

## QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO ARMazenADAS EM SILO EXPERIMENTAL HERMÉTICO E EM SACARIA

TIRIBANGANA, N. A. C.<sup>1\*</sup>; MABASSO, G. A.<sup>1</sup>; CANTAMBO, S. J. A.<sup>1</sup>; MARRILE, G. G. A.<sup>1</sup>; SALGADO, I. P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Engenharia Ambiental e dos Recursos Naturais (FEARN), Universidade Zambeze, Bairro 7 de Abril, Estrada Regional 523 - km 5, Cidade de Chimoio - Manica, Moçambique. \*Autor para correspondência. E-mail: [niltoncharamba@gmail.com](mailto:niltoncharamba@gmail.com)

### RESUMO

A preservação da qualidade das sementes durante o armazenamento depende da estabilidade das condições ideais no microclima gerado. Neste sentido, com este trabalho objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de milho armazenadas em silo experimental hermético e em sacaria. O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial 2×5 e 4 repetições, compreendendo duas condições de armazenamento (silo experimental hermético e sacaria) e quatro tempos de armazenamento, nomeadamente, 0, 45, 90, 135 e 180 dias após o armazenamento. Avaliou-se o teor de água, percentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, percentagem de emergência e índice de velocidade de emergência. Concluiu-se que as sementes de milho armazenadas no silo experimental hermético apresentaram menor variação para temperatura e umidade relativa do ar; a percentagem de germinação, percentagem de emergência, índice de velocidade de germinação e o índice de velocidade de emergência reduziram com o aumento do tempo de armazenamento; no geral o vigor foi inversamente proporcional ao aumento do tempo de armazenamento, com redução de 98.18 à 74.41% para percentagem de germinação e 88.40 à 75.92% para percentagem de emergência.

**Palavras-chave:** *Zea mays* L.; vigor; germinação; efeito latente; condutividade térmica.

### ABSTRACT

The preservation of seed quality during storage depends on the stability of ideal conditions in the generated microclimate. In this sense, this work aimed to evaluate the physiological quality of corn seeds stored in a hermetic experimental silo and in bags. The experiment was set up in a completely randomized design, with a 2×5 factorial scheme and 4 replications, comprising two storage conditions (hermetic experimental silo and bags) and four storage times, namely, 0, 45, 90, 135 and 180 days after storage. The moisture content, germination percentage, germination speed index, emergence percentage and emergence speed index were evaluated. It was concluded that the corn seeds stored in the hermetic experimental silo showed less variation for temperature and relative humidity; germination percentage, emergence percentage, germination speed index and emergence speed index reduced with increasing storage time; in general, vigor was inversely proportional to the increase in storage time, with a reduction from 98.18 to 74.41% for percentage of germination and 88.40 to 75.92% for percentage of emergence.

**Keywords:** *Zea mays* L.; vigor; germination; latent effect; thermal conductivity.

## INTRODUÇÃO

As sementes de milho são utilizadas em larga escala em todo o mundo, assim, com a crescente demanda, cresce a preocupação com a preservação da qualidade fisiológica no período latente. Sementes de milho armazenadas de forma convencional tendem a entrar em equilíbrio higroscópico, conforme as variações de temperatura e umidade relativa do ar intergranular. Esta variação traz consigo desafios na preservação da qualidade fisiológica da semente (Tiecker Junior et al., 2014). Em Moçambique a produção agrícola é detida majoritariamente pelos pequenos agricultores desprovidos de um sistema apropriado de armazenamento de grãos e sementes (Taruvunga et al., 2014).

A deterioração das sementes é um processo inevitável, cuja intensidade e velocidade variam em função de suas características morfológicas e fisiológicas, por isso, deve ser retardada ao máximo através de práticas adequadas de manejo nas unidades armazenadoras, possibilitando a comercialização de sementes com potencial fisiológico mais alto (Marcos Filho, 2015; Zucareli et al., 2015).

A preservação da qualidade das sementes, durante o período de armazenamento, está associada a qualidade inicial por ocasião da colheita e aos cuidados pós-colheita (Stefanello et al., 2015). Durante o armazenamento a temperatura e a umidade relativa do ar de forma conjunta podem levar a deterioração do produto armazenado pela sua influência na atividade metabólica e nos processos bioquímicos da semente (Carvalho; Nakagawa, 2012). Mesmo com o avanço tecnológico, em países pouco desenvolvidos o armazenamento ainda é feito em infraestruturas tradicionais, construídos com base nos materiais locais como palha, argila ou tijolo queimado, bambus ou dentro das suas próprias habitações (Hugo, 2008). Desta forma, compatibilizar as técnicas de armazenamento para o pequeno agricultor é por si só um grande desafio, principalmente para o setor de extensão rural, que lida diretamente com o pequeno agricultor.

Para Taruvunga et al. (2014) os pequenos silos metálicos também podem ser utilizados como alternativa para armazenar sementes, desde que sejam colocados num local fresco, debaixo de um teto ou em um estábulo para evitar o sobreaquecimento da semente e reduzir a germinação. O silo metálico tem igualmente a vantagem de ser portátil, requerer pouco espaço e ser fabricado a partir de material e conhecimentos locais. O silo pode durar muito tempo se a sua manutenção for bem planejada (Irenio; Negas, 2015). O armazenamento em sacaria continua sendo uma alternativa quando o objetivo é a comercialização por parte dos pequenos agricultores, geralmente, o período de armazenamento é muito curto (Hugo, 2008).

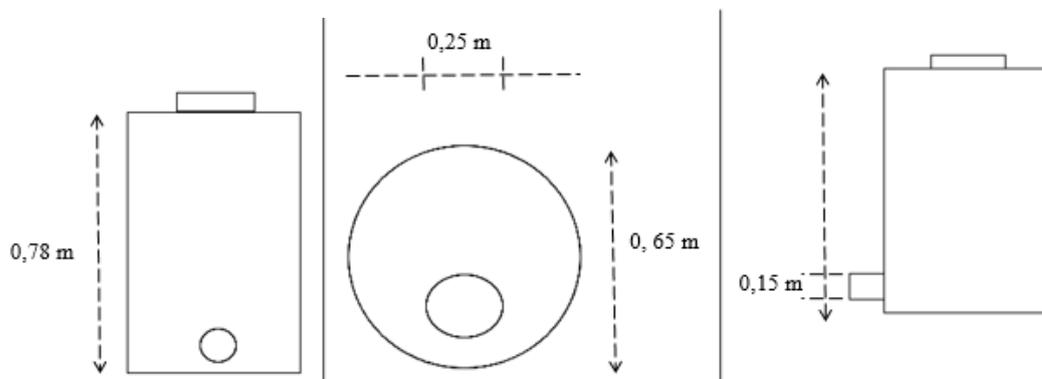
A condição hermética reduz a concentração de oxigênio interno, facilitando o manejo do produto. É um método tecnicamente viável para a preservação da qualidade de semente, controlando a infestação por insetos sem o uso de inseticidas e prevenção de novas infestações. No armazenamento em sacaria, verifica-se maior necessidade de espaço disponível nas estruturas de armazenamento, elevando a demanda de maior mão-de-obra e investimento com sacos. É considerado pouco eficiente por facilitar a proliferação de fungos e bactérias (Taruvunga et al., 2014). Neste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar a qualidade fisiológica da semente armazenada em condições herméticas e em sacaria.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório e fazenda experimental da Faculdade de Engenharia Ambiental e dos Recursos Naturais (FEARN) da Universidade Zambeze (UniZambeze). O experimento foi montado obedecendo a um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), em um esquema fatorial 2×5, com quatro repetições, sendo duas condições

de armazenamento (silo experimental hermético e sacaria) e cinco tempos de armazenamento: 0, 45, 90, 135 e 180 dias após o armazenamento.

Os grãos de milho, variedade MRI 514, foram colhidos na fazenda experimental da FEARN com teor de água inicial de  $17 \pm 0.1\%$  em base úmida (b.u.). Depois de secos ao sol, até  $12 \pm 0.2\%$  b.u., as espigas foram debulhadas de forma manual. Com a eliminação das impurezas, as sementes foram armazenadas em saco de rafia e em silo experimental hermético e as avaliações foram feitas de forma periódica com intervalos de 45 dias. O silo experimental hermético usado para o armazenamento é cilíndrico (Figura 1), com capacidade de  $0.310 \text{ m}^3$ , altura de 0.65 m e diâmetro 0.78 m, feito de chapa metálica galvanizada com condutividade térmica de  $48.9 \text{ W m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , 306 vezes superior a condutividade térmica das sementes de milho ( $0.1598 \text{ W m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ) a 12% b.u. (Andrade et al., 2004). Durante o armazenamento as condições de temperatura e umidade relativa do ar foram monitoradas diariamente, usando um psicrômetro analógico, visando aferir as condições de armazenamento.



**Figura 1.** Silo experimental hermético usado para armazenamento do milho a granel.

### Teor de água

O teor de água das sementes foi determinado pelo método gravimétrico. Foram utilizadas três amostras por repetição, contendo cada amostra 15 g. Os recipientes foram previamente pesados vazios e com as sementes por meio de uma balança analítica da marca KERN, modelo ACJ 220-4M, com resolução de 0.0001 g. Posteriormente os recipientes contendo sementes foram colocados a uma estufa de circulação forçada do ar da marca J. A. SELECTA, por um período de 24 horas a  $105 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ . Depois de 24 horas, as amostras foram pesadas novamente para deduzir a quantidade de água evaporada, conforme a Eq. 1.

$$X_{b.u.} = \frac{m_i - m_f}{m_i} \times 100 \quad (1)$$

Onde:  $X_{b.u.}$ : teor de água (% , base úmida);  $m_i$ : massa inicial da amostra (g);  $m_f$ : massa final da amostra (g).

### Germinação e Índice de Velocidade de Germinação

Para a porcentagem de germinação foram selecionadas 200 sementes, subdivididas em quatro amostras de 50 sementes por repetição. A semeadura foi realizada em rolo de papel toalha umedecido, na proporção de 1:2.5 entre a massa do papel e o volume de água destilada. Os rolos de papel toalha umedecidos foram dispostos na parte superior e inferior, para cada amostra de 50 sementes. Os rolos foram posteriormente dobrados em uma das extremidades e enrolados depois de devidamente identificada cada amostra. Cada conjunto de quatro amostras

de cada repetição foi colocado em uma embalagem de polietileno transparente e acondicionadas em uma incubadora do tipo BOD, da marca NAHITA, modelo 639/250 a uma temperatura constante de 25 °C. Durante a realização do teste, as sementes foram umedecidas sempre que necessário, por forma a manter as condições de umidade até ao 8º dia do teste.

O Índice de velocidade de germinação (IVG) foi determinado simultaneamente com o teste de germinação por meio de registos diários de plântulas normais germinadas a partir da primeira contagem até ao último dia. Em posse dos dados do número de plântulas normais, calculou o índice de velocidade de germinação por meio da Eq. 2 (Maguire, 1962).

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n} \quad (2)$$

Onde: IVG: índice de velocidade de germinação;  $G_1, G_2 \dots G_n$ : número de plântulas normais contadas na primeira contagem, na segunda e na última contagem;  $N_1, N_2 \dots N_n$ : número de dias desde a sementeira na primeira, segunda até a última contagem.

### **Emergência e Índice de Velocidade de Emergência**

O teste de emergência foi realizado em substrato de solo usando 200 sementes subdivididas em quatro amostras de 50 sementes cada, por repetição. As sementes foram dispostas com espaçamento de 3 cm, a uma profundidade de 1 cm. Depois de identificadas procedeu-se a irrigação até a capacidade do campo, mantendo a umidade do solo durante o teste com irrigação suplementar. As observações foram feitas diariamente, contabilizando as plântulas emergidas por forma a determinar simultaneamente o índice de velocidade de emergência (IVE), foram consideradas como plântulas normais, as plântulas vigorosas, não danificadas, sem rachaduras e lesões aparentes. As plântulas contabilizadas permaneceram no solo e as contagens seguintes foram feitas cumulativamente. Para o cálculo do IVE utilizou-se a Eq. 3 (Maguire, 1962).

$$IVE = \frac{G_1}{N_1} + \frac{(G_2 - G_1)}{N_2} + \dots + \frac{(G_n - G_{n-1})}{N_n} \quad (3)$$

Onde: IVE: Índice de velocidade de emergência;  $G_1, G_2$  e ...  $G_n$ : Número de plântulas normais contadas no primeiro, no segundo e na última contagem, respetivamente;  $N_1, N_2$  e  $N_n$ : Número de dias desde a sementeira na primeira, na segunda, na terceira até a última contagem.

### **Análise estatística**

Os dados obtidos foram analisados usando os pacotes estatísticos Sisvar 5.6® e Sigmaplot 11.0®. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) pelo teste F a 5% de probabilidade, e posteriormente ao teste de médias ou construção dos modelos de regressão linear conforme a natureza dos dados e tendência pelo teste t a 5% de probabilidade.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com os resultados da análise de variância observa-se que, com exceção do teor de água (TA), todas as variáveis não foram influenciadas pela combinação entre as condições de armazenamento e o tempo de armazenamento. O tempo de armazenamento teve influência no comportamento de todas variáveis analisadas, enquanto as condições de armazenamento apenas influenciaram o comportamento da porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE) e TA a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F (Tabela 1).

**Tabela 1.** Análise de variância para Porcentagem de Emergência (PE), Índice de Velocidade de Emergência (IVE), Porcentagem de Germinação (PG), Índice de Velocidade de Verminação e Teor de Água (TA).

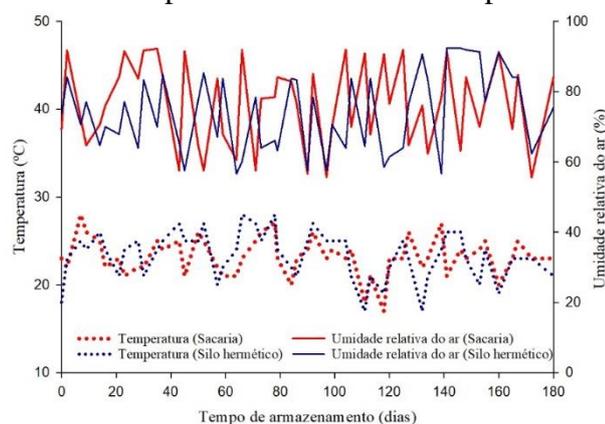
Fontes de variação/ Variáveis	Condição de armazenamento	Tempo de armazenamento	Interação	CV (%)	
PE	QM	174.3063	232.1031	32.0719	4.55
	F	12.49**	16.63**	2.30 <sup>ns</sup>	
IVE	QM	0.5198	3.1799	0.0958	4.52
	F	14.19**	86.81**	2.62 <sup>ns</sup>	
PG	QM	18.2250	780.1156	17.3344	5.30
	F	0.87 <sup>ns</sup>	37.33**	0.83 <sup>ns</sup>	
IVG	QM	0.5108	97.1032	2.6948	10.14
	F	0.48 <sup>ns</sup>	90.33**	2.51 <sup>ns</sup>	
TA	QM	4.3158	3.1511	0.4976	2.42
	F	45.79**	33.43**	5.28**	

QM – Quadrado médio; F – Valor calculado pelo teste de Fisher; CV – Coeficiente de Variação; \*\* Efeito significativo em nível de 1%, \* efeito significativo em nível de 5% e ns efeito não significativo pelo teste F.

Os valores dos coeficientes de variação (CV) das variáveis PE, IVE, PG e TA apresentaram menor nível de dispersão, conferindo maior nível de precisão, com variação de 2.42 a 4.55% e o IVG apresentou uma dispersão média (10.14%). Segundo Gomez e Gomez (1984) valores de CV inferiores a 10% indicam uma alta precisão experimental. A precisão é uma característica intrínseca a natureza da variável e a metodologia usada para execução e recolha de dados.

### Condições de armazenamento da semente

Na Figura 2 são apresentados os dados referentes ao comportamento da temperatura e umidade relativa do ar nas duas condições de armazenamento. Os valores da temperatura apresentaram um comportamento similar para os dois ambientes, tendo variado de 23.25 a 28 °C e 23.33 a 28 °C para sacaria e silo experimental hermético respetivamente.



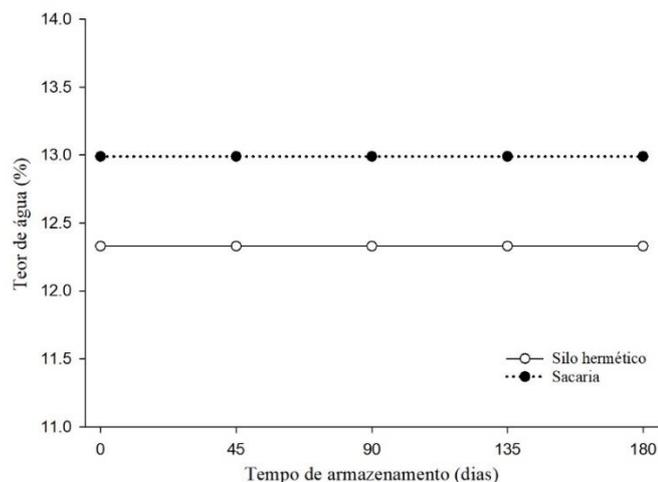
**Figura 2.** Valores diários de temperatura e umidade relativa do ar, durante o tempo de armazenamento de sementes de milho em sacaria e em silo experimental hermético.

O silo experimental hermético apresentou menor variação da temperatura e umidade relativa em relação a sacaria. Em instalações com condições herméticas a temperatura e umidade relativa variam minimamente, fato que regula a circulação de oxigênio a nível interior, além de inibir o desenvolvimento de insetos e fungos, preserva a qualidade do produto e pode até remover odores (Devilla et al., 2004). Neste contexto, as instalações herméticas feitas de metal, com alta condutividade térmica conduzem energia térmica de forma rápida e eficiente (Andrade et al., 2004; Reis et al., 2011).

O nível de variação da umidade relativa do ar foi ligeiramente menor para o silo experimental hermético, com uma variação de 76.56 à 92.23 e 73.98 à 92.39% para silo experimental hermético e sacaria respectivamente. Em maior parte do tempo, a curva de umidade relativa do ar no silo experimental hermético encontra-se por baixo da curva referente ao armazenamento em sacaria. As de temperaturas estão quase sobrepostas, com ligeiro ascendente na parte final do armazenamento, após 120 dias. Esta condição pode inferir de certa maneira na redução do potencial de armazenamento, pois, segundo Carvalho e Nakagawa (2012) a qualidade fisiológica da semente é também condicionada pelo armazenamento entre a colheita e a sementeira. De forma conjunta a temperatura e umidade relativa podem levar a deterioração do produto armazenado pela influência na atividade metabólica e nos processos bioquímicos. A umidade relativa do ar determina muitas das vezes quanto tempo o produto pode ficar armazenado desde que não haja muita flutuação de temperatura. A ação dos fatores biológicos é dependente das condições de umidade relativa do ar e temperatura.

### Teor de água de semente

O teor de água não foi influenciado pelo tempo de armazenamento, porém, foi influenciado pelas condições de armazenamento, tendo sido observado no final 12.33% b.u para a semente armazenada em silo experimental hermético e 12.99% b.u para a semente armazenada em sacaria (Figura 3). Este comportamento é coerente com o fato da variação da umidade relativa do ar ter apresentado valores relativamente mais altos no armazenamento em sacaria. O teor de água de sementes armazenadas varia em função dos ambientes de armazenamento, em ambientes abertos as sementes estão sujeitas a variações de temperatura e UR, diferindo de ambientes herméticos onde há maior controle de diversos fatores externos.



**Figura 3.** Valores médios do teor de água em base úmida de sementes de milho armazenadas em silo experimental hermético e em sacaria.

De forma geral observa-se uma tendência aleatória em relação aos registos de teor de água ao longo do tempo de armazenamento, fato que é explicado pelo comportamento observado na Figura 3, em que, o teor de água médio também foi maior em sacaria. Esta oscilação está de acordo com a higroscopicidade de materiais biológicos, sob interferência de condições internas e externas ao ambiente de armazenamento. A variação brusca do teor de água durante o tempo de armazenamento não é benéfica para a semente, tem o potencial para causar alterações metabólicas no interior e criar condições propícias para o desenvolvimento de fungos, bactérias e insetos dentro das unidades de armazenamento, resultando na diminuição da qualidade fisiológica da semente (Taruvunga et al., 2014). A condição de armazenamento em sacaria apresentou valores maiores em relação ao silo experimental hermético em todo tempo de armazenamento, exceto no período de 90 dias (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios do teor de água (b.u) em função das condições de armazenamento da semente

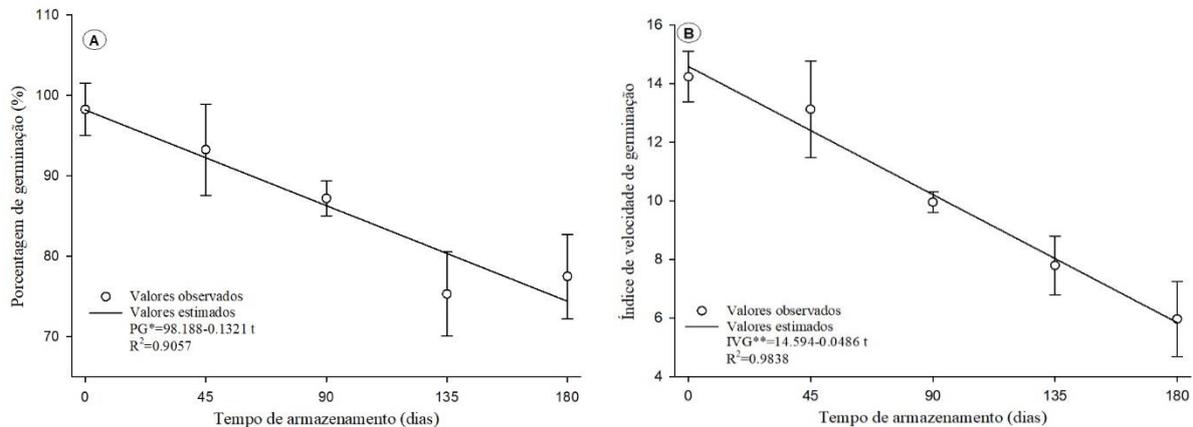
Condição de armazenamento	Tempo de armazenamento				
	0	45	90	135	180
Silo hermético	12.0±0.10 A	13.04±0.12 B	12.19±0.40 A	12.20±0.55 B	12.24±0.16 B
Sacaria	12.0±0.10 A	14.33±0.61 A	12.60±0.12 A	13.18±0.12 A	12.85±0.22 A

Valores com a mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t-student em nível de 5% de probabilidade.

O aumento de umidade relativa na massa intergranular eleva a velocidade respiratória das sementes, em resultado de uma maior atividade de água, que é proporcional a quantidade de água presente nas sementes ou umidade relativa do ar intergranular (Antunes et al., 2011). Quando as temperaturas são altas, o ar fica mais seco, assim a semente perde mais água por respiração no decorrer do tempo, mas quando acontece o inverso, a semente absorve a água até que seja alcançado o equilíbrio higroscópico durante o armazenamento (Stefanello et al., 2015). Como característico de produtos biológicos como o grão ou semente, a baixa condutividade térmica das sementes pode influenciar na variação da temperatura em ambientes herméticos.

#### **Porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação**

A PG decresceu com o aumento do tempo de armazenamento (Figura 4A). A porcentagem de germinação variou de 98.18 para 74.41%, com uma taxa de redução média de 0.1321% por cada dia após o início do armazenamento. O valor final da PG está dentro das normas estabelecidas em Moçambique para a produção de sementes básicas de milho híbrido, porém, abaixo da tolerância para semente certificada após 180 dias. A germinação obtida fornece teoricamente a máxima capacidade que se pode esperar e é muito importante porque estabelece o limite para o desempenho das sementes durante a semeadura, assim como padrão para certificação e comercialização.



**Figura 4.** Valores médios da porcentagem de germinação (A) e índice de velocidade de germinação (B) das sementes de milho ao longo do armazenamento. \*\* Efeito significativo em nível de 1% de probabilidade e \* efeito significativo em nível de 5% de probabilidade

O índice de velocidade de germinação (IVG) também reduziu com o aumento do tempo de armazenamento e não foi influenciado pelas condições de armazenamento. O IVG foi de 14.59 no início de armazenamento e reduziu até 5.85 aos 180 dias de armazenamento, com uma taxa de redução de 0.0486 por cada incremento de um dia no tempo de armazenamento (Figura 4B). O comportamento da PG e IVG observado neste estudo têm sido observados em vários estudos que relacionam o potencial fisiológico da semente ao longo do armazenamento (Hartmann Filho et al., 2016; Mabasso et al., 2022).

Segundo Hugo (2008) o controle da temperatura e umidade relativa do ar intergranular são fundamentais para garantir uma melhor conservação, pois a alteração ou flutuação destes parâmetros pode ocasionar perdas de qualidade através da alteração das suas propriedades físicas e fisiológicas ao longo do tempo. O aumento do tempo de armazenamento reduz a porcentagem de germinação de sementes, sendo que na condição de armazenamento de ambiente não hermético as taxas de redução são maiores. Segundo Carvalho e Nakagawa (2012) a deterioração da semente durante o armazenamento é inevitável, porém, determinadas condições podem minimizar o nível de deterioração ou perda de viabilidade da mesma.

### Porcentagem de emergência e Índice de velocidade de emergência

Os valores médios da porcentagem de emergência (PE) e o índice de velocidade de emergência (IVE) foram influenciados pelas condições de armazenamento das sementes de milho (Tabela 3). A PE e o IVE foram maiores para semente armazenada em silo experimental hermético em relação à sacaria

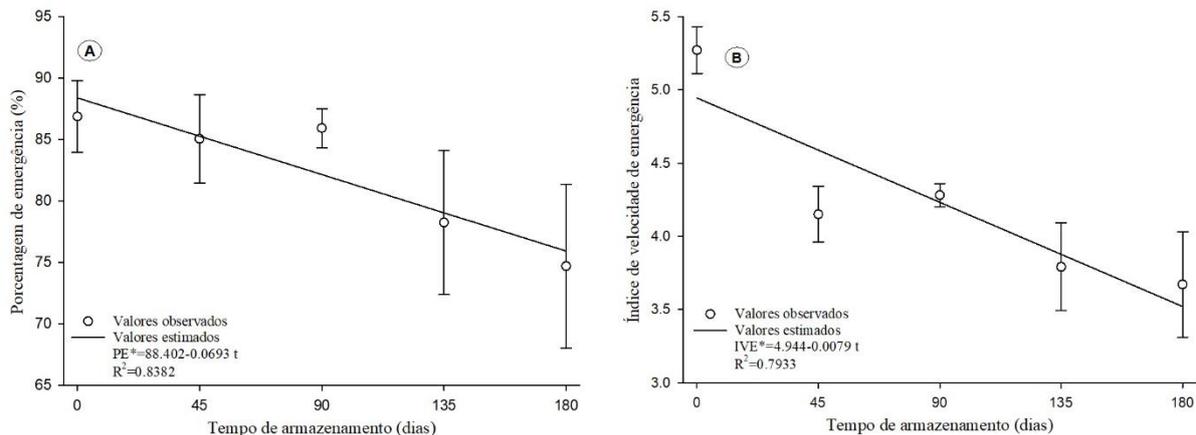
**Tabela 3.** Valores médios de porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência em função da condição de armazenamento.

Condição de armazenamento	Porcentagem de emergência	Índice de velocidade de emergência
Silo hermético	84.25±4.78 A	4.35±0.52 A
Sacaria	80.08±7.40 B	4.12±0.69 B

Valores com a mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t-student em nível de 5% de probabilidade.

O armazenamento em silo experimental hermético apresentou melhores resultados, isso pode ser associado ao fato de a semente ter ficado em um meio que propicia a redução da

atividade biológica e conseqüente decréscimo dos efeitos negativos resultantes da atividade da água e/ou outras reações deteriorantes. A baixa variação nas condições de armazenamento no silo experimental hermético resultou numa maior estabilidade da massa intergranular. A PE e IVE reduziram com o aumento do tempo de armazenamento (Figura 5A-B), porém, o seu comportamento não foi condicionado pelas condições de armazenamento e, o seu comportamento foi coerente com o observado na PG e IVG.



**Figura 5.** Valores médios da porcentagem de emergência (A) e índice de velocidade de emergência (B) das sementes de milho ao longo do armazenamento. \* Efeito significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Neste estudo a porcentagem de emergência de plântulas inicialmente foi de 88.40%, com o aumento do tempo de armazenamento até aos 180 dias a emergência diminuiu significativamente para 75.92%. Durante o armazenamento de sementes, elas tendem a perder seu vigor com o tempo (Carvalho; Nakagawa, 2012). A elevação da temperatura na massa intergranular é também reflexo de uma maior taxa de respiração das sementes, e conseqüentemente redução da matéria seca que culmina com redução de reservas, germinação e vigor.

## CONCLUSÃO

O armazenamento das sementes de milho no silo experimental hermético apresentou menor variação para temperatura e umidade relativa do ar. O teor de água das sementes no silo experimental hermético foi inferior ao registrado no armazenamento em sacaria e apresentou um comportamento aleatório ao longo do armazenamento. A porcentagem de germinação, porcentagem de emergência, índice de velocidade de germinação, índice de velocidade de emergência reduziram com o aumento do tempo de armazenamento e foram registrados maiores valores para o silo experimental hermético.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E. T. D., COUTO, S. M., QUEIROZ, D. M. D., & PEIXOTO, A. B. (2004). Determination of corn thermal properties. *Ciência e Agrotecnologia*, 28(3), 488-498.
- ANTUNES, L. E., VIEBRANTZ, P. C., GOTTARDI, R., & DIONELLO, R. G. (2011). Características físico-químicas de grãos de milho atacados por *Sitophilus zeamais* durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15(6), 615-620.

CARVALHO, N. M., & NAKAGAWA, J. (2012). Sementes: Ciência, tecnologia e produção. 5 ed. *Campinas*: FUNEP.

DEVILLA, I. A., COUTO, S. M., ZOLNIER, S., & SILVA, J. D. S. (2004). Variations of temperature and moisture content of grains stored in bins with aeration. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 8, 284-291.

GOMEZ, K. A., & GOMEZ, A. A. (1984). *Statistical procedures for agricultural research*. John wiley & sons.

HARTMANN FILHO, C. P., GONELI, A. L. D., MASETTO, T. E., MARTINS, E. A. S., & OBA, G. C. (2016). The effect of drying temperatures and storage of seeds on the growth of soybean seedlings. *Journal of Seed Science*, 38, 287-295.

HUGO, L. (2008). Celeiros e comercialização. Ministério da Educação e Cultura da Republica de Moçambique. *Maputo*, 38.

IRENIO, B. B.; NEGAS, M. (2015). Post harvest management in subsaharan africa. Helvetas- swiss incorporation. Moçambique, 10.

MABASSO, G. A.; COVANE, Y. I. A. L. E.; CANGELA, G. L. C.; SIQUEIRA, V. C.; DAUALA, G. A.; SALGADO, I. P.; MAZUNGA, J. F.; CRISTOVÃO, L. M. E. Drying kinetics and physiology of Cowpea seeds (*Vigna unguiculata* L. Walp) at different temperatures. *International journal of advance agricultural research*, v. 10, p. 10-19, 2022.

MAGUIRE, J. D. (1962). Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.*, 2, 176-177.

MARCOS FILHO, J. (2015). Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. ABRATES. *Londrina*, ed, 2, 659.

REIS, L. S. D., PEREIRA, M. G., SILVA, R. F. D., & MEIRELES, R. C. (2011). Efeito da heterose na qualidade de sementes de milho doce. *Revista Brasileira de Sementes*, 33(2), 310-315.

STEFANELLO, R., MUNIZ, M. F. B., NUNES, U. R., DUTRA, C. B., & SOMAVILLA, I. (2015). Physiological and sanitary qualities of maize landrace seeds stored under two conditions. *Ciência e Agrotecnologia*, 39, 339-347.

TARUVINGA, C., MEJIA, D., & SANZ ALVAREZ, J. (2014). Sistemas apropriados de armazenamento de sementes e cereais para pequenos agricultores: práticas fundamentais para implementadores de RRC.

TIECKER JUNIOR, A., GUIMARÃES, L. E., FERRARI FILHO, E., CASTRO, B. D., DEL PONTE, E. M., & DIONELLO, R. G. (2014). Physicochemical quality of maize grain stored with different moisture contents in airtight and non-airtight environments. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 13(2), 174-186.

ZUCARELI, C., BRZEZINSKI, C. R., ABATI, J., WERNER, F., RAMOS, E. U., & NAKAGAWA, J. (2015). Physiologic quality of carioca bean seeds stored in different environments. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19(8), 803-809.