigeon pea seeds during 120 days of storage.

**Keywords:** *Cajanus cajan*; Vigor; Deterioration.

### **Resumen**

El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad fisiológica de semillas de gandul sometidas a diferentes condiciones de secado durante el almacenamiento en diferentes paquetes. El experimento se instaló en un diseño completamente al azar, en un esquema factorial de 3x4x5 (tres condiciones de secado: secado en horno, secado en secadora experimental y secado a media sombra; cuatro tipos de empaque: botella Pet, caja Tetrapak, bolsa Nylon y Pet galón 5 L con vela y cinco periodos de conservación: 0, 30, 60, 90 y 120 días). La calidad de la semilla se evaluó mediante el patrón de germinación, contenido de agua, conductividad

elétrica, emergencia y envejecimiento acelerado. El tipo de empaque influye en la calidad de las semillas de gandul durante el almacenamiento. El envasado de semillas de gandul en botella PET permite una mayor conservación de la germinación y vigor durante los 120 días de almacenamiento. La condición de secado a media sombra garantiza una mayor calidad fisiológica de las semillas de gandul durante los 120 días de almacenamiento.

**Palabras clave:** *Cajanus cajan*; Vigor; Deterioro.

## 1. Introdução

O feijão guandu (*Cajanus cajan* (L) Millsp) consiste em uma leguminosa da família Fabaceae, de cultura perene, cultivada na Ásia, África e América do Sul. O feijão guandu se destaca por apresentar sistema radicular profundo, capaz de se desenvolver em solos com tendência em formar crosta na superfície com bom potencial na absorção de água e possibilidade de reciclagem de nutrientes das camadas mais profundas (Brazaca et al., 1996).

O feijão guandu é utilizado principalmente na forragicultura por apresentar elevado potencial na produção de massa verde, aliado ao seu alto valor nutritivo, e ainda, pode ser utilizado na produção de grãos para alimentação humana e animal (Silva et al., 2020). No entanto, poucas informações relacionadas a qualidade de sementes dessa espécie estão descritas na literatura, principalmente, envolvendo os processos de secagem e armazenamento.

A secagem é o processo que tem como objetivo diminuir o teor de água de um produto logo após a maturidade fisiológica, com o intuito de promover longos períodos de armazenamento (Sousa et al., 2015). Todavia, se conduzido inadequadamente, o processo de secagem tem papel significativo nas perdas da qualidade das sementes. Assim, a temperatura do ar de secagem deve ser controlada para evitar possíveis danos.

Além do processo de secagem, o armazenamento consiste em uma operação decisiva com o intuito de promover a qualidade fisiológica das sementes, ainda que sua qualidade não possa ser melhorada, condições adequadas durante esta etapa favorecem a manutenção da viabilidade das sementes por mais tempo, postergando o processo de deterioração. A qualidade das sementes durante o armazenamento está extremamente relacionada com a temperatura do ambiente e sua umidade relativa (Smanniotto et al., 2014). Estes fatores atuam no equilíbrio higroscópico das sementes e determina a manutenção da qualidade por mais ou menos tempo (Hornke et al., 2020).

O tipo de embalagem usado para armazenamento é de suma importância na preservação da viabilidade e vigor das sementes. As embalagens dependendo de seu grau de proteção quando submetidas a variações de umidade relativa e temperatura, podem reduzir ou obstruir as trocas de vapor de água entre as sementes e o ambiente externo, mantendo assim o teor de água inicial (Baudet & Villela, 2019; Bessa et al., 2015). Além disso, vale salientar que a embalagem é responsável pela proteção contra a invasão de insetos e roedores (Marcos Filho, 2015).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial fisiológico de sementes de feijão guandu submetidas a diferentes embalagens, condições de secagem e armazenamento.

## **2. Metodologia**

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Ceres, Ceres, GO. Foram utilizadas sementes de feijão guandu da cultivar Super N produzidas no Campus Ceres, no ano de 2018/2019. As coordenadas do local são: latitude S 15° 21' 00'' e longitude W 49° 35' 57''. O clima na região é Aw de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seco na temporada de inverno (Cardoso; Marcuzzo; Barros, 2014).

No momento da maturação fisiológica das sementes de feijão guandu, realizou-se a colheita das vagens que foram depositadas em sacos plásticos e levadas para o LAS. Posteriormente, realizou-se o processo de extração das sementes que foram depositadas em bandejas plásticas no laboratório. A média da temperatura e da umidade relativa no laboratório foi de 24,80 °C e de 79,22%, respectivamente. O teor inicial de água das sementes foi determinado pelo método padrão da estufa a  $105 \pm 3$  °C, por 24 h, com três repetições de 50 g (Brasil, 2009), até atingirem 16% de base seca (bs). Para o acompanhamento do teor de água, realizou-se pesagens consecutivas em balança analítica digital com 0,0001 g de precisão, até que as amostras atingissem o teor de água desejado.

Em seguida, as sementes foram submetidas a três condições de secagem até atingirem o teor de água de 13% b.s., sendo estas condições: estufa, secador experimental e meia sombra. Para a condição de secagem em estufa utilizou-se uma estufa de ventilação forçada, com temperatura controlada de 37 °C. Já para condição meia sombra, as sementes foram submetidas a secagem ambiente e cobertas com uma tela para evitar a incidência direta de

radiação solar. E por fim, a condição secador experimental, que utilizou-se um protótipo de secador de grãos, conforme descrito por (Silva et al., 2019). As temperaturas médias para as condições secador experimental e meia sombra foram de 44,1 °C e 29,5 °C respectivamente.

Após a redução do teor de água das sementes, estas foram condicionadas em diferentes embalagens (garrafa Pet, caixa Tetrapak, saco de Nylon e galão Pet de 5 L com vela) por cinco períodos de armazenamento (0, 30, 60, 90 e 120 dias).

Para avaliação do potencial fisiológico das sementes de feijão guandu, foram realizados os seguintes testes: teste padrão de germinação (primeira contagem), teor de água, condutividade elétrica, emergência de plântulas e envelhecimento acelerado.

O teste de germinação foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes. Utilizou-se como substrato o papel germitest, umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o seu peso seco. Os rolos de papel com as sementes foram mantidos em câmara de germinação à temperatura de 25 °C. As avaliações foram realizadas aos 4 (primeira contagem) e 10 dias, computando-se as plântulas consideradas normais (Brasil, 2009).

O teste de condutividade elétrica da solução de embebição das sementes foi feito pelo sistema de massa (Vidigal et al., 2009). Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes intactas, previamente pesadas em balança de precisão. As sementes foram colocadas em copos descartáveis com capacidade para 200 mL, nos quais foram adicionados 75 mL de água destilada. Os copos com as sementes e água foram colocados em câmara de germinação (B.O.D.) a 25 °C, por 24 horas. Após, foram realizadas as leituras de condutividade elétrica da solução de embebição das sementes com o condutímetro e os resultados foram expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ .

A avaliação da emergência em campo foi realizada com quatro repetições de 50 sementes de cada tratamento, as quais foram semeadas em canteiro com areia em casa de vegetação com nebulização intermitente três vezes ao dia. O substrato utilizado foi areia grossa, e a semeadura foi a uma profundidade de 2 cm, conforme Nakagawa (1999). O envelhecimento acelerado foi feito com quatro repetições de 200 sementes, para cada tratamento, as quais foram dispostas em camada única e distribuídas sobre uma tela de plástico, fixada no interior de uma caixa plástica do tipo “gerbox”, contendo no fundo solução de cloreto de sódio (NaCl). Em seguida, as caixas, tampadas, foram colocadas em B.O.D. a 38 °C por 72 horas (Silva et al., 2018). Após este período, as sementes foram colocadas para germinar, conforme metodologia descrita para o teste de germinação.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial de 3x4x5 (três condições de secagem: secagem em estufa, secagem em secador

experimental e secagem meia sombra; quatro tipos de embalagem: garrafa Pet, caixa Tetrapak, saco de nylon e galão Pet de 5 L com vela e cinco períodos de armazenamento: 0, 30, 60, 90 e 120 dias). Os dados foram submetidos a análise de variância e regressão. Para o fator, período de armazenamento, a análise de regressão polinomial também foi realizada.

### 3. Resultados e Discussão

Encontra-se na Tabela 1, o resumo da análise de variância para as características teor de água (TA), primeira contagem da germinação (PC), germinação (G), condutividade elétrica (CE), emergência (EMER) e envelhecimento acelerado (EA). Verifica-se que a interação secagem (SEC), embalagem (EMB) e armazenamento (Ep) foi significativa a 1% pelo teste de F para todas as características, exceto para primeira contagem da germinação e envelhecimento acelerado.

**Tabela 1** - Resumo da Análise de variância para o teor de água (TA), primeira contagem da germinação (PC), germinação (G), condutividade elétrica (CE, emergência (EMER) e envelhecimento acelerado (EA).

F.V	TA	PC	G	CE	EMER	EA
SEC	4,34 **	365,52 **	192,37**	4837304,25**	731,95**	1095,02**
EMB	3,74 **	269,77**	17,14 <sup>ns</sup>	318076,61**	192,99**	385,90**
ARM	4,47 **	1327,84**	1321,03**	21806479,10**	140,01**	3580,52**
SEC*EMB	0,96**	73,31**	185,64**	1201811,92**	213,18**	187,00**
SEC*ARM	0,75*	127,82 **	54,88*	1324612,30**	259,75**	169,95**
EMB*ARM	1,25 **	159,04 **	99,19**	682682,86**	89,83**	167,00**
SEC*EMB* ARM	0,29**	22,66 <sup>ns</sup>	98,43**	222814,82**	84,70**	21,07 <sup>ns</sup>
CV (%)	3,06	8,91	7,85	8,31	9,42	12,58

\*\* Significativa a 1%, \* Significativa a 5% e <sup>NS</sup> Não significativa pelo teste de F. Fonte: Autores.

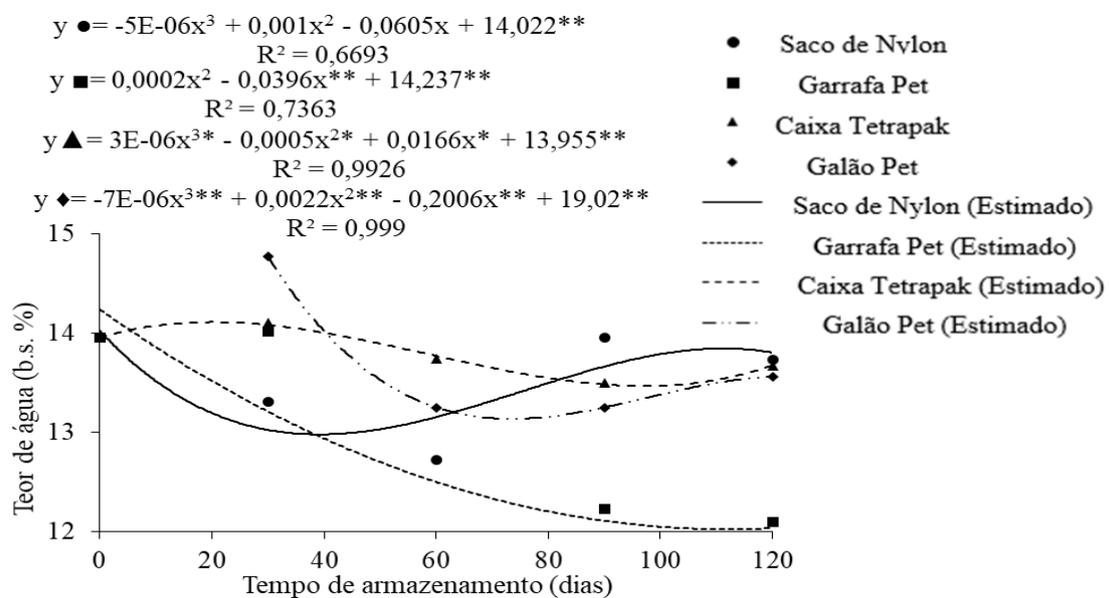
Na Figuras 1, 2 e 3 estão apresentados os valores médios de teores de água para sementes de feijão guandu submetidas a diferentes métodos de secagem e armazenadas em diferentes embalagens. Verifica-se que para todas as condições de secagem que a embalagem garrafa Pet apresentou decréscimo e, também, menores valores de teor de água aos 120 dias de armazenamento, seguida das embalagens caixa Tetrapak e galão Pet, respectivamente. Esta redução do teor de água pode ser relacionada com a permeabilidade da embalagem em que as sementes foram armazenadas, pois estas permitem troca de vapor d'água com o ambiente, o que ocorre devido as sementes serem higroscópicas (Smanniotto et al., 2014). Ainda na Figuras 1,2 e 3 percebe-se que aos 120 dias, que a embalagem saco de Nylon apresentou maiores valores médios de teores de água, independentemente das condições de secagem, evidenciando que esta não é adequada para o armazenamento de sementes de feijão guandu. Sementes e grãos possuem longevidade altamente dependente da disponibilidade de água em seu interior, sendo que o incremento do teor de água das mesmas pode prejudicar o armazenamento devido ao aparecimento de microrganismos (Bakhtavar; Afza; Basra, 2019).

Ainda na Tabela 1, verifica-se que o tratamento secagem foi significativo, evidenciando que houve diferença estatística entre as condições de secagem para a variável teor de água. Dessa forma, nota-se que aos 30 dias de armazenamento, que a condição de secagem em estufa foi a que apresentou maiores valores de teor de água, independentemente do tipo de embalagem, com valores médios de 13,31, 14,01, 14,10 e 14,77% para as embalagens saco de Nylon, garrafa Pet, caixa Tetrapak e galão Pet, respectivamente. Aos 120 dias de armazenamento, não houve diferença em relação as diferentes condições de secagem para as embalagens saco de Nylon e garrafa Pet, na qual os valores médios de teor de água foram de 13,62 e 12,27%, respectivamente. Já para as embalagens caixa Tetrapak e galão Pet, houve diferença, onde a condição de secagem em estufa promoveu maiores valores médios de teores de água, com valores médios de 13,67 e 13,56%, respectivamente.

Em relação os tipos de embalagem, verifica-se ainda que a embalagem garrafa Pet apresentou os menores valores médios de teor de água aos 120 dias de armazenamento (Figura 1,2 e 3). Os diferentes tipos de embalagens utilizadas resultaram em diferentes respostas na avaliação do teor de água das sementes, sendo influenciadas pelas características de permeabilidade de cada tipo (Cardoso et al., 2012). Silva et al. (2010) afirmam que o teor de água das sementes armazenadas nas embalagens permeáveis sofrem maior influência das condições atmosféricas do local de armazenamento do que as armazenadas nos outros tipos de embalagem, pois este tipo de embalagem não oferece nenhuma resistência às trocas de vapor de água das sementes com o meio no qual estão armazenadas, diferentemente das

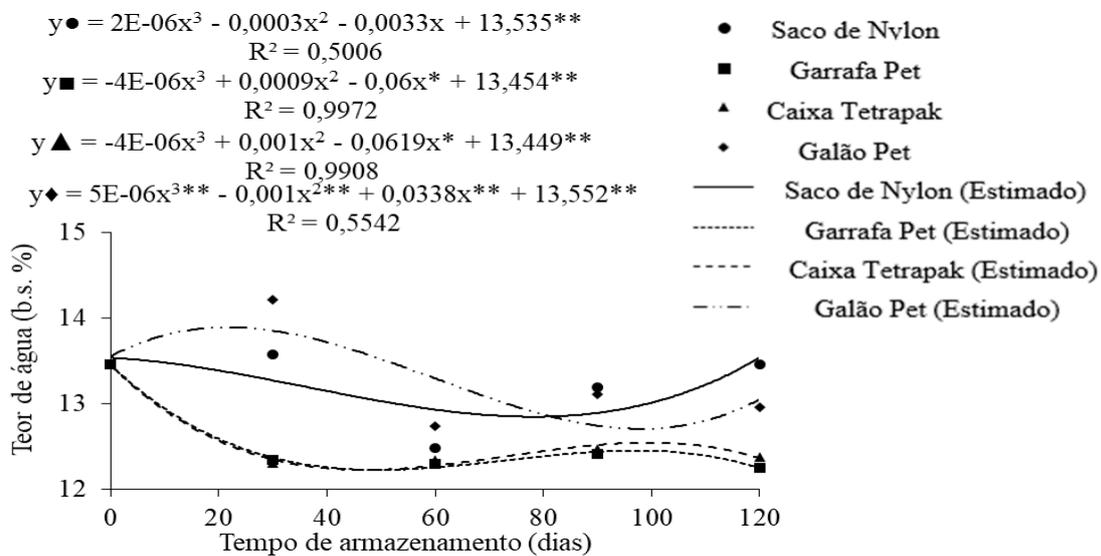
impermeáveis (garrafa Pet e galão Pet), que não permitem tais trocas, e das semipermeáveis, que oferecem maior resistência que as permeáveis e menor que as impermeáveis. Silva et al. (2018), que trabalharam com qualidade de sementes de pimenta durante o armazenamento em diferentes embalagens, apresentaram resultados semelhantes ao presente trabalho, na qual as sementes condicionadas em garrafa Pet apresentaram menores valores de teor de água. Sena et al. (2016) também obtiveram resultados semelhantes ao presente trabalho, onde o armazenamento de sementes de pitombeira em garrafa Pet permitiu a manutenção do teor de água ao longo do armazenamento.

**Figura 1.** Valores médios de teor de água para as sementes de feijão guandu durante o armazenamento em diferentes embalagens submetidas a secagem em estufa.



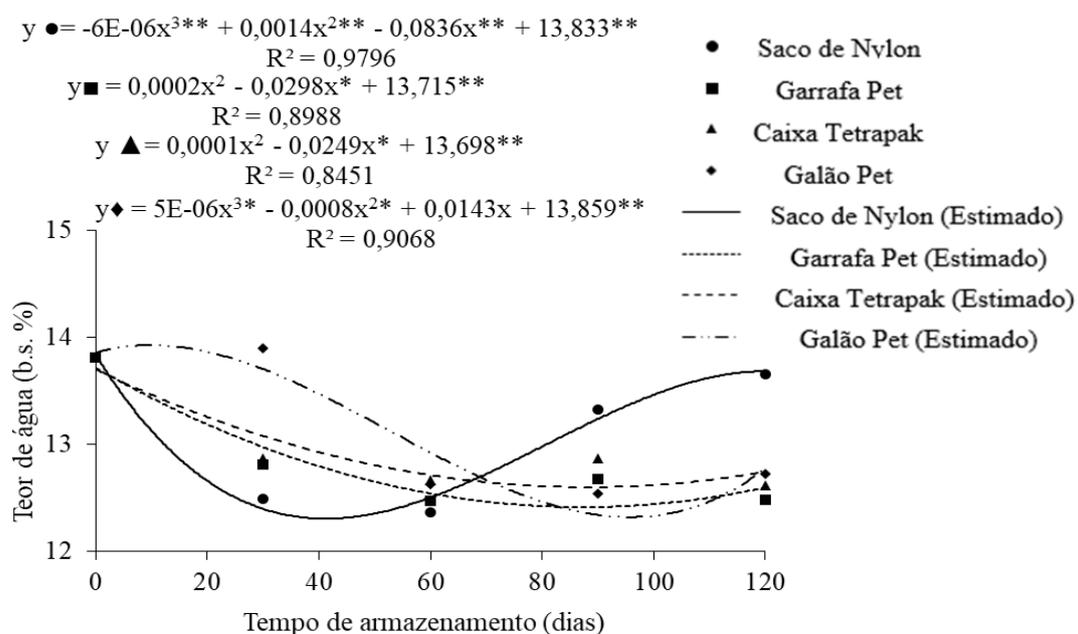
Fonte: Autores.

**Figura 2.** Valores médios de teor de água para as sementes de feijão guandu durante o armazenamento em diferentes embalagens submetidas a secagem em secador experimental.



Fonte: Autores.

**Figura 3.** Valores médios de germinação para as sementes de feijão guandu durante o armazenamento em diferentes embalagens submetidas a secagem em meia sombra (C).

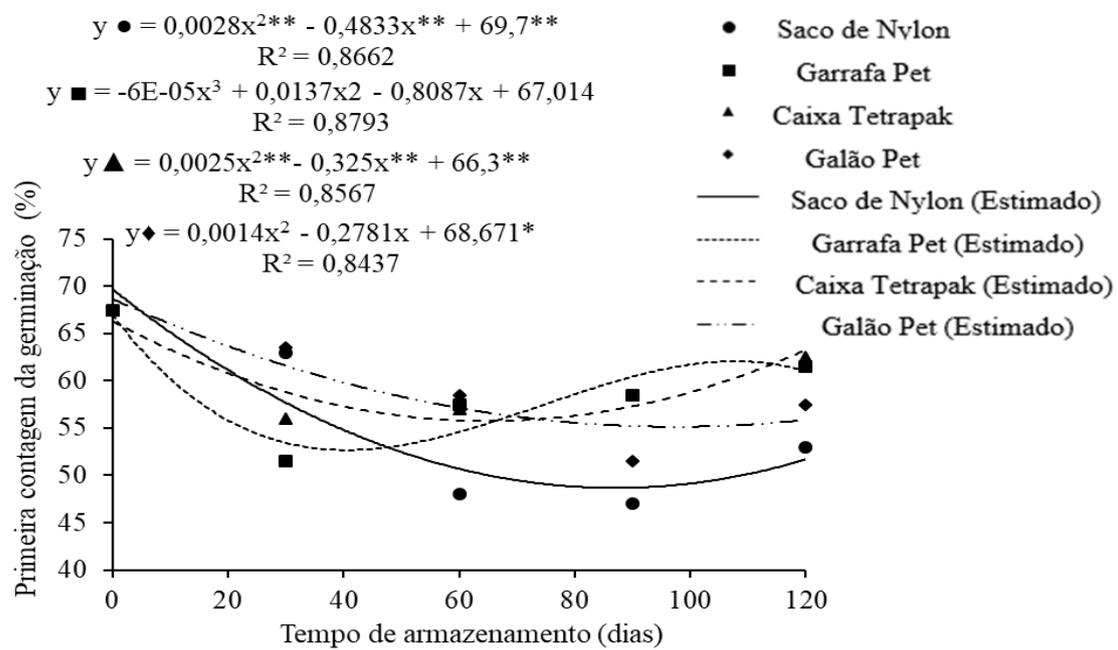


Fonte: Autores.

Em relação a primeira contagem da germinação, verifica-se que houve diferença estatística entre as diferentes condições de secagem e também entre os tipos de embalagem (Tabela 1). Percebe-se que a condição de secagem em meia sombra foi a que garantiu maiores valores de germinação, onde as embalagens galão Pet e caixa Tetrapak apresentaram melhores resultados (Figura 4, 5 e 6). A condição de secagem em meia sombra é que apresenta menor temperatura, e conseqüentemente, é a que provoca menos danos nas sementes. A exposição de sementes a elevadas temperaturas promove danos irreversíveis nas mesmas, como por exemplo, o aumento de fissuras que, associado a outros efeitos influenciados pela secagem, afeta negativamente a germinação (Menezes et al., 2012). Ainda analisando as Figuras 4, 5 e 6, verifica-se que as sementes condicionadas em embalagem de saco de Nylon foram as que apresentaram maior redução do percentual de germinação, comprometendo assim a qualidade fisiológica das mesmas.

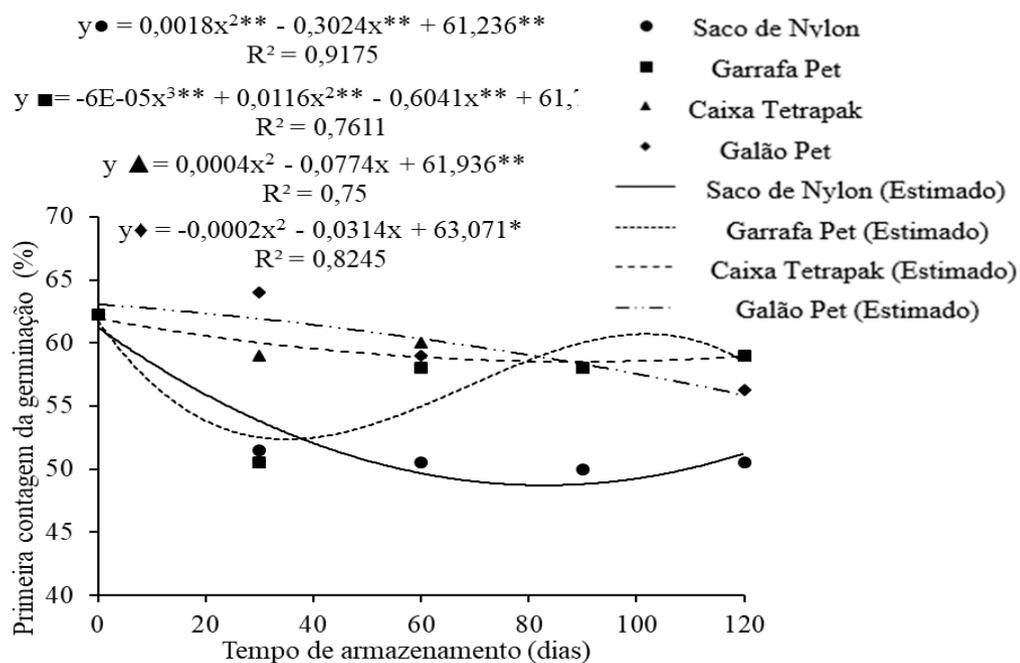
Sementes armazenadas em embalagens permeáveis (embalagem saco de Nylon) sofrem maior influência das condições atmosféricas do local de armazenamento, pois este tipo de embalagem não oferece nenhuma resistência as trocas de vapor de água das sementes com o meio no qual está armazenada (Silva et al., 2010), resultando no aumento do teor de água e, conseqüentemente, aumento da taxa respiratória, diminuindo assim a qualidade das sementes (Melo et al., 2014). Além disso, o incremento do teor de água das sementes durante o armazenamento resulta em maior atividade de insetos e microrganismos, alterando assim suas capacidades germinativas (Corrêa et al., 2016). Já embalagens impermeáveis, como a de galão Pet, apresentam maior capacidade de manter a qualidade fisiológica das sementes devido evitar a troca de umidade das sementes com o ambiente e, também, reduzir a disponibilidade de oxigênio oriunda da respiração das sementes, que acarreta na perda de matéria seca.

**Figura 4.** Valores médios da primeira contagem da germinação para as sementes de feijão guandu durante o armazenamento em diferentes embalagens submetidas a secagem em estufa.



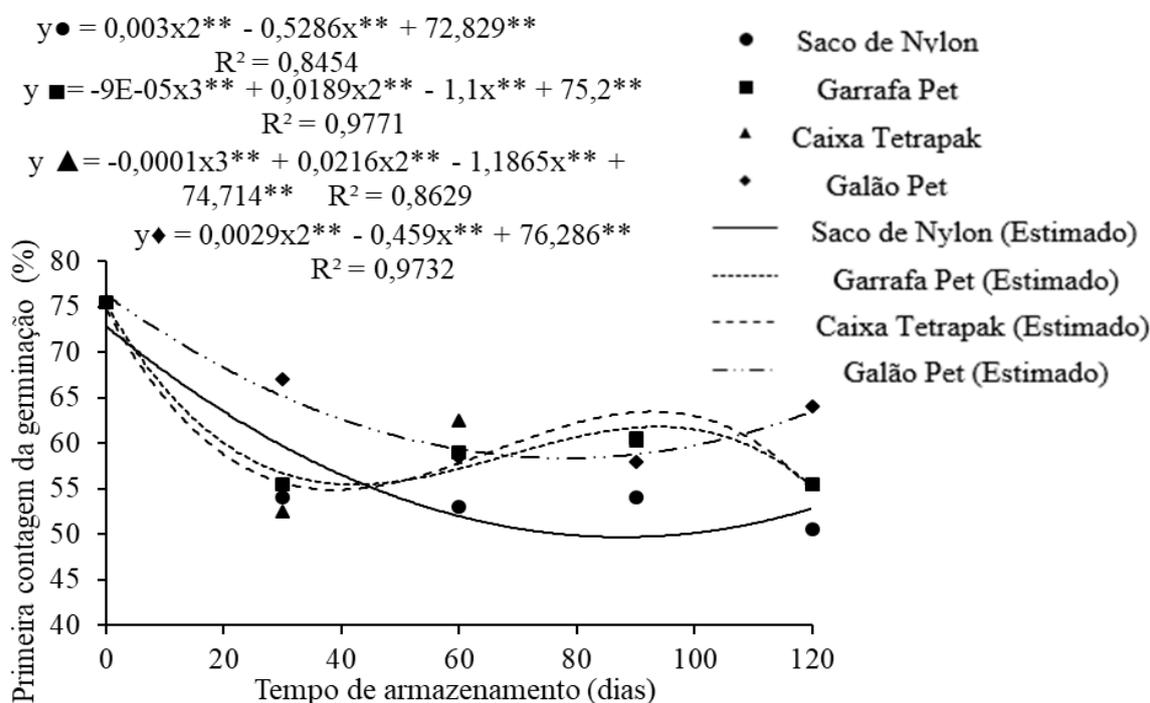
Fonte: Autores.

**Figura 5.** Valores médios da primeira contagem da germinação para as sementes de feijão guandu durante o armazenamento em diferentes embalagens submetidas a secagem em secador experimental.



Fonte: Autores.

**Figura 6.** Valores médios da primeira contagem da germinação para as sementes de feijão guandu durante o armazenamento em diferentes embalagens submetidas a secagem em e meia sombra.

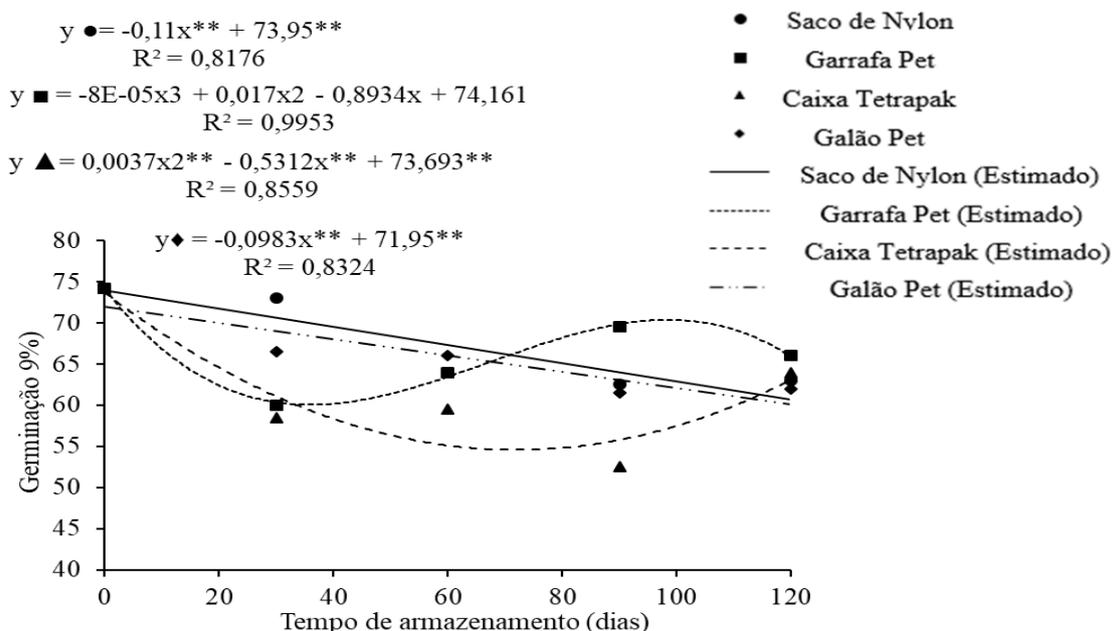


Fonte: Autores.

Verifica-se nas Figura 7, 8 e 9 que os valores de germinação de sementes de feijão guandu foram superiores a 70% no início do armazenamento, apresentando queda no decorrer do processo para todas as condições de secagem e embalagens. De acordo com Cunha et al. (2009), a deterioração de sementes se intensifica com o acréscimo do tempo de armazenamento, resultando na redução da qualidade fisiológica. Para a condição de secagem em estufa (Figura 7), percebe-se que as sementes condicionadas em embalagem garrafa Pet apresentaram maiores valores de germinação a partir dos 90 dias de armazenamento, com valores médios de 66%. A condição de secagem em meia sombra foi a que apresentou maiores valores de germinação ao longo do período de armazenamento, onde aos 120 dias, as sementes condicionadas em garrafa Pet apresentaram 72,5% de germinação (Figura 9). Além disso, verifica-se também que as sementes submetidas a secagem em meia sombra apresentaram valores iniciais de germinação superiores as demais condições, com valores médios de 79%. Tais fatores estão relacionados com baixas temperaturas de secagem que as sementes condicionadas em meia sombra foram submetidas. Souza, Smiderle e Pedrozo (2019), que trabalharam com sementes de *Pochota fendleri*, obtiveram resultados semelhantes

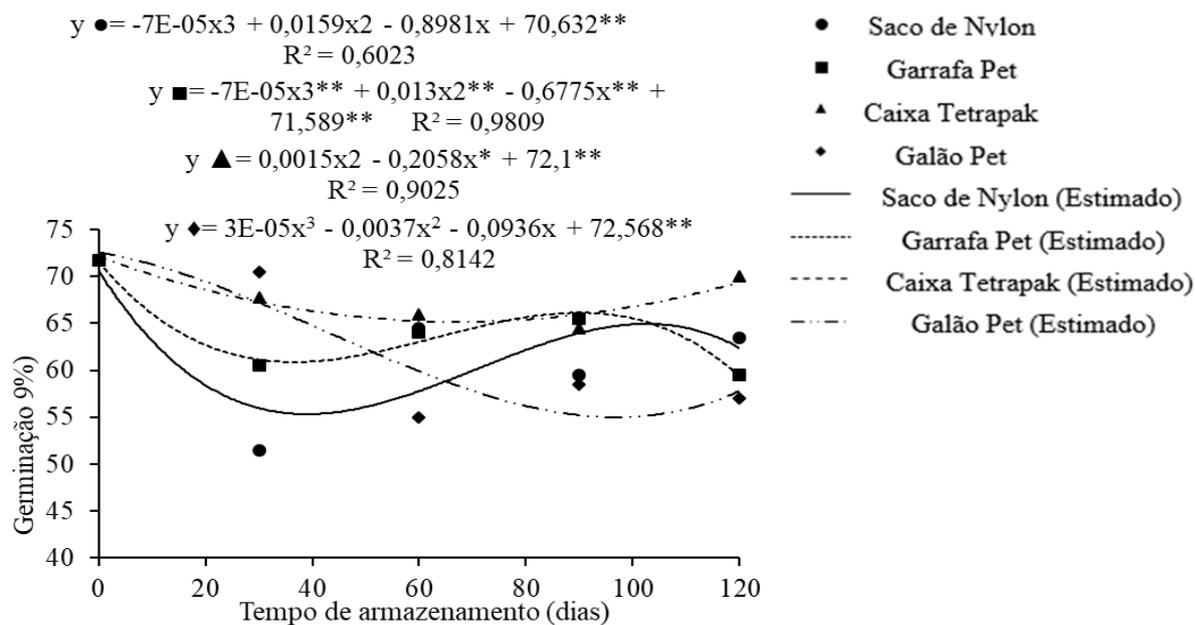
com o presente trabalho, onde as sementes armazenadas em garrafa Pet permaneceram viáveis e com alta qualidade fisiológica durante 28 meses de armazenamento.

**Figura 7.** Valores médios de germinação para as sementes de feijão guandu durante o armazenamento em diferentes embalagens submetidas a secagem em estufa.



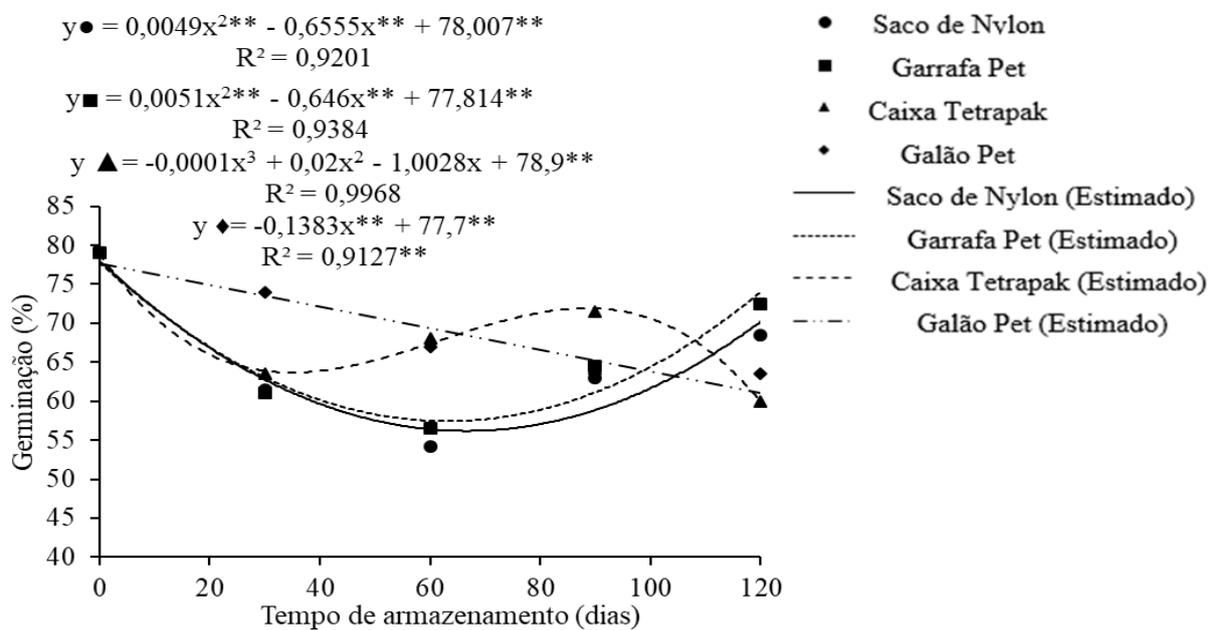
Fonte: Autores.

**Figura 8.** Valores médios de germinação para as sementes de feijão guandu durante o armazenamento em diferentes embalagens submetidas a secagem em secador experimental.



Fonte: Autores.

**Figura 9.** Valores médios de germinação para as sementes de feijão guandu durante o armazenamento em diferentes embalagens submetidas a secagem em meia sombra.

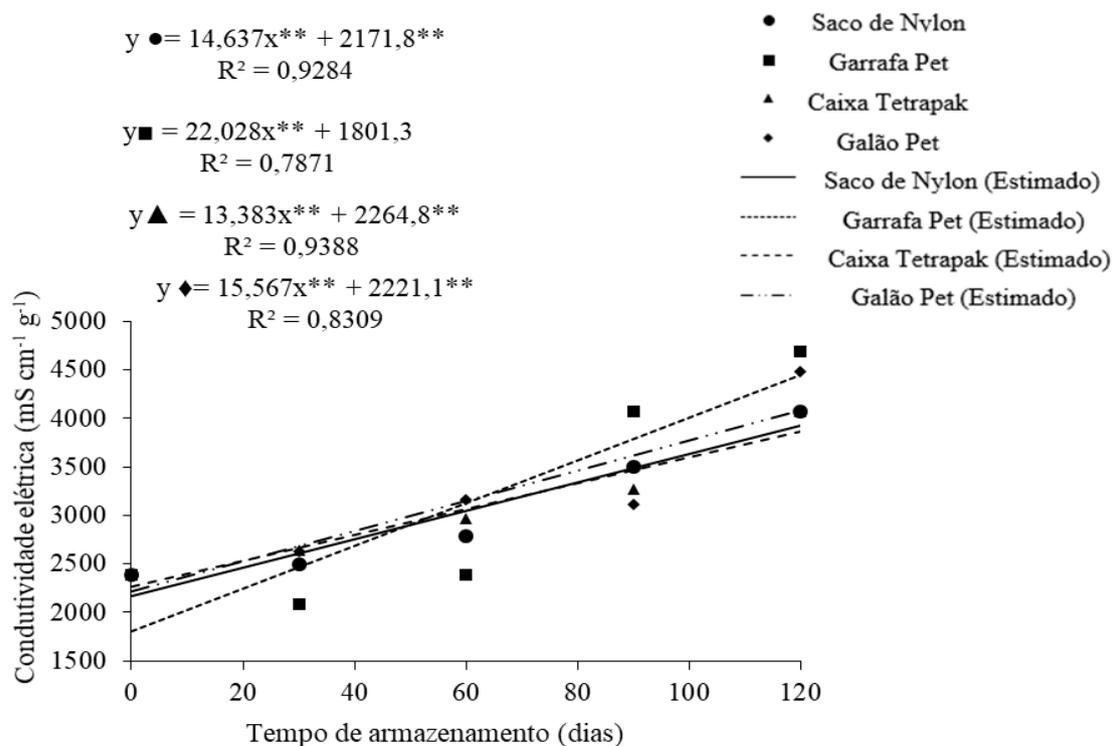


Fonte: Autores.

Nas Figuras 10, 11 e 12 estão apresentados os resultados para a condutividade elétrica de sementes de feijão guandu submetidas a diferentes métodos de secagem e armazenadas em diferentes embalagens. Para todas as condições de secagem, verifica-se o aumento da condutividade elétrica ao longo do armazenamento, independentemente do tipo de embalagem, exceto para a secagem em meia sombra com embalagem garrafa Pet, onde os valores de condutividade elétrica não sofreram grandes variações durante o armazenamento (Figura 12). Valores mais elevados de condutividade elétrica estão ligados a uma maior liberação de exsudatos para o meio ambiente através da membrana, indicando maior rompimento dessas (Carvalho et al., 2016). Resende et al. (2012) e Almeida et al. (2013) observaram aumento na condutividade elétrica com o incremento da temperatura do ar de secagem para o feijão azuki, resultados semelhantes ao presente trabalho. Para a secagem em estufa e secador experimental, percebe-se que aos 120 dias de armazenamento, a embalagem garrafa Pet apresentou maiores valores de condutividade, indicando maior liberação de exsudatos da semente para o meio (Figura 10 e 11). Verifica-se ainda, que a embalagem caixa Tetrapak foi a que apresentou menores valores de condutividade elétrica aos 120 dias, tanto para o método de secagem em estufa e secador experimental.

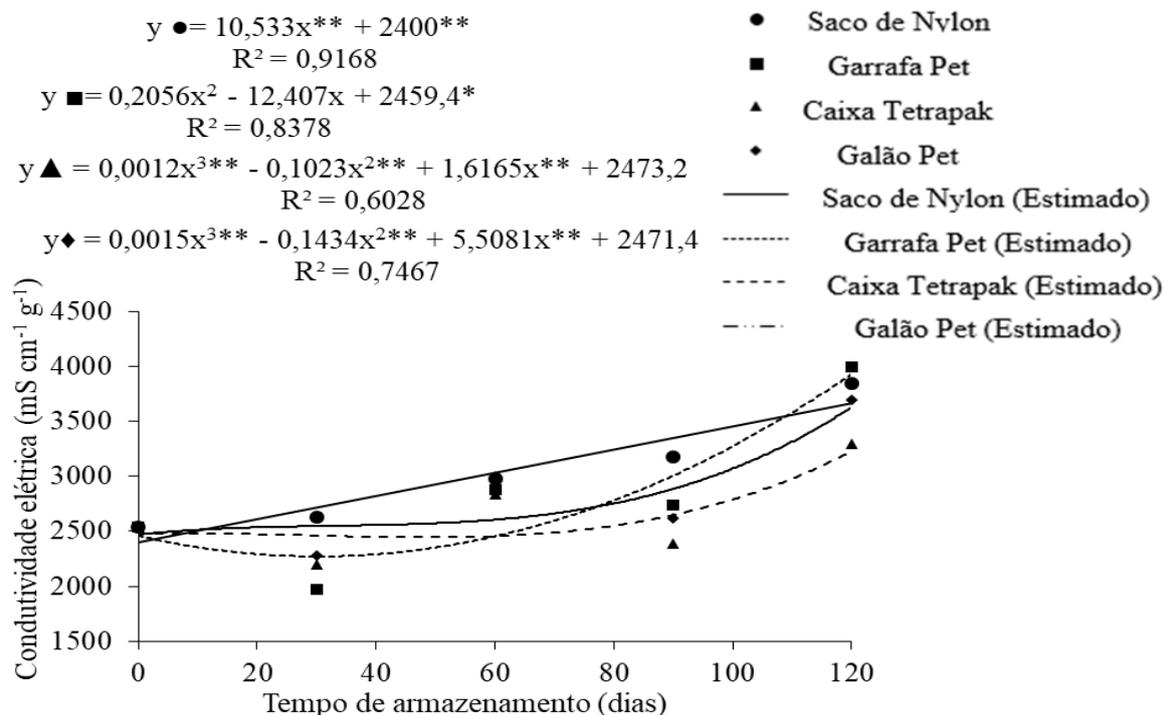
No entanto, ainda na variável condutividade elétrica, ao analisar a condição de secagem em meia sombra aos 120 dias de armazenamento, verifica-se que esta foi a que apresentou menores valores de condutividade (exceto para embalagem saco de Nylon), sobretudo para a embalagem garrafa Pet, que também não apresentou grandes variações durante o armazenamento, indicando que esta embalagem foi a que garantiu maior qualidade das sementes de feijão guandu (Figura 10). Tal fato está relacionado com a temperatura de secagem, onde a condição de secagem em meia sombra forneceu temperaturas mais baixas do que as demais condições utilizadas no presente trabalho. Sementes secas em temperaturas mais baixas conseguem garantir melhor reorganização no sistema de membranas após a embebição. Durante o processo de secagem mais rápido, com temperatura mais elevada, existe a possibilidade de ocorrer algum dano nos sistemas de membranas, diminuindo a capacidade de restabelecimento da organização das membranas celulares durante a embebição e, conseqüentemente, liberando maior quantidade de solutos para o meio (Ferreira et al., 2017) e, portanto, maior os valores de condutividade elétrica.

**Figura 10.** Condutividade elétrica avaliada durante o armazenamento de sementes de feijão guandu em diferentes embalagens submetidas a secagem em estufa.



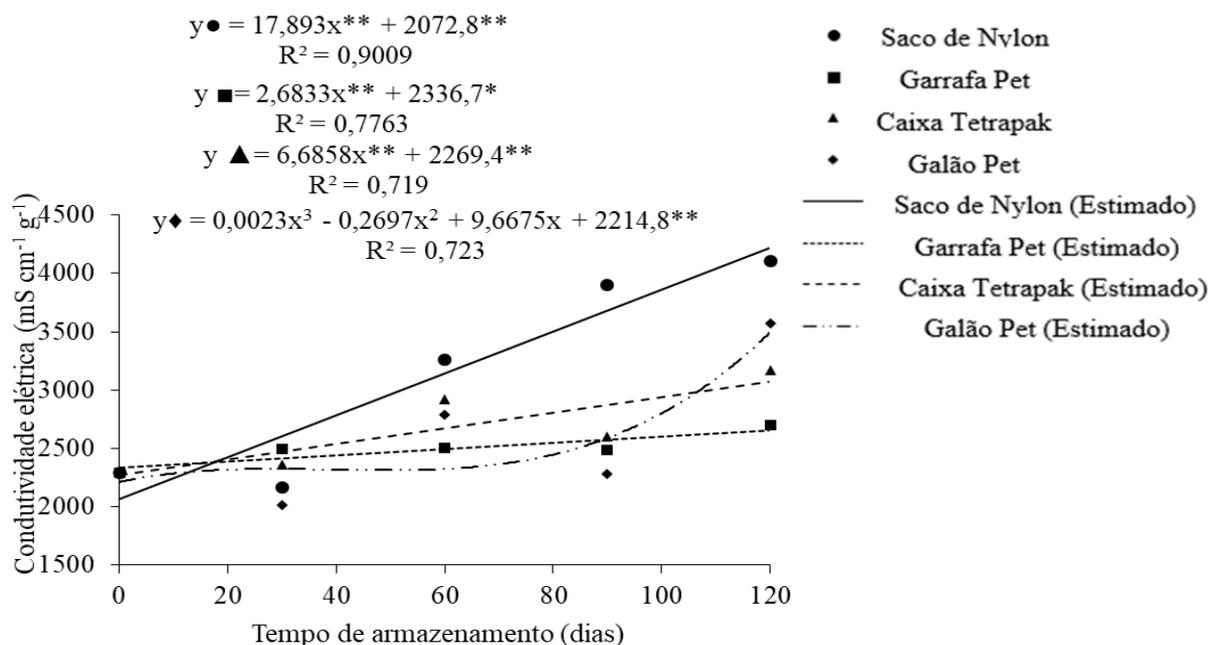
Fonte: Autores.

**Figura 11.** Condutividade elétrica avaliada durante o armazenamento de sementes de feijão guandu em diferentes embalagens submetidas a secagem em secador experimental.



Fonte: Autores.

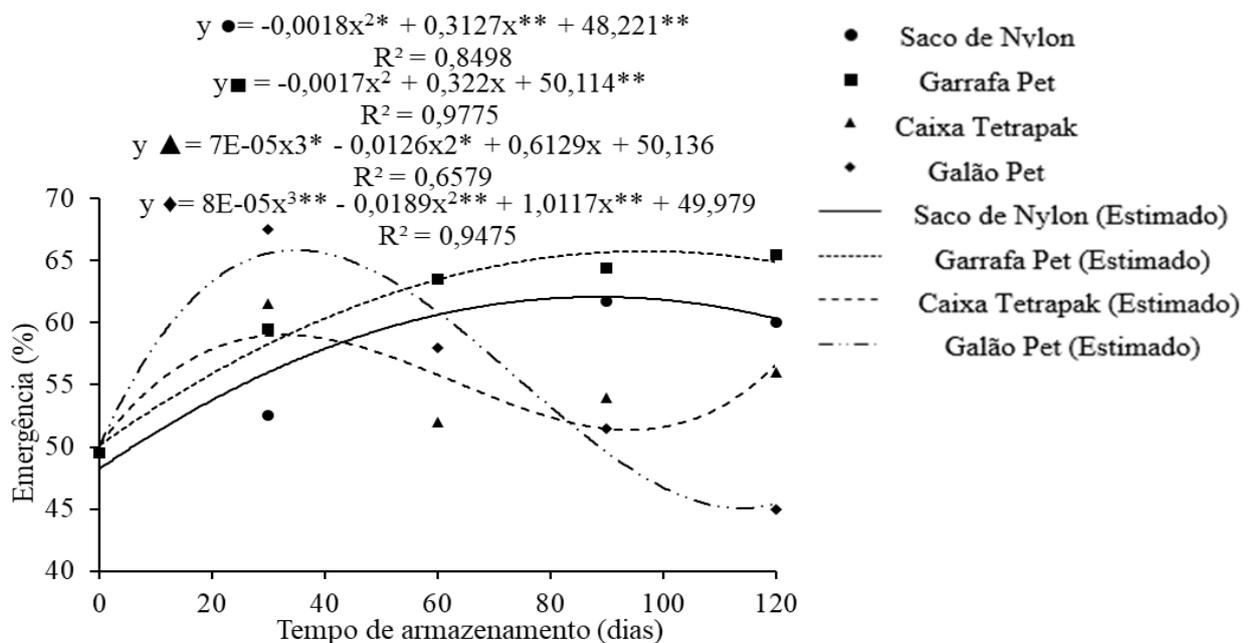
**Figura 12.** Condutividade elétrica avaliada durante o armazenamento de sementes de feijão guandu em diferentes embalagens submetidas a secagem em meia sombra.



Fonte: Autores.

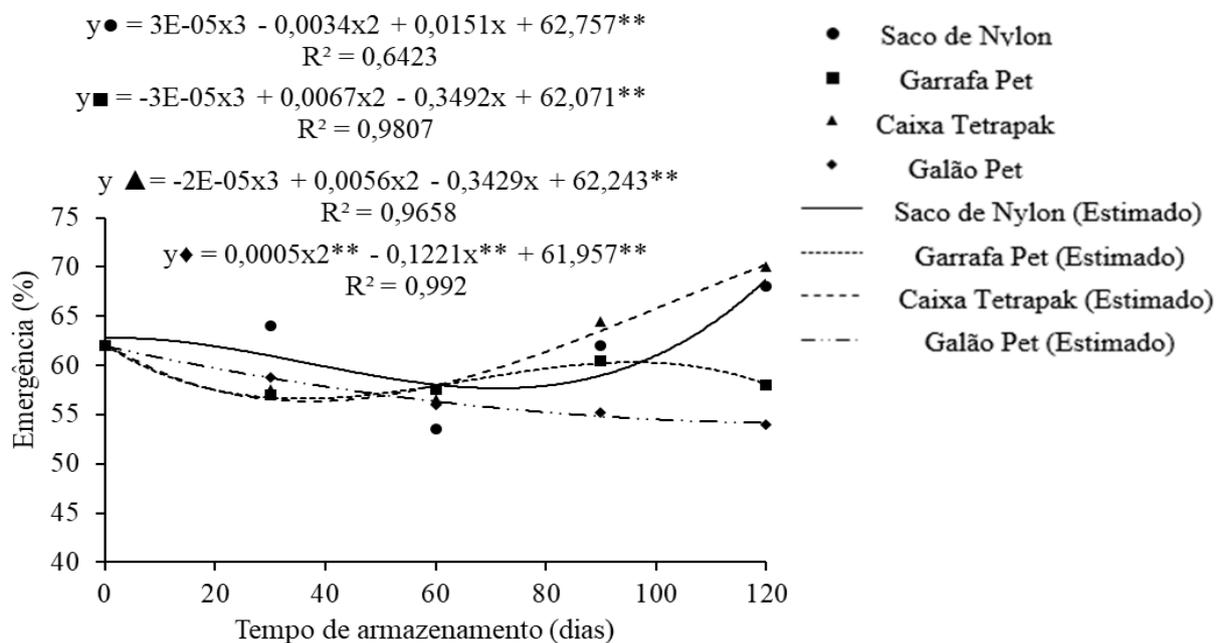
Em relação ao índice de emergência, constata-se decréscimo na porcentagem de emergência com o aumento da temperatura demonstrando que temperaturas elevadas são prejudiciais às sementes cujo comportamento foi similar ao da germinação, que também apresentou decréscimo gradativo assim que a temperatura se elevou, evidenciando o comprometimento do vigor das sementes (Figuras 13, 14 e 15). Dessa forma, verifica-se que a condição de secagem em meia sombra foi a que apresentou maiores valores médios de índice de emergência, sobretudo a embalagem saco de Nylon, que apresentou 70,50% de emergência aos 120 dias de armazenamento. Já as sementes condicionadas em garrafa Pet apresentaram redução significativa de emergência, passando de 62,0 para 58% enquanto que as demais embalagens não apresentaram variações drásticas (Figura 15). Em relação a condição de secagem em secador experimental percebe-se que a embalagem galão Pet apresentou queda no índice de emergência ao longo do período de armazenamento, passando de 58,75 para 54,0% de emergência (Figura 14). Ullmann et al. (2015), que trabalharam com sementes de sorgo sacariano, também constataram decréscimo na porcentagem de emergência com o aumento da temperatura, demonstrando que temperaturas elevadas prejudicaram as sementes, fator também observado pra a germinação.

**Figura 13.** Emergência de plântulas (%) de feijão guandu condicionadas em diferentes embalagens submetidas a secagem em estufa.



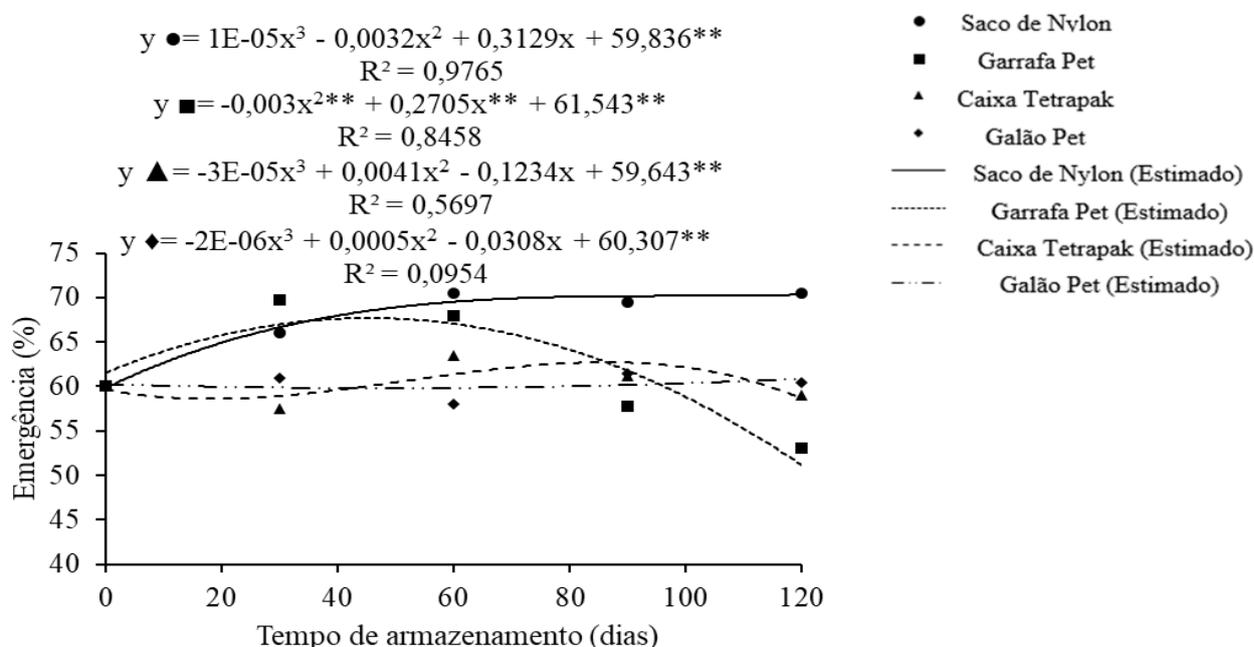
Fonte: Autores.

**Figura 14.** Emergência de plântulas (%) de feijão guandu condicionadas em diferentes embalagens submetidas a secagem em secador experimental.



Fonte: Autores.

**Figura 15.** Emergência de plântulas (%) de feijão guandu condicionadas em diferentes embalagens submetidas a secagem em meia sombra.



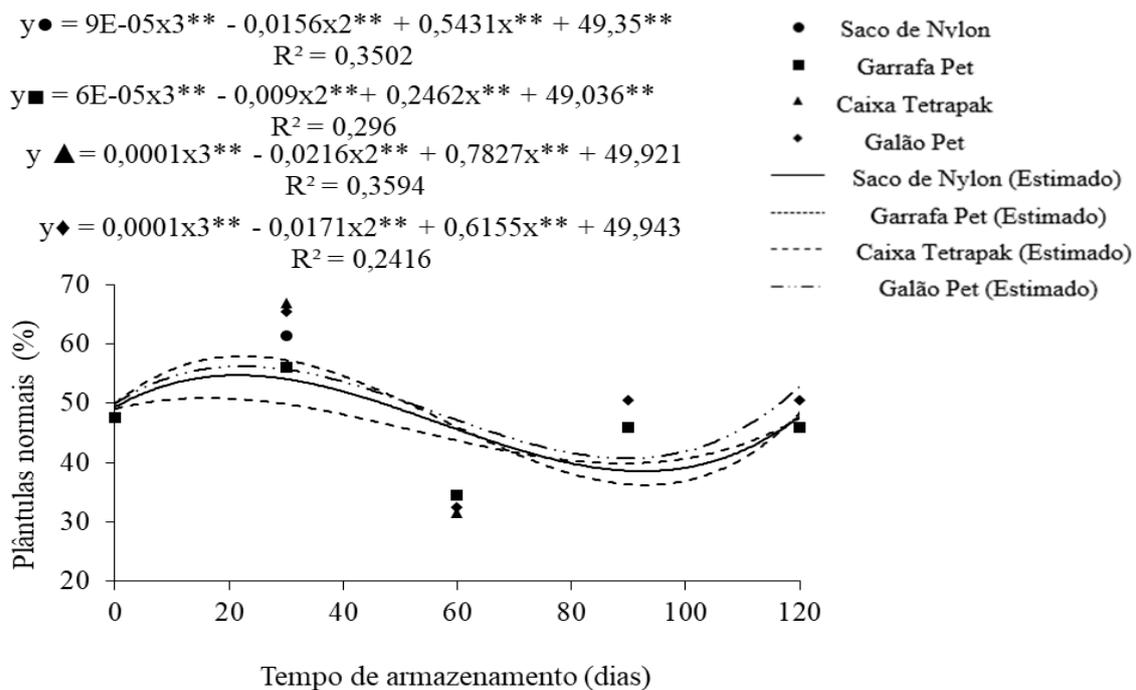
Fonte: Autores.

Em relação a porcentagem de plântulas normais após o envelhecimento acelerado, constata-se que as sementes acondicionadas em saco de Nylon apresentaram valores inferiores

desta variável aos 120 dias de armazenamento quando comparado com as demais embalagens, sendo este fato ocorrido em secagem com secador experimental e secagem em meia sombra (Figuras 17 e 18). Percebe-se também que a condição de secagem em meia sombra foi a que promoveu maiores percentuais de plântulas normais ao longo dos 120 dias de armazenamento, sobretudo para a embalagem galão Pet, fato observado na Figura 18. A redução no potencial fisiológico da qualidade de sementes ocorre quando estas são expostas a condições de estresse, como por exemplo altas temperaturas de secagem.

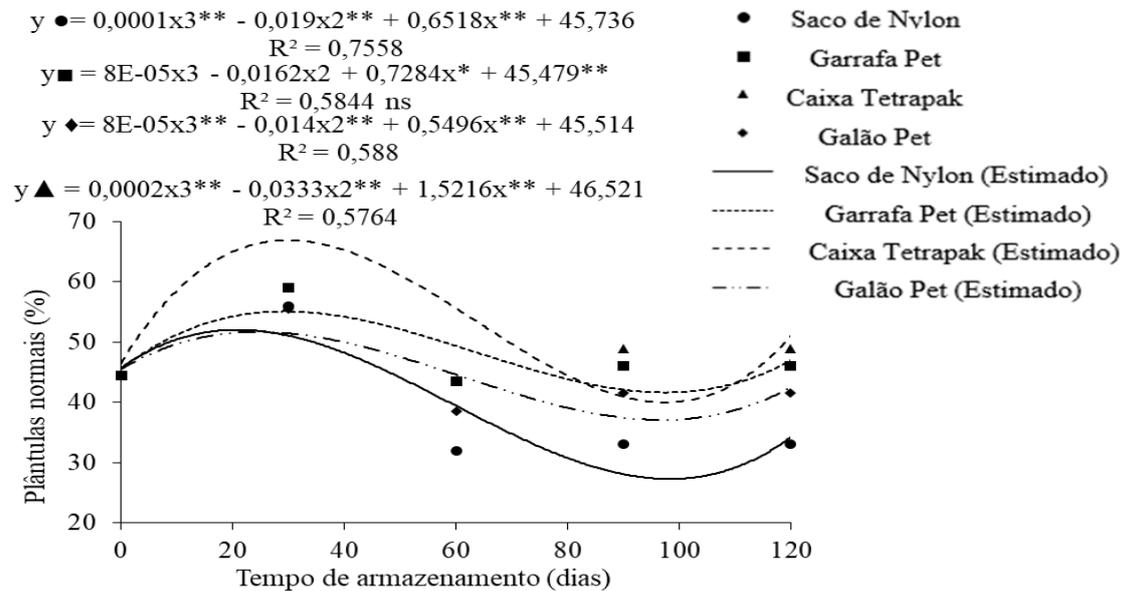
Para todas condições de secagem (Figuras 16, 17 e 18), verifica-se a partir dos 60 dias de armazenamento, valores reduzidos de plântulas normais para as sementes armazenadas em embalagem saco de Nylon, evidenciando seu menor vigor e menor potencial de armazenamento. Além disso, percebe-se que a condição de secagem em meia sombra promoveu maiores índices de plântulas normais aos 120 dias de armazenamento, com valores de 50, 51, 51 e 56% para as embalagens saco de Nylon, garrafa Pet, caixa Tetrapak e galão Pet, respectivamente. Esses resultados corroboram com Abreu et al. (2011), que armazenaram sementes de girassol em diferentes tipos de embalagem (papel, plástico e plástico a vácuo), observaram que as sementes reduziram a qualidade quando avaliadas pelo teste de envelhecimento acelerado.

**Figura 16.** Plântulas normais (%) de feijão guandu após o envelhecimento acelerado condicionadas em diferentes embalagens submetidas a secagem em estufa.



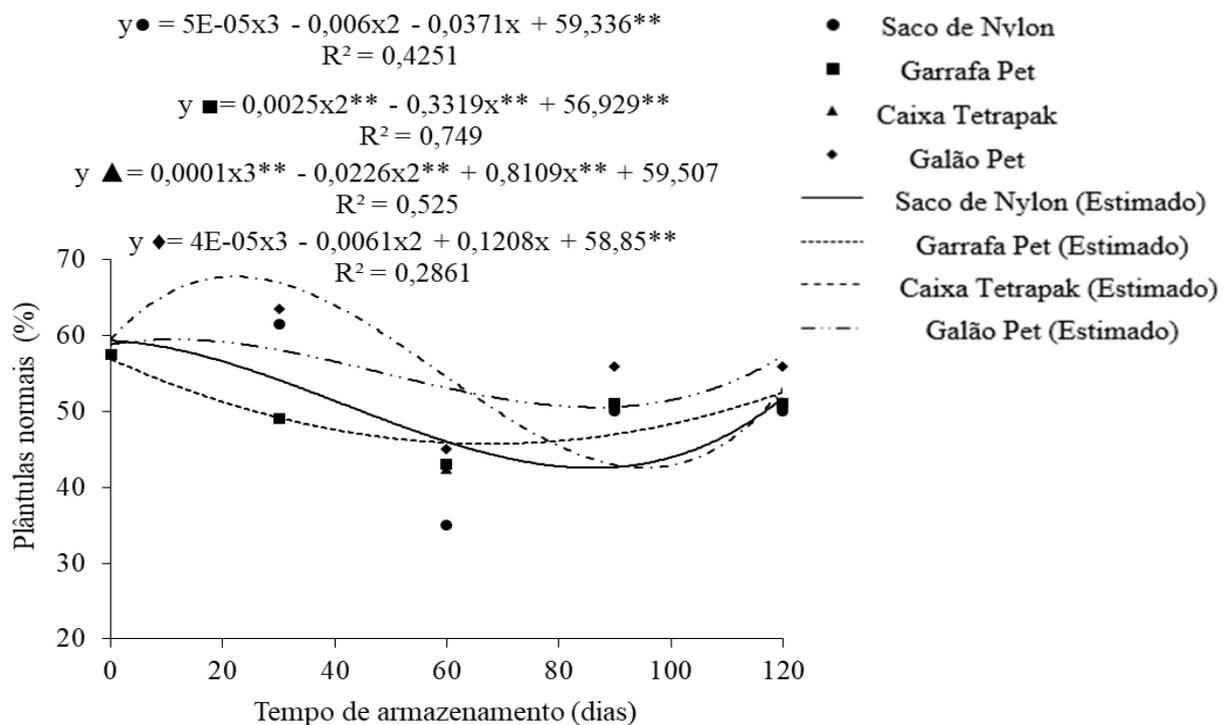
Fonte: Autores.

**Figura 17.** Plântulas normais (%) de feijão guandu após o envelhecimento acelerado condicionadas em diferentes embalagens submetidas a secagem em secador experimental.



Fonte: Autores.

**Figura 18.** Plântulas normais (%) de feijão guandu após o envelhecimento acelerado condicionadas em diferentes embalagens submetidas a secagem em meia sombra (C). Fonte: Autores.



Fonte: Autores.

#### 4. Conclusão

O tipo de embalagem influencia o potencial fisiológico das sementes de feijão guandu durante o armazenamento e o acondicionamento das mesmas em garrafa Pet permite maior conservação da germinação e vigor durante os 120 dias de armazenamento.

A condição de secagem em meia sombra garante maior potencial fisiológico das sementes de feijão guandu durante os 120 dias de armazenamento.

#### Agradecimentos

Esta pesquisa foi apoiada pelo Instituto Federal Goiano (Campus Ceres), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

#### Referências

Abreu, A. S. Carvalho, M. L. M., Pinto, C. A. G., Kataoka, V. Y. (2011). Teste de condutividade elétrica na avaliação de sementes de girassol armazenadas sob diferentes temperaturas. *Revista Brasileira de Sementes*, 33(3), 635-642.

Almeida, D. P., Resende, O., Mendes, U. C., Costa, L. M., Rocha, A. C. (2013). Influência da secagem na qualidade fisiológica do feijão adzuki. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 8(1), 311-315.

Bakhtavar, M. A., Afzal, I., Basra, S. M. A. (2019). Moisture adsorption isotherms and quality of seeds stored in conventional packaging materials and hermetic super bag. *Plos One*, 14(2), 1-11.

Baudet, L. M. L., Villela, F. A. (2019) Armazenamento de sementes. In: Peske, S.T., Villela, F. A., Meneghello, G.E. (eds). *Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos*. Pelotas: Ed. Becker e Peske, 481-528.

Bessa, J. F. V., Donadon, J. R., Resende, O., Alves, R. M. V., Sales, J. D. F., Costa, L. M. (2015). Armazenamento do crambe em diferentes embalagens e ambientes: Parte I -

Qualidade fisiológica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19(3), 224-230.

Brasil. (2009). Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, p.395.

Brazaca, S. G. C., Salgado, J. M., Mancini Filho, J., Novaes, N. J. (1996). Avaliação física, química, bioquímica e agrônômica de cultivares de feijão-guandu (*Cajanus cajan*(L) Mill). *Alimentos e Nutrição*, 7(1), 37-45.

Cardoso, M. R. D., Marcuzzo, F. F. N., Barros, J. R. (2014) Classificação climática de Köpper-Geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal. *ACTA Geográfica*, 8(16), 40-55.

Cardoso, R. B., Binotti, F. F. S., Cardoso, E. D. (2012). Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 42(3), 272-278.

Carvalho, E. R., Oliveira, J. A., Mavaieie, D. P. da R.; Silva, H. W. da; Lopes, C. G. M. (2016). Pre-packing cooling and types of packages in maintaining physiological quality of soybean seeds during storage. *Journal of Seed Science*, 38(2), 129-139.

Corrêa, P. C., Oliveira, G. H. H. de, Oliveira, A. P. L. R. de, Goneli, A. L. D., Botelho, F. M. (2016) Isotermas de dessecção de sementes de beterraba. *Engenharia na Agricultura*, 24(1), 15-21.

Cunha, J. P. A. R., Oliveira, P., Santos, C. M., Mion, R. L. (2009). Qualidade das sementes de soja após a colheita com dois tipos de colhedora e dois períodos de armazenamento. *Ciência Rural*, 39(5), 1420-1425.

Ferreira, L. B. da S., Fernandes, N. A., Aquino, L. C. de, Silva, A. R. da, Nascimento, W. M., Leão-Araújo, E. F. (2017) Temperature and seed moisture content affect electrical conductivity test in pea seeds. *Journal of Seed Science*, 39(4), 410-416.

Hornke, N.F., Gadotti, G. I., Capilheira, A. F., Cavalcante, J.; Nadal, A. P., Silva, J. G. (2020). Physiological potential of onion seeds stored in different packings and environments. *Horticultura Brasileira*, 38(3), 312-318.

Marcos Filho, J. (2015) Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. (2a ed.), Londrina: ABRATES, 660p.

Melo, A. M. T., Nascimento, W. M., Freitas, R. A. (2014). Produção de sementes de pimenta. In: Nascimento, W.M. Produção de sementes de hortaliças. Brasília, *Embrapa*, 169-197.

Menezes, N. L., Cicero, S. M., Villela, F. A., Bortolotto, R. P. (2012). Using X-Raystoevaluate fissures in rice seeds dried artificially. *Revista Brasileira de Sementes*, 34(1), 70-77.

Nakagawa, J. (1999). Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: Krzyzanowski, F. C., Vieira, R. D., França Neto, J. B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, Brasil, 21p.

Resende, O., Almeida, D. P., Costa, L. M., Mendes, U. C., Sales, J. F. (2012). Adzuki beans (*Vigna angularis*) seed quality under several drying conditions. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 32(1), 151-155.

Sena, L. H. de M., Matos, V. P., Medeiros, J. E. de, Santos, H. H. D., Rocha, A. P., Ferreira, R. L. C. (2016). Storage of pitombeira seeds [*talisia esculenta* (a. st. hil) radlk - sapindaceae] in different environments and packagings. *Revista Árvore*, 40(3), 435-445.

Silva, B. M. C., Oliveira, D. E. C. de, Farias, B. de L., Costa, V. S., Ferreira, V. B., Nunes, M. R. G., Resende, O. (2020). Influência da secagem na qualidade fisiológica e coloração das sementes de feijão guandu. *Research, Society And Development*, 9(7), 1-12.

Silva, F. S. da, Porto, A. G., Pascuali, L. C., Silva, F. T. C. da. (2010). Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. *Revista de Ciências Agro-Ambientais*, 8(1), 45-56.

Silva, H. W., Soares, R. S., Vale, L. S. R., Rodovalho, R. S. (2018). Qualidade de sementes de pimenta durante o armazenamento em diferentes embalagens. *Acta Iguazu*, 7(3), 76-84.

Silva, J. P. S., Oliveira, V. H. Q., Santos, S. G. F. dos, Rodovalho, R. S., Queiroz, J. S., Silva, D. P. da. (2019). Cinética de secagem dos grãos de soja em secador experimental. *Global Science and Technology*, 12(2), 15-30.

Smaniotto, T. A. S., Resende, O., Marçal, K. A. F., Oliveira, D. E. C., Simon, G. A. (2014). Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, 18(4), 446–453.

Sousa, F. C., Martins, J. J. A., Rocha, A. P. T., Gomes, J. P., Pessoa, T., Martins, J. N. (2015). Predição de modelos sobre a cinética de secagem de folhas de *Ziziphus joazeiro* Mart. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 17(2), 195-200.

Souza, A. G., Smiderle, O. J., Pedrozo, C. A. (2019). Long-time storage *Pochota fendleri* seeds with different packaging. *Advances In Horticultural Science*, 33(3), 327-332.

Ullmann, R., Resende, O., Chaves, T. H., Oliveira, D. E. C. de, Costa, L. M. (2015). Qualidade fisiológica das sementes de sorgo sacarino submetidas à secagem em diferentes condições de ar. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19(1), 64-69.

Vidigal, D. S., Dias, D. C. F. S., Pinho, E. V. R. V., Dias L. A. S. (2009). Alterações fisiológicas e enzimáticas durante a maturação de sementes de pimenta (*Capsicum annum* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, 31(2), 129-136.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Daniel Pereira da Silva – 30%

Samuel Gonçalves Ferreira dos Santos – 30%

Vinícius Gonçalves Almeida – 10%

Renato Souza Rodovalho – 20%

Luís Sérgio Rodrigues Vale – 10%