



UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA ACADÊMICA  
COORDENAÇÃO GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS AMBIENTAIS

**CLEONEIDE MARIA DO NASCIMENTO OLIVEIRA**

**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE SEMENTES DE  
MILHO TRATADAS COM *Moringa oleifera* Lam.  
DURANTE O ARMAZENAMENTO**

Recife  
2017

**CLEONEIDE MARIA DO NASCIMENTO OLIVEIRA**

**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE SEMENTES DE  
MILHO TRATADAS COM *Moringa oleifera* Lam.  
DURANTE O ARMAZENAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Processos Ambientais da Universidade Católica de Pernambuco como requisito para obtenção do título de **Mestre em Desenvolvimento de Processos Ambientais**.

**Área de Concentração:** Desenvolvimento em Processos Ambientais

**Linha de Pesquisa:** Biotecnologia e Meio Ambiente

**Orientadora:** Profa. Dra. Arminda Saconi Messias

**Co-orientador:** Prof. Dr. Carlos Alberto Alves da Silva

**Recife  
2017**

SILVA, R. V. OLIVEIRA, C. M. DO N.

**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE SEMENTES DE MILHO TRATADAS COM *Moringa oleifera* Lam. DURANTE O ARMAZENAMENTO**, 2017, 69 páginas.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco. Pró-reitoria Acadêmica. Curso de Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais, 2017.

1. Armazenamento. 2. Físico-química. 3. Tempo de contato. 4. Reaproveitamento de resíduos. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Processos Ambientais. Centro de Ciências e Tecnologia.

# QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE SEMENTES DE MILHO TRATADAS COM *Moringa oleifera* Lam. DURANTE O ARMAZENAMENTO

CLEONEIDE MARIA DO NASCIMENTO OLIVEIRA

Examinadores:

---

**Profa. Dra. Armindia Saconi Messias (Orientadora)**  
Universidade Católica de Pernambuco - UNICAP

---

**Profa. Dra. Kaoru Okada (Membro Interno)**  
Universidade Católica de Pernambuco - UNICAP

---

**Prof. Dr. Emanuel Sampaio Silva (Membro Externo)**  
Universidade Salgado de Oliveira - UNIVERSO

## DEDICATÓRIA

À mulher da minha vida, Maria da Conceição Nascimento, pelo apoio incondicional em todos os momentos; principalmente nos momentos de dúvidas, naturalmente para quem tenta trilhar novos horizontes. Sem o seu amor, nenhuma conquista teria sido alcançada.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir cumprir mais uma etapa da minha vida;

À Universidade Católica de Pernambuco, pela oportunidade do mestrado;

Aos meus familiares, em especial ao meu esposo (*In memoriam*) que me incentivou a fazer o curso;

Aos meus colegas de turma, que nos momentos mais difíceis, estavam bem próximos para ajudar;

À orientadora Profa Dra Arminda Saconi Messias e ao co-orientador Prof Dr Carlos Alberto Alves da Silva;

Aos demais professores e toda a equipe de funcionários do Laboratório de Química Analítica do bloco D e do Laboratório de Microbiologia do bloco J, em especial, Francisco Chagas, Prof. Sérgio Paiva e Profa Galba Takaki;

Aos demais colegas pela belíssima contribuição para a minha caminhada durante a realização e a conclusão dessa dissertação.

# SUMÁRIO

<b>DEDICATÓRIA</b> .....	iv
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	v
<b>SUMÁRIO</b> .....	vi
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	vii
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	viii
<b>RESUMO</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>CAPÍTULO I</b> .....	11
<b>1.1 Introdução</b> .....	12
<b>1.2 Objetivos</b> .....	14
1.2.1 Objetivo geral.....	14
1.2.2 Objetivos específicos .....	14
<b>1.3 Revisão de Literatura</b> .....	15
1.3.1 Milho .....	15
1.3.1.1 Produção .....	15
1.3.1.2 Plantio.....	16
1.3.1.3 Colheita.....	17
1.3.1.4 Armazenamento.....	18
1.3.2 <i>Moringa oleifera</i> Lam .....	19
<b>1.4 Referências</b> .....	26
<b>CAPÍTULO II</b> .....	31
Resumo .....	32
Introdução.....	33
Metodologia .....	34
Resultados e Discussão .....	37
Conclusão.....	40
Referências .....	41
<b>CAPÍTULO III</b> .....	43
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	44
<b>ANEXOS</b> .....	45

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

Figura 1 - Plantação de milho .....	16
Figura 2 - Fluxograma das etapas de produção e pré-processamento do milho .....	17
Figura 3 - Silo representando uma estrutura de armazenamento de grãos.....	18
Figura 4 - <i>Moringa oleifera</i> Lam. com vagens e flores.....	19
Figura 5 - Sementes da <i>Moringa oleifera</i> Lam. com casca, sem casca e triturada.....	23
Figura 6 - Estrutura da possível substância coagulante da semente da Moringa (Glucosinolato).....	23

### CAPÍTULO II

Figura 1 - Teor de umidade dos grãos de milho conforme tratamento aplicado .....	37
Figura 2 - Porcentagem de cinzas nos grãos de milho de acordo com o tratamento aplicado .....	39
Figura 3 - Porcentagem do índice de acidez dos grãos de milho de acordo com o tratamento aplicado .....	40



## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

Tabela 1 - Composição química centesimal das sementes de <i>Moringa Oleifera</i> Lam.....	20
Tabela 2 - Espécies mais comuns de moringa de Ordem <i>Cappridales</i> e Família <i>Moringaceae</i> e sua distribuição mundial .....	21

## RESUMO

O Brasil é um país cujo grande potencial de produção de grãos ainda não foi plenamente explorado. O milho é a cultura mais amplamente difundida e cultivada, pois se adapta aos mais diferentes ecossistemas. Junto com o esforço para o aumento da produtividade, necessariamente há que se aprimorar o processo de colheita e as condições de armazenagem de grãos. Entretanto, o armazenamento prolongado só pode ser realizado quando se adotam corretamente as práticas de colheita, limpeza, secagem e combate a insetos. O uso de produtos aplicados via sementes, principalmente quando armazenados, é uma prática rotineira para a cultura do milho; no entanto, a crescente preocupação com o ambiente e com a segurança durante o processo de manipulação dessas sementes tem aumentado a demanda por tecnologias de aplicação que permitam a redução dos riscos, sem que a qualidade das sementes seja comprometida. Assim, objetivou-se avaliar a qualidade físico-química de sementes de milho submetidas a tratamentos, com cinco repetições, com doses equivalentes a zero; 0,5; 1; 2 e 4 gramas do pó da semente da *Moringa oleifera* Lam. para cada 10 grãos de milho, com tempo de contato correspondente a zero, 2, 4, 6 e 24 horas, 30 dias e 6 meses. As determinações realizadas foram: teste de germinação, umidade, peso volumétrico, peso de 1000 grãos, cinzas e índice de acidez. Através dos resultados obtidos conclui-se que a qualidade das sementes de milho com a aplicação de *Moringa oleifera* Lam. é tecnicamente viável, podendo ser armazenadas por até seis meses, sem que haja comprometimento de sua qualidade fisiológica.

**Palavras-chave:** Sementes de Moringa. Grãos de cereais. *Zea mays*.

## ABSTRACT

Brazil is a country whose great potential for grain production has not yet been fully exploited. Corn is the most widespread and cultivated crop because it adapts to the most different ecosystems. Along with the effort to increase productivity, it is necessary to improve the harvesting process and the grain storage conditions. However, prolonged storage can only be achieved when harvesting, cleaning, drying and insect control practices are adopted correctly. The use of products applied through seeds, especially when stored, is a routine practice for the corn crop; However, growing concern about the environment and safety during the seed handling process has increased the demand for application technologies that allow risk reduction without compromising seed quality. Thus, the objective was to evaluate the physiological quality of maize seeds submitted to treatments, with five replicates, with doses equivalent to zero; 0.5; 1; 2 and 4 grams of the *Moringa oleifera* Lam. seed powder for each 10 grains of corn, with contact time corresponding to zero, 2, 4, 6 and 24 hours, 30 days and 6 months. The determinations were: germination test, moisture, volumetric weight, weight of 1000 grains, ash, acidity index and fungi. The results obtained show that the physiological quality of the corn seeds with the application of *Moringa oleifera* Lam. on maize seeds is technically feasible and can be stored for up to six months without compromising their physiological quality.

**Keywords:** Seeds of Moringa. Cereal grains. *Zea mays*.

# **CAPÍTULO I**

## 1.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país cujo potencial de produção de grãos ainda não foi plenamente explorado. O milho é a cultura mais amplamente difundida e cultivada, pois se adapta aos mais diferentes ecossistemas. Sendo o milho um cereal rico em vitaminas A e do complexo B, proteínas, gorduras, carboidratos, cálcio, ferro, fósforo e fibras, é muito utilizado tanto na alimentação animal como na humana (LENZ et al., 2011; MUSSOLINI, 2009).

Porém, o processo de produção desse cereal apresenta diversos problemas, principalmente na fase de armazenamento sem perdas significativas da qualidade. O armazenamento prolongado só pode ser realizado quando se adotam corretamente as práticas de colheita, limpeza, secagem e combate a insetos (FAROLI et al., 2012).

Pesquisas no segmento da colheita e armazenagem são muito importantes para a conservação de grãos obtidos pelos agricultores familiares. É fundamental que a qualidade dos grãos seja preservada, mantendo-os sadios, limpos e livres de resíduos de agrotóxicos utilizados para combater as pragas que sempre atacam os grãos armazenados. Sobre as perdas que ocorrem durante o armazenamento de grãos, há que se considerar a armazenagem a granel em silos, em graneleiros, em sacarias e em paiol. Nas três primeiras modalidades de armazenagem, as perdas de peso ocorrem em torno de 1 a 2 % (SANTOS et al., 1994). Nessa modalidade de armazenagem, tem-se adotado tecnologia adequada no combate às pragas.

Porém, no armazenamento de milho em espiga, utilizando estruturas rústicas, como são os paióis de madeira, as perdas de peso causadas por insetos e roedores podem atingir próximas a 15 % do milho armazenado nessas condições. Apenas mais recentemente é que estão sendo desenvolvidas tecnologias para conservação de grãos, de uso apropriado para pequenos e médios produtores, que são os que mais adotam a armazenagem de milho em espiga com palha.

A *Moringa oleifera* Lam. é uma hortaliça arbórea não convencional, nativa de regiões subhimalaias no noroeste da Índia, pertencente a família *Moringaceae* que é composta de um único gênero (*Moringa*) com um total de quatorze espécies conhecidas. É um arbusto de pequeno porte alcançando, no máximo, 12 metros de altura, de copa aberta com apenas um tronco central, possuindo flores que emergem em panículas de cor creme, conhecida por vários nomes de acordo com os seus diferentes usos; também é conhecida por "baqueta" pela forma de seus frutos que é um alimento básico em países como Índia e África (RANGEL, 2015; GALLÃO et al., 2006).

OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleifera* lam. durante o armazenamento.

A pasta feita das sementes cruas é antibacteriana; as substâncias ativas são encontradas nos cotilédones das sementes, possuindo três componentes principais: o “ben - oil”, o floculante, ambos os polipeptídios (proteínas), substâncias ainda não claramente identificadas, e a substância antimicrobiana 4 - L - Rhamnosyl - oxybenzyl - isothio - cyanate (RI), segundo Silva e Kerr (1999).

A grande preocupação com o ambiente tem levado inúmeros pesquisadores a buscarem alternativas viáveis, efetivas e seguras para o uso de produtos aplicados durante o processo de armazenamento de grãos de milho que permitam a comercialização, sem que a qualidade desses grãos seja comprometida (KIMATI et al., 1997). Daí a proposta deste trabalho de se utilizar as sementes da *Moringa oleifera* Lam. para minimizar a presença de doenças e pragas no armazenamento do milho.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo geral**

- Verificar a possibilidade de aumentar o tempo de armazenamento de grãos de milho, quando tratados com sementes trituradas de *Moringa oleifera Lam.*, com consequente redução de problemas no armazenamento.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Coletar e preparar as sementes de *Moringa oleifera Lam.* para o uso experimental;
- Coletar e preparar os grãos de milho armazenados para o uso experimental;
- Avaliar o melhor tempo de contato entre a dose de moringa e o milho;
- Analisar quimicamente o milho, antes e após o tratamento proposto;
- Analisar estatisticamente os dados obtidos.

## 1.3 REVISÃO DE LITERATURA

### 1.3.1 Milho

#### 1.3.1.1 Produção

O milho é um dos cereais mais cultivados no mundo, sendo importante para a alimentação humana e animal. Tanto o produto como os subprodutos apresentam grande importância na balança comercial de vários países. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, totalizando 79 milhões de toneladas na safra 2014/2015. Desse total, cerca de 48 milhões correspondem ao milho de segunda safra. O estudo das projeções de produção do cereal, realizado pela Assessoria de Gestão Estratégica do Ministério de Abastecimento e Produção Animal - MAPA indica aumento de 19,11 milhões de toneladas entre a safra de 2019/2020. Assim, em 2019/2020, a produção deverá ficar em 70,12 milhões de toneladas e o consumo em 56,20 milhões de toneladas. Esses resultados indicam que o Brasil deverá fazer ajustes no seu quadro de suprimentos para garantir o abastecimento do mercado interno e obter excedente para exportação, estimado em 12,6 milhões de toneladas em 2019/2020. Número que poderá chegar a 19,2 milhões de toneladas. Para a safra de 2024/2025 a produção projetada é de 99,8 milhões de toneladas (BRASIL, 2015).

A primeira ideia é o cultivo do grão para atender ao consumo na mesa dos brasileiros, mas essa é a parte menor da produção. O principal destino da safra são as indústrias de rações para animais. Para obter uma boa produtividade, deve ser considerado e trabalhado com vários fatores que ajudam no desenvolvimento da produção: o uso das novas tecnologias apropriadas, o estudo do solo e do clima e, principalmente, a disponibilidade hídrica para a cultura. E para verificar se a produtividade está satisfatória, é observado e acompanhado em torno de 60 sacos por hectares (3.660 kg/ha), de acordo com IPA (2015).

O Brasil está entre os países que terão aumento significativo das exportações de milho, ao lado da Argentina. O crescimento será obtido por meio de ganhos de produtividade. Enquanto a produção de milho está projetada para crescer 2,67 % ao ano, nos próximos anos, a área plantada deverá aumentar 0,73 %. Segundo a Base Dados de Pernambuco (BDP) e de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2015, para a população agrícola de lavoura permanente e temporária, onde uma das referências é o milho, a área produzida temporariamente foi de 23.922 hectares, tendo rendimento, em média, de 575 kg/ha (BRASIL, 2015).



### 1.3.1.2 Plantio

Segundo IPA (2015) o melhor desenvolvimento do milho ocorre no verão; entretanto, havendo possibilidade de irrigação e temperaturas favoráveis, o seu cultivo pode ser estendido por todo o ano. Em locais de baixas temperaturas (10 °C), no inverno, a semente praticamente não germina. Temperaturas acima de 35 °C, por períodos prolongados, podem prejudicar a polinização, formando espigas mal granadas, devendo-se antecipar o plantio para que a polinização não coincida com o calor excessivo. A melhor época a ser realizado o plantio desta semente, é o início da estação chuvosa, o que normalmente ocorre entre o último trimestre do ano e o primeiro do ano seguinte. Em caso de ocorrência de veranico (período de estiagem acompanhado por calor intenso), deve-se proceder ao suprimento da irrigação que terá lugar durante todo ciclo hidrológico da cultura. Nestes casos, a irrigação será apenas complemento, caso haja necessidade. Se houver uma plantação em época de estação seca do ano o procedimento da irrigação terá lugar durante todo o ciclo hidrológico.

Para desenvolver a plantação, têm-se dois procedimentos: de forma mecânica e manual. Na mecânica usa-se o trator ou tração animal, em sulcos contínuos com oito a 10 centímetros de profundidade, semeando no fundo dos sulcos em torno de oito sementes por metro linear; enquanto no plantio manual, usa-se a matraca, regularmente para que tenha o quantitativo adequado de sementes para serem jogadas no solo, sendo de três a quatro sementes ao longo da fileira a cada 30 a 40 cm de distância. Na Figura 1 estão os sulcos contínuos com o plantio em desenvolvimento (EMBRAPA, 2014).

**Figura 1** – Plantação de milho



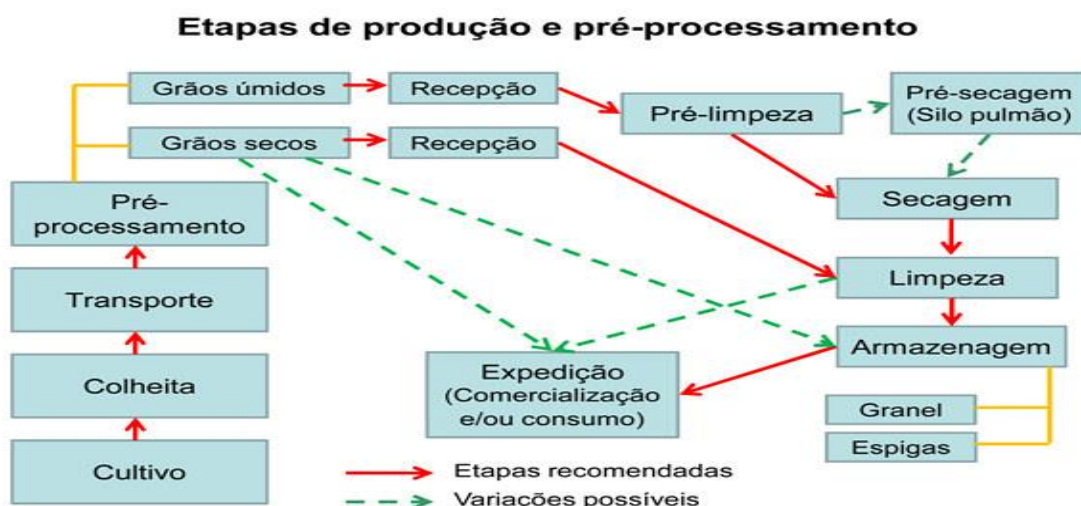
**Fonte:** Embrapa (2014).

### 1.3.1.3 Colheita

O ponto de colheita do milho verde é atingido quando os grãos estão no estado leitoso, apresentando de 70 a 80 % de umidade. Essa fase pode variar de acordo com a cultivar utilizada e fatores ambientais, iniciando-se cerca de 18 a 25 dias após a floração, nos plantios de verão. Uma maneira prática para verificar o ponto de colheita é puxar os “cabelos” da espiga (estilos - estigmas) quando apresentarem coloração amarronzada. Se desprenderem da espiga com facilidade, o milho estará no ponto de colheita. O milho verde é muito perecível; portanto é importante que sua produção fique próximo aos centros consumidores e que a colheita seja realizada de forma a aumentar o período de comercialização (EMBRAPA, 2014). O milho seco tem sua perda de água no campo, com conteúdo de água de aproximadamente 13 a 14 %, diminuindo o trabalho com relação ao milho verde.

O milho seco, que teve sua porcentagem de água retirada naturalmente no campo, deve ser levado diretamente à limpeza e, logo após, ao armazenamento, como também pode ser encaminhado diretamente à indústria, consumidores ou para a distribuição aos animais. Na Figura 2 estão as etapas de produção e pré-processamento, com indicação mais clara para diferenciar os grãos úmidos (verdes) dos grãos secos (EMBRAPA, 2013).

Figura 2 – Fluxograma das etapas de produção e pré-processamento do milho



Fonte: Embrapa (2014).

### 1.3.1.4 Armazenamento

Grande parte da produção de grãos é armazenada durante determinado período. A importância da armazenagem reside no fato de que com o armazenamento adequado dos produtos agrícolas evitam-se perdas e preservam-se suas qualidades, além de suprir as demandas durante a entressafra e de permitir aguardar variações de preços melhores (SAUER, 1992).

Os silos são construídos para o armazenamento e conservação de grãos secos, sementes, cereais e forragens verdes. Na Figura 3 está uma foto representativa de um silo para grãos.

**Figura 3** – Silo representando uma estrutura de armazenamento de grãos



**Fonte:** Embrapa (2013).

Existem vários procedimentos para o milho ser armazenado a granel. Esse armazenamento pode ser feito na própria fazenda ou local de plantação, em silos aéreos ou subterrâneos. O armazenamento convencional é o estoque guardado em sacas, onde o milho deve estar com umidade entre 13 e 14 %. A sacaria deve ser mantida sobre estrados suspensos do piso, e distante das paredes, para circulação de carrinhos hidráulicos ou de pessoas. O armazenamento de espigas é um processo realizado em pequenas propriedades, com baixo investimentos tecnológicos, onde o empalhamento das espigas favorece a conservação, deixando livre dos ataques das pragas. As estruturas para o armazenamento do milho em espiga se caracterizam pelo baixo custo (EMBRAPA, 2013).

Muitas vezes é necessário o armazenamento por longos períodos, para garantir estoques em anos que sucedem frustrações de safras, quando as sementes produzidas estão aquém do padrão exigido, ou para a conservação de germoplasma (BERJAK, 1987b).

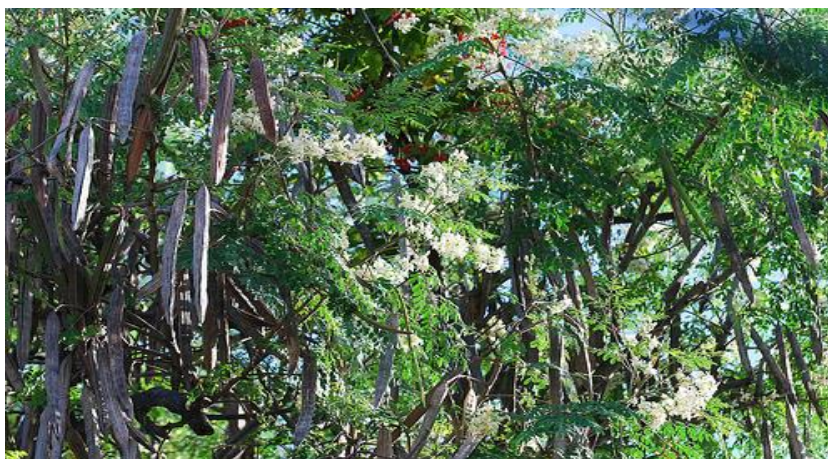
No entanto, as mesmas condições de armazenamento que permitem a manutenção da viabilidade das sementes, podem também favorecer a sobrevivência de muitos patógenos importantes para a cultura.

### 1.3.2 *Moringa oleifera* Lam.

A árvore da *Moringa oleifera* Lam. (Figura 4) apresenta as seguintes principais características botânicas, de acordo com Santos (2010):

- Folhas bipinadas com sete folíolos pequenos em cada pina, de cor verde pálida, decíduas alternadas, perfoliada e compostas;
- Flores relativamente grandes, diclamídeas, monoclinas, perfumadas de cores creme ou branca;
- Frutos em forma de vagens pendulares de cor verde a marrom esverdeada, de forma triangular, sendo deiscente, de 30 a 120 cm, contendo de 10 a 20 sementes globóides, escuras, por fora contendo massa branca e no seu interior massa oleosa;
- Madeira apresentando casca espessa, mole e reticulada, de cor pardo-clara externamente e, internamente, cor branca com lenho mole, poroso, amarelado e com presença de látex. Com grande quantidade de mucilagem, rica em arabinose, galactose e ácido glicurônico;
- Raiz assemelhando-se, tanto pela aparência como pelo sabor, ao rabanete.

**Figura 4** – *Moringa oleifera* Lam. com vagens e flores



Fonte: <https://www.flickr.com/photos/johnmedcraft/5615548591>. Acesso em: 02 de outubro de 2016.

OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleifera* lam. durante o armazenamento.

A *Moringa oleifera* Lam. é uma das árvores mais úteis para o ser humano, pois quase todas as suas partes são aproveitadas. Foi utilizada em pomadas medicinais, no antigo Egito, na produção de sabão através das sementes, que possuem 27 a 40 % de óleo não volátil, na Primeira Guerra Mundial, e vem sendo utilizada também como alimento (SANTOS et al., 2011). Na Tabela 1 está demonstrada a composição química das sementes de *Moringa oleifera* (OLIVEIRA et al., 2009).

**Tabela 1** – Composição química centesimal das sementes de *Moringa oleifera* Lam.

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL (g)	SEMENTE (100 g)
Umidade	3,27
Cinzas	3,09
Proteínas	25,14
Lipídios	22,17

**Fonte:** Adaptado de Oliveira et al. (2009).

Nas Filipinas, as folhas da *Moringa oleifera* Lam. são usadas em sopa. As flores, folhas e raízes são usadas em remédios populares para os tumores, e as sementes são utilizadas para tratamento de tumores abdominais. Sua casca apresenta uma goma avermelhada, usada para diarreia. As raízes de *Moringa oleifera* Lam., de sabor amargo, são usadas como tônico para o corpo e os pulmões, sendo expectorante. O chá de folha é utilizado para o tratamento de úlceras gástricas e diarreia. As sementes são utilizadas, pelas suas propriedades antibióticas e anti-inflamatórias, para tratar artrite, reumatismo, gota, câibras, doenças sexualmente transmitidas e como um relaxante de epilepsia (RAHMAN et al., 2010).

Entre as espécies de plantas testadas em todo mundo, que clarificam águas “in natura”, algumas apresentaram grande capacidade nesse processo. São as espécies da família das *Moringaceae* (Tabela 2) principalmente as espécies *Moringa oleifera* Lam. e a *Moringa stenopetala*. Das 14 espécies conhecidas dessa família, sete delas são muito raras e sete têm sido encontradas em diversos países da Ásia, África e América Latina. A *Moringa oleifera* Lam. é a espécie mais divulgada da família das *Moringaceae*: já se espalhou por todo mundo, principalmente em países de clima tropical como o Brasil (BORBA, 2001).

Em sendo uma espécie pan-tropical, também pode ser conhecida como: moringa Benzolive, kelor, marango, entre outras diversas denominações. No Brasil, é conhecida como quiabo-de-quina e lírio branco; na Índia, como *Sajina* e *Shekta*, e nos Estados Unidos como *Horse-radish-tree* (GERDES, 1997).

**Tabela 2** – Espécies mais comuns de *Moringa* de Ordem *Cappridales* e Família *Moringaceae* e sua distribuição mundial

ESPÉCIES	DISTRIBUIÇÃO MUNDIAL
<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Pantropical
<i>Moringa concanensis</i>	Índia
<i>Moringa peregrina</i>	Egito, Sudão, Península Arábica
<i>Moringa stenopetala</i>	Etiópia, Quênia
<i>Moringa longituba</i>	Somália
<i>Moringa ovalifolia</i>	Namíbia
<i>Moringa drouhardii</i>	Madagascar

Fonte: adaptado de Borba (2001).

Em diferentes países do continente Asiático, Africano e Sul - Americano, várias plantas têm sido utilizadas como coagulante natural. A *Moringa oleifera* Lam. é uma árvore de origem indiana e se tornou pantropical, ou seja, habita qualquer região dos trópicos. A *Moringa stenopetala* é originária da Etiópia (GALLÃO et al., 2006). A árvore da *Moringa oleifera* Lam. tem um crescimento rápido, podendo alcançar 12 metros de altura. No primeiro ano, chega a ter quatro metros, podendo até frutificar. Não suporta baixas temperaturas, tendo um desenvolvimento ideal na faixa entre 24 a 30 °C. Ainda de acordo com Gallão et al. (2006), a propagação da espécie pode ser feita através de sementes, mudas ou estacas, não apresentando exigências específicas para o tipo de solo onde será cultivada a não ser a impossibilidade de desenvolver em solos encharcados.

Na Índia, chegou-se a calcular uma produção de 1.000 até 1.600 vagens por árvore, onde o número de sementes por vagens oscila entre 10 e 20. Estimativa da produção anual de sementes: se for baixo é de 1,5 a 2.000 sementes/planta; se for elevado é de 20 a 24.000 sementes/planta. Porém, esses valores podem ser variados dependendo do país, clima e o manejo da árvore. Considerando que uma família utilize 10.000 litros de água anualmente e que o necessário para clarificar 1 (um) litro seria, em média, uma semente por litro, seriam necessários 10.000 sementes para cada família durante um ano. No Sertão, haveria a necessidade de cinco árvores por família e no Agreste de duas árvores por família (ALMEIDA NETO, 2016).

A produção de sementes da *Moringa oleifera* Lam. ocorre durante todo período do ano e pode chegar a uma quantidade de 3.000 kg para cada hectare plantado. Isto implica na capacidade de tratar 30 milhões de litros de água ou efluente com turbidez acima de 100 Unidades Nefelométricas de Turbidez - NTU (ZAMPERO, 2011).

OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleífera* lam. durante o armazenamento.

Desde 1950 que o Brasil conhece a *Moringa oleífera* Lam., que foi introduzida pela Secretaria de Agricultura do Estado do Maranhão, que importou das Filipinas (ALMEIDA, 2010). A cultura da moringa vem sendo difundida em todo o semiárido nordestino, devido a sua utilização no tratamento de água para uso doméstico; porém, o uso de coagulantes naturais para clarificar água não é uma idéia nova, pois Ndabigengesere e Narasiah (1996) indicam as sementes de *Moringa oleífera* Lam. como uma alternativa viável de agente coagulante em substituição aos sais de alumínio, que são utilizados no tratamento de água em todo o mundo (OLIVEIRA et al., 2009).

As sementes quando comparadas às folhas, vagens e cascas, apresentam melhor potencial de coagulação/floculação. Ainda de acordo com resultados experimentais, as proteínas ativas estão contidas apenas nas sementes. Vale ressaltar, que o ideal é utilizar sementes colhidas recentemente, a fim de garantir a eficácia do tratamento de água, pois a eficiência de coagulação diminui com o passar do tempo de armazenamento das sementes. Entretanto, são consideradas altamente ativas pelo fato de produzirem altas reduções na turbidez da água bruta por um período máximo de 18 meses, diminuindo seu potencial significativamente e tornando-se ineficiente após 24 meses, especialmente para água bruta com turbidez inferior a 100 NTU (VALVERDE et al., 2014).

As sementes, dependendo das condições de fertilidade de solos, entram em fase de germinação em até nove dias após sua plantação. Recomenda-se que haja uma poda anual entre 1,5 e dois metros de altura, após cada colheita, pois, assim, evita-se o crescimento excessivo da planta facilitando o colhimento das sementes, que pode ser feita até três colheitas por ano. Vale ressaltar que após três meses da colheita as sementes perdem o poder germinativo. Quando ocorre a primeira colheita, o desenvolvimento das plantas se torna mais rápido passando a ocorrer a cada 35 dias. As folhas dos galhos podados que seriam descartadas durante a colheita são usadas para produzir o pó seco, rico em proteína, ômega 3 e óleo, utilizados como componente de proteína da ração animal (JESUS et al., 2013).

As sementes de *Moringa oleífera* Lam. (Figura 5) contêm proteínas com baixo peso molecular; quando seu pó é dissolvido em água adquirem cargas positivas, que atraem partículas negativamente carregadas tais como, argilas e siltes, formando flocos densos, que sedimentam. Paterniani (2009) afirmou que o coagulante à base de sementes de moringa, por ser de origem natural, possui significativa vantagem, quando comparado ao coagulante químico, sulfato de alumínio, principalmente para pequenas comunidades, uma vez que pode ser preparado no próprio local.

OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleifera* lam. durante o armazenamento.

A proteína das sementes de moringa é o composto de maior importância no processo de clarificação da água. É relatado em *Moringa oleifera* Lam. a presença de uma proteína catiônica dimérica de alto peso molecular, que desestabiliza as partículas contidas na água que, através de um processo de neutralização e adsorção, floculam os colóides que, em seguida, sedimentam (GALLÃO et al., 2006).

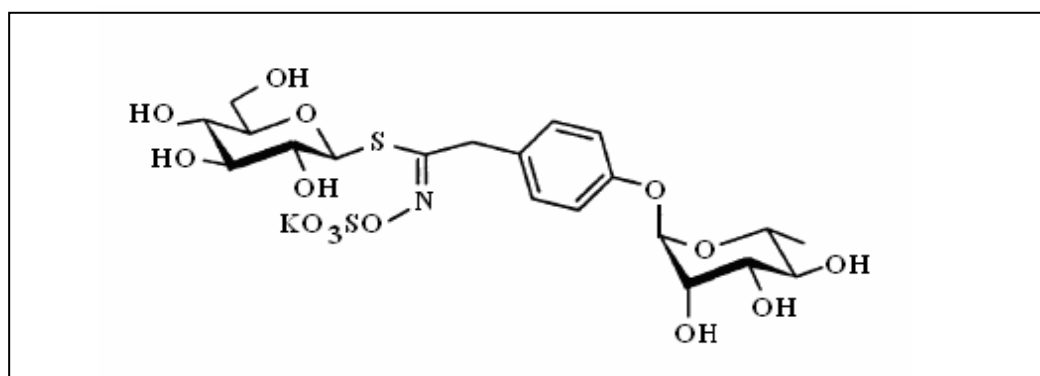
**Figura 5** – Sementes da *Moringa oleifera* Lam. com casca, sem casca e triturada



**Fonte:** Autoria própria (2016).

Através de testes fitoquímicos e estudos espectrais, observou-se a presença de um glicosídeo esteroideal “strophantidin” como um agente bioativo na semente. As sementes de moringa contêm entre oito e 10 % de glucosinolatos (Figura 6), que são uma classe homogênea de combinações de tiossacarídeos naturais (ESNARRIAGA, 2010).

**Figura 6** – Estrutura da possível substância coagulante da semente da moringa (Glucosinolato)



**Fonte:** Gueyrard et al. (2000).

Nos cotilédones das sementes são encontradas substâncias ativas possuindo três componentes principais: os “ben-oils” – floculantes – que são polipeptídios (proteínas), substâncias ainda não claramente identificadas; e a substância antimicrobiana (4)



LRhamnosyloxybenzylisothiocyanate (RI), que no processo de purificação da água pode reduzir a carga bacteriana em até 97 % em pouco tempo (ALMEIDA NETO et al., 2015).

Através de estudos realizados, a moringa não apresenta riscos à saúde, ocasionando efeitos secundários ao homem quando utilizada em baixas doses no processo de clarificação e diminuição da turbidez da água, não apresentando sintomas tóxicos quando dos inúmeros usos (VALVERDE et al., 2014).

Existem vantagens em utilizar o coagulante proveniente das sementes da *Moringa oleifera* Lam., pelas variedades de produtos úteis extraídos como: óleo, ração animal e fertilizante proveniente dos sólidos residuais e das cascas que, ao serem ativadas, servem de material adsorvente. Ainda existe um valor agregado ao cultivo da espécie, quando da farinha obtida da semente poder ser extraído o óleo e ainda ser utilizada na clarificação da água (SILVA, 2012).

A moringa foi considerada como uma importante fonte de extração de ácido oleico, que varia de 75 a mais de 80 %, indicando que é adequado para a produção do biodiesel. Isto porque possui grande estabilidade oxidativa, por apresentar ausência de ligações duplas conjugadas, sendo superior ao biodiesel de soja nesse quesito. Tal propriedade facilita o transporte e o armazenamento do biodiesel (ARANDA, 2009).

Para a atenuação da poluição causada pelos despejos de água residuárias em corpos hídricos receptores, existem pesquisas do tratamento dessas águas residuárias com o extrato da semente da moringa. Os resultados foram positivos para a água de recirculação do descascamento/despulpamento dos frutos do cafeeiro, água residuária de laticínios, efluentes da indústria têxtil, na remoção dos parâmetros físico-químicos como: turbidez, óleos e graxas, surfactantes aniônicos (lauril sulfato de sódio) e corantes. Tem-se, ainda, eficiência na remoção de patógenos de água bruta, pois seus cotilédones possuem uma substância antimicrobiana que aumenta o efeito do tratamento biológico, onde Muyibi e Evison (1995) concluíram que a *Moringa oleifera* Lam. é capaz de reduzir de 90 a 99 % de bactérias na água (LO MONACO et al., 2010).

Além de ser utilizada como coagulante no tratamento de águas, a semente de *Moringa oleifera* Lam. pode ser aplicada como adsorvente no tratamento por coagulação - floculação de águas industriais removendo compostos como zinco, cobre, ferro, alumínio, cádmio, crômio, níquel, prata, manganês, benzeno, tolueno, etilbenzeno e isopropilbenzeno (RIBEIRO, 2010).

Outra propriedade da semente da moringa foi observada através do experimento realizado em água de poço aberto, localizado em Kolhapur, na Índia, onde se percebeu a redução dos íons cloretos de 12 para cinco mg/L. Isso ocorreu devido a atração química da

OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleifera* lam. durante o armazenamento.

substância catiônica presente na semente com íons aniônicos dos cloretos presente na água (MANGALE et al., 2013).

O extrato de sementes de moringa desempenha um papel importante no controle de mosquitos, como mostra o estudo de Prabhu et al. (2011), que revelaram ser um eficaz larvicida e agente pupicidal. Isso se deve à presença de compostos químicos bioativos, que as plantas apresentam oferecendo vantagem sobre os pesticidas sintéticos por serem menos tóxicos e menos propensos à resistência, e biodegradáveis (PONTUAL et al., 2014).

A *Moringa oleifera* Lam. apresenta limitações com relação ao seu uso em forma de solução (MORETI et al., 2013), pois seu potencial decresce com o decorrer do tempo de armazenamento de sementes tanto em temperatura ambiente (28 °C) quanto em refrigeração (3 °C). Outro problema ocasionado pelo seu uso é a adição de matéria orgânica no meio, que pode reduzir carreiras de filtração, quando utilizada em sistema de filtração em múltiplas etapas. Por causa desse inconveniente, testou-se a utilização do pó da semente da *Moringa oleifera* Lam. em sachê de diversos tipos para diminuição da turbidez sintética obtendo resultados positivos, como mostram Silva (2012) e Carrer et al. (2010).

## 1.4 REFERÊNCIAS

ALMEIDA NETO, M. A. **Uso da semente do gênero *Moringa***. 2016. Disponível em: <[www.cpatsa.embrapa.br/catalogo/doc/posters/12\\_1\\_Mario Augusto.doc](http://www.cpatsa.embrapa.br/catalogo/doc/posters/12_1_Mario_Augusto.doc)>. Acesso em: 30 ago. 2016.

ALMEIDA NETO, J.R. de; BARROS, R.F.M. de; SILVA, P.R.R. Uso de plantas medicinais em comunidades rurais da Serra do Passa - Tempo, estado do Piauí, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 165-175, jul./set. 2015.

ALMEIDA, I. L. S. **Avaliação da capacidade de adsorção da torta de *Moringa oleifera* para BTEX em amostras aquosas**. Dissertação - (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010, p.70.

ARANDA, D. **Moringa: muito mais que Biodiesel**. 2009. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/blog/donato/2009/moringa-muito-mais-biodiesel/>>. Acesso em: 16 mai. 2016.

BAKKER - ARKEMA, F. W. CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Agro - Processing Engineering. **American Society of Agricultural Engineers**, vol. IV, 1999, p. 527.

BERJAK, P. Stored seeds: the problems caused by microorganisms. In: ADVANCED INTERNATIONAL COURSE ON SEED PATHOLOGY, Passo Fundo, 1987. **Proceedings...** Passo Fundo: EMBRAPA; ABRATES, p.93 - 112, 1987a.

BERJAK, P. Seed stored problems: our research program. In: ADVANCED INTERNATIONAL COURSE ON SEED PATHOLOGY, Passo Fundo, 1987. **Proceedings...** Passo Fundo: EMBRAPA; ABRATES, p.113 - 130. 1987b.

BORBA, L. R. **Viabilidade do uso da *Moringa oleifera* Lam. no tratamento simplificado de água para pequenas comunidades**. Universidade Federal da Paraíba. Centro de Ciências Exatas e da Natureza. Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA (Curso de Mestrado). Sub-Programa UFPB/UEPB/Área de Saneamento Ambiental. João Pessoa, julho de 2001, p. 92.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2014/2015 a 2024/2025**, Brasília, 2015, 133 p.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2011/2012 a 2021/2022**. 2011, p. 50.

OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleifera* lam. durante o armazenamento.

BRYDEN, W.L. Mycotoxin contamination of the feed supply chain: Implications for animal productivity and feed security. **Animal Feed Science and Technology**, v. 173, n. 1-2, p. 134-158, April 20, 2012.

CARRER, H.; BARBOSA, A.L.; RAMIRO, D. A. Biotecnologia na agricultura. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 70, p. 149-164, 2010.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988, p. 424.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Cultivo de milho**. Sistema de Produção 1, 8. ed., 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Recomendações de boas práticas de armazenamento de milho em espiga para agricultura familiar**. (Circular Técnica, 161), 2014, p. 14.

ESNARRIAGA, E.S. **Influência de Sementes Trituradas de *Moringa Oleífera* no Tratamento de Efluente Bruto de Fossa Séptica Biodigestora**. Universidade Federal de Lavras - MG (UFLA - MG) Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Química, 2010, p. 39.

FAROLI, L.R.; SANTOS, S.B.; MARTINS, M.A.; BRITO JUNIOR, V.R. Perda de matéria seca em grãos de milho armazenados em bolsas herméticas. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 4, p. 674-682, out.-dez., 2012.

GALLÃO, M. I.; DAMASCENO, L. F.; BRITO, E. S. Avaliação química e estrutural da semente de moringa. **Revista Ciência Agrônômica**, v.37, n. 1, p.106-109, 2006.

GERDES, G. **Como limpar e tratar água suja com sementes de moringa**. Fortaleza: ESPLAR - Centro de Pesquisa e Assessoria, 1997, p. 23.

GUEYRARD, D.; BARILLARI J.; IORI R.; PALMIERI, S.;ROLLIN, P. First synthesis of the O - glycosylated glucosinolate isolated from *Moringa oleifera*. **Tetrahedron Letters**, London, v.41, n. 43, p. 8307 - 8309, Oct. 2000.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE PERNAMBUCO - IPA. **Rendimento do milho cultivado sob adubação verde e composto orgânico**, 2015, p. 47.

JESUS, A.R. de; MARQUES, N. da S.; SALVI, E. J. N. R.; TUYUTY, P. L. M.; PEREIRA, S. A.. **Cultivo da *Moringa oleifera***. Instituto Euvaldo Lodi - IEL/BA SRBT (Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas), 2013.

OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleifera* lam. durante o armazenamento.

KIMATI, H.; GIMENEZ - FERNANDES, N.; SOAVE, J.; KUROZAWA, C.; BRIGNANI NETO, F.; BETTIOL, W. **Guia de fungicidas agrícolas**: recomendações por cultura. Jaboticabal: Grupo Paulista de Fitopatologia, 1997.

LENZ, G. F.; SIMSEN, V. L.; DUARTE, R. A.; MARTIN, C. A.; MARINS, A. C. Determinação da umidade do milho utilizando o método estufa. In: ENCONTRO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA - ENDICT, 3. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. ISSN 2176-3046. **Anais.... UTFPR**, 2011.

LO MONACO, P. A. V.; MATOS, A.T.; ANDRADE, I. C.. Utilização de extrato de sementes de moringa como agente coagulante no tratamento de água para abastecimento e águas residuárias. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 5, n. 3, 2010.

LUZ, W.C. **Diagnose e controle das doenças da espiga de milho no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA, CNPT, 1995, p. 28. (Circular Técnica, 5).

MANGALE, S. M.; CHONDE, S. G.; RAUT, P. D. Use of *Moringa oleifera* (drumstick) seed as natural absorbent and an antimicrobial agent for ground water treatment. **Research Journal of Recent Sciences**, v.1, n.3, p. 31-40, 2013.

MORETI, L. de O. R.; CAMACHO, F. P.; BONGIOVANI, M. C.; STROHER, A. P.; NISHI, L.; VIEIRA, A. M. S.; BERGAMASCO, R. Emprego das sementes de *Moringa oleifera* Lam, como coagulante alternativo ao policloreto de alumínio (PAC), no tratamento de água para fins potáveis. **E-xacta**, Belo Horizonte, v. 6, n. 1, p. 153 - 165. 2013. Disponível em: [www.unibh.br/revistas/exacta](http://www.unibh.br/revistas/exacta). Acesso em 10 outubro 2016.

MUSSOLINI, C. R. **Caracterização Físico - Química e Rendimento da Moagem Úmida de Quatro Híbridos de Milho**. Dissertação de Mestrado. 2009. São José do Rio Preto, São Paulo.

MUYIBI, S. A.; EVISION, L. M. *Moringa oleifera* seeds for softening hard water. **Water Research**, v. 29, p. 1099-1104, 1995.

NDABIGENGESERE, A.; NARASIAH, S. K. Influence of operating parameters on turbidity removal by coagulation with *Moringa oleifera* seeds. **Environmental Technology**, v.17, p.1103-1112, 1996.

OLIVEIRA, I.C; TEIXEIRA, E.M.B.; GONÇALVES, C.A.A.; PEREIRA, L.A. **Avaliação Centesimal da Semente de *Moringa oleifera* Lam**. In: SEMINÁRIO, 2, 2009, Uberaba.

OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleifera* lam. durante o armazenamento.

PATERNIANI, J.E.S.; MANTOVANI, M.C.; SANT'ANNA, M.R. Uso de sementes de *Moringa oleifera* para tratamento de águas superficiais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.6, Campina Grande, Nov./Dec. 2009.

PEIXOTO, A.R.; TORRES, S.B.; KARASAWA, N. Qualidade sanitária de sementes de milho produzidas no submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, p.12-15, 1998.

PINTO, N.F.J.A. **Patologia de sementes de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA, CNPMS, 1998, p. 44. (Circular Técnica, 29).

PONTUAL, M.L.A.; AGRA NETO, A.C.; MELO, D.P.; ALMEIDA, S.M. **Avaliação do Potencial Inseticida de Lectinas de Sementes de *Moringa oleifera* contra Larvas de *Aedes Aegypti* Resistentes e Susceptíveis a Organofosfato e Adultos de *Sitophilus Zeamais***. Recife: 2014, p. 93.

PRABHU, K; MURUGAN, K; NARESHKUMAR, A; BRAGADEESWARAN, S. Larvicidal and pupicidal activity of spinosad against the malarial vector *Anopheles stephensi*. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v.4, p. 610-613, 2011.

RAHMAN, M.M.; AKHTER, S.; MAHM, J.; PANDEYA D.R.; HAQUE, M.A.; ALAM, M.F.; RAHMAN, A. Control of coliform bacteria detected from diarrhea associated patients by extracts of *Moringa oleifera*. **Nepal Medical College Journal**, v.12, n.1 p.12-19, 2010.

RANGEL, M. S. ***Moringa oleifera*: um purificador natural de água e complemento alimentar para o nordeste do Brasil**. Embrapa - Tabuleiros Costeiros – Aracajú - SE. 2015. Disponível em: <http://www.jardimdeflores.com.br/floresefolhas/A10moringa.htm>> Acesso em: 06 out. 2016.

RIBEIRO, A. T. A.. **Aplicação da *Moringa oleifera* no tratamento de água para consumo humano**: remoção de poluentes por coagulação-floculação. Mestrado em Engenharia do Ambiente (Dissertação) Janeiro de 2010, p. 98.

SANTOS, A. R. F. **Desenvolvimento Inicial de *Moringa oleifera* Lam. sob condições de estresse**. Mestrado em Agroecossistemas (Dissertação) - Universidade Federal de Sergipe. 2010, p. 87.

SANTOS, J. P.; FONTES, R. A.; MANTOVANI, B. H.M.; MANTOVANI, E. C.; PEREIRA FILHO I. A.; BORBA, C. S.; ANDRADE, R. V.; AZEVEDO, J. T.; ANDREOLI, C. Perdas de Grãos na Cultura do Milho. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. 1992-1993**, Sete Lagoas, MG. v.6, p.122-124, 1994.

OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleifera* lam. durante o armazenamento.

SANTOS, W. R.; MATOS, D.B.; OLIVEIRA, B.M.; SANTANA, T.M.; SANTANA, M.M.; SILVA, G.F. Estudo do tratamento e clarificação de água com torta de sementes de moringa oleifera Lam. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v.13, n.3, p. 295-299, 2011.

SAUER, D.B. **Storage of cereal grains and their products**. American Association of Cereal Chemists, 1992, p. 615.

SILVA, C.B. **Usos potenciais de *Moringa oleifera* Lam.:** uma matriz para produção de Biodiesel e Tratamento de água no semiárido Nordeste. Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente / PRODEMA (Dissertação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2012, p. 117.

SILVA, A.R.; KERR, W.E. **Moringa:** uma nova hortaliça para o Brasil. Uberlândia: UFU/DIRIU, 1999, p. 95.

VALVERDE, K.C.; COLDEBELLA, P.F.; NISHI, L.; MADRONA, G. S.; CAMACHO, F. P.; SANTOS, T. R.T. dos; SANTOS, O. A. A. dos; BERGAMASCO, R.. Avaliação do tempo de degradação do coagulante natural *Moringa oleifera* Lam. em pó no tratamento de água superficial. **E-xacta**, Belo Horizonte, v. 7 n. 1, p. 75-82, 2014.

ZAMPERO, R. **Uso da semente da *Moringa oleifera* no tratamento de efluente líquido na indústria de vidros**. UNIFENAS, 51, p. 2011.

OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleifera* lam. durante o armazenamento.

# CAPÍTULO II

**AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DO MILHO ARMAZENADO,  
SUBMETIDO A TRATAMENTO COM SEMENTES TRITURADAS DE *MORINGA  
OLEIFERA* LAM.**

Artigo submetido à Revista B1 **Water Environment Research** - ISSN 1554-7531-Online.

(Instruções no Anexo 3)



OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleifera* lam. durante o armazenamento.

**Avaliação de atributos físico-químicos do milho armazenado, submetido a tratamento com sementes trituradas de *Moringa oleifera* Lam.**

Cleoneide Maria do Nascimento Oliveira<sup>1</sup>, Carlos Alberto Alves da Silva<sup>2</sup>, Kaoru Okada<sup>2</sup>, Emanuel Sampaio Silva<sup>3</sup>, Arminda Saconi Messias<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Católica de Pernambuco - UNICAP, Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais, Recife, Pernambuco, Brasil;

<sup>2</sup> Professores do Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais da Universidade Católica de Pernambuco. E-mail: saconi@unicap.br;

<sup>3</sup> Universidade Salgado de Oliveira, Recife, Pernambuco, Brasil.

**RESUMO:** O uso de produtos fitossanitários aplicados via sementes é uma prática rotineira para a cultura do milho. No entanto, a crescente preocupação com o ambiente e com a segurança dos seres vivos torna-se necessário o desenvolvimento de tecnologias que venham reduzir os riscos com a manipulação destes fitoprotetores, sendo este uma das principais funções do uso da *Moringa oleifera* Lam. Assim, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de milho submetidas a tratamentos, com cinco repetições, com doses equivalentes a zero; 0,5; 1; 2 e 4 gramas do pó da semente da *Moringa oleifera* Lam. para cada 10 grãos de milho, com tempo de contato correspondente a zero, 2, 4, 6 e 24 horas, 30 dias e 6 meses. As determinações realizadas foram: teste de germinação, umidade, peso volumétrico, peso de 1000 grãos, cinzas e índice de acidez. Através dos resultados obtidos conclui-se que a qualidade fisiológica das sementes de milho com a aplicação de *Moringa oleifera* Lam. sobre as sementes de milho, é tecnicamente viável, podendo ser armazenadas por até seis meses, sem que haja comprometimento de sua qualidade fisiológica.

**Palavras-chave:** armazenamento de grãos, moringa, qualidade fisiológica, *Zea mays*.

## Introdução

O Brasil é um país cujo grande potencial de produção de grãos ainda não foi plenamente explorado. O milho é a cultura mais amplamente difundida e cultivada, pois se adapta aos mais diferentes ecossistemas. Ela ocupa, em todo o território nacional, cerca de 12 milhões de hectares, com uma produção anual média em torno de 40 milhões de toneladas. Embora seja uma cultura apropriada ao uso de alta tecnologia e com potencial para produzir acima de 16 t/ha, predomina o uso de tecnologia de baixo investimento, o que tem mantido a produtividade média nacional em torno de 2,5 t / ha (Brasil, 2015).

Junto com o esforço para o aumento da produtividade, necessariamente há que se aprimorar o processo de colheita e as condições de armazenagem de grãos. Uma característica positiva dos grãos é a possibilidade de serem armazenados por longo período de tempo, sem perdas significativas da qualidade. Entretanto, o armazenamento prolongado só pode ser realizado quando se adotam corretamente as práticas de colheita, limpeza, secagem, combate a insetos e prevenção de fungos (Souza, 2002).

A preservação da qualidade das sementes durante o armazenamento é um dos principais fatores dentro do processo de produção e comercialização. Os esforços despendidos na fase de produção podem não ser efetivos se não houver a preservação da qualidade da semente, no mínimo até a época da semeadura (Carvalho, 1992).

De acordo com Bewley and Black (1994), a velocidade de deteriorização das sementes de milho durante o armazenamento é influenciada, principalmente, pela qualidade fisiológica inicial das sementes, bem como pelas flutuações das condições de umidade relativa e de temperatura do ambiente.

O uso de produtos fitossanitários aplicados via sementes é uma prática rotineira para a cultura do milho; no entanto, a crescente preocupação com o ambiente e com a segurança durante o processo de manipulação dessas sementes tem aumentado a demanda por tecnologias de aplicação que permitam a redução dos riscos, sem que a qualidade das sementes seja comprometida (Ndabigengesere and Narasiah, 1996; Muyibi and Evison, 1995).

Portanto, o objetivo desse trabalho foi verificar a possibilidade de aumentar o tempo de armazenamento de grãos de milho, quando tratados com sementes trituradas de *Moringa oleifera* Lam., preservando a sua sanidade fisiológica.

## **Metodologia**

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Química Analítica do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Católica de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil.

## **Coleta e Preparação das Matérias-Primas**

### **1 Milho**

As amostras de milho BRS - Gorutuba utilizadas neste estudo foram provenientes do Laboratório de Sementes (Câmara de Sementes) do Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, Recife/PE, Brasil, lote APRMG - 73/2014, safra 2014/2014, categoria S-2, enviadas para armazenamento a produção do ano de 2014, correspondente a 25 toneladas, pelo Centro de Produção e Comercialização - CPC de Petrolina, Recife/PE.

Após a homogeneização da amostra coletiva, foram retiradas duas amostras finais (de 2 kg cada) para a realização das análises laboratoriais. Estas amostras foram acondicionadas individualmente em sacos de papel pardo, envoltas em sacos plásticos, rotuladas e mantidas sob refrigeração, com temperatura de 13 a 14°C, até o momento do uso.

### **2 *Moringa oleifera* Lam.**

As sementes de moringa foram colhidas no Centro de Produção e Comercialização - CPC de Petrolina, do Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, Recife/PE, Brasil, descascadas e secas em estufa a 70°C, por 30 minutos.

Em seguida, trituradas com um multiprocessador, peneiradas em peneira de 14 mesh (modificado de Ramos, 2005) e acondicionadas em recipiente plástico com tampa para evitar a exposição à umidade.

## **Cálculo das Concentrações do Pó das Sementes de Moringa e Tempo de Contato com o Milho**

Os tratamentos foram realizados, com cinco repetições, com doses equivalentes a zero, 0,5, 1, 2 e 4 gramas do pó da semente da *Moringa oleifera* Lam. para cada 10 grãos de milho, com tempo de contato correspondente a zero, 2, 4, 6 e 24 horas, 30 dias (720 horas) e 6 meses (4.320 horas).

A relação pó de moringa (mg/g) e tempo de contato (h) foi ajustada através de um planejamento composto central rotacional (DCCR) e seus valores combinados numa matriz experimental.

## **Determinações Realizadas**

### **1 Umidade**

A água contida nas sementes foi extraída em forma de vapor pela aplicação de calor sob condições controladas. O método recomendado foi desenvolvido para reduzir oxidação, decomposição ou a perda de outras substâncias voláteis, enquanto assegura a remoção máxima, tanto quanto possível, da água.

As determinações do teor de umidade das amostras trituradas de milho e de moringa foram realizadas, antes e após o tratamento, segundo método da estufa a 105°C, por 24 horas (Brasil, 2009). Os resultados foram expressos em % de umidade.

### **2 Teste de Germinação**

Tem por objetivo determinar o potencial máximo de germinação de um lote de sementes, o qual pode ser usado para comparar a qualidade de diferentes lotes e também estimar o valor para semeadura em campo. Nos testes de laboratório a porcentagem de germinação de sementes corresponde à proporção do número de sementes que produziu plântulas classificadas como normais.

Foi realizado, antes e após o tratamento, segundo as Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil, 2009), por meio da semeadura de 10 sementes de milho, colocando as sementes para germinar entre duas ou mais folhas de papel toalha germitest umedecido com água deionizada, embrulhados em forma de rolos e depois colocados no germinador (cuidadosamente lavados com água e sabão e secos) em posição horizontal (este método é o mais recomendado para sementes de grandes culturas, sementes de forrageiras e sementes de hortaliças de tamanho relativamente grande e que não são sensíveis à luz; é conhecido como RP), à temperatura de 25°C, por cinco dias, quando foi realizada a avaliação. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

### **3 Peso volumétrico**

Serve para estabelecer o peso de um determinado volume de sementes. O peso volumétrico é uma característica varietal influenciada pelo clima, solo, adubação, sistema de culturas, ocorrência de insetos e de doenças, maturidade da semente, beneficiamento, grau de umidade da semente e tratamento químico.

Foi determinado com a pesagem dos grãos em balança eletrônica com precisão de 0,001g, a partir de uma quantidade de grãos colocados em proveta de 100,0 ml. Os resultados do peso volumétrico foram expressos em g/ml.

#### **4 Peso de 1.000 grãos**

Tem o objetivo de determinar o peso de mil sementes de uma amostra. O peso de mil sementes é utilizado para calcular a densidade de semeadura, o número de sementes por embalagem e o peso da amostra de trabalho para análise de pureza, quando não especificado nas Regras para Análise de Sementes - RAS. É uma informação que dá idéia do tamanho das sementes, assim como de seu estado de maturidade e de sanidade.

O peso de 1.000 grãos foi determinado através da contagem de cinco repetições de 100 grãos de milho e posterior pesagem em balança analítica. Os resultados foram multiplicados por dez e expressos em gramas.

#### **5 Material mineral ou Cinzas**

Cinzas de um alimento é o nome dado ao resíduo inorgânico que permanece após a queima da matéria orgânica, entre 550 - 670°C, a qual é transformada em CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e NO<sub>2</sub>; assim sendo, a cinza de um material é o ponto de partida para a análise de minerais específicos. Estes minerais são analisados tanto para fins nutricionais como também para segurança.

O teor de cinzas foi determinado em cadinhos de porcelana previamente tarado a 600°C, conforme descrito na Official Methods of Analysis - AOAC (2016), com incineração prévia e calcinação a 600°C, em forno mufla por 4 horas. Depois, foi deixado a amostra esfriar em dessecador, até temperatura ambiente e, em seguida, pesada. Os resultados foram obtidos por diferença de pesagem entre a massa do cadinho vazio e a massa do cadinho com o resíduo calcinado, considerando a massa da amostra. Resultados expressos em percentual.

#### **6 Índice de acidez**

A perda de qualidade de grãos e sementes, durante o armazenamento, muito antes de ser detectada por qualquer perda na viabilidade, é acompanhada por outras modificações deteriorativas, entre as quais pode-se destacar a elevação do nível dos ácidos graxos livres. Se os ácidos graxos - AG são constituintes dos óleos e gorduras, na forma de mono, di e triglicerídeos, uma grande quantidade de AG livres indica que o produto está em acelerado grau de deterioração. A principal consequência disso é que o produto torna-se mais ácido. Um elevado índice de acidez indica, portanto, que o óleo ou gordura está sofrendo quebras em sua cadeia, liberando seus constituintes principais, os AG, e é por esse motivo que o cálculo desse índice é de extrema importância na avaliação do estado de deterioração (rancidez hidrolítica) do óleo ou gordura que se consome.

De acordo com a metodologia descrita em AOAC (2016), determinou-se o índice de acidez, adicionando-se 150,0 ml de álcool etílico (etanol) nos tratamentos e numa prova em

branco, deixando em repouso por 30 minutos, fazendo-se agitações a cada cinco minutos. Em seguida, filtrou-se o sobrenadante em papel de filtro 0,5 mm, passando-o para erlenmeyer de 250,0 ml. Após realizou-se a titulação com solução padronizada de NaOH 0,02M  $f=0,9998$  até a cor rósea usando solução do indicador fenolftaleína a 1%. O índice de acidez foi expresso em percentual.

## Resultados e Discussão

### Umidade

Os resultados na Figura 1 indicam que o teor de umidade das amostras analisadas neste estudo variou de 2,09 (0,5gMoringa/4hContato) a 13,45% (1g Moringa/24hContato), níveis inferiores ao valor máximo (14,5%) permitido pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento, conforme Portaria do n. 845 de 1976 (Brasil, 1976). Somente o tratamento 1gMoringa/0hContato apresentou valor superior (17,71%) ao máximo permitido.

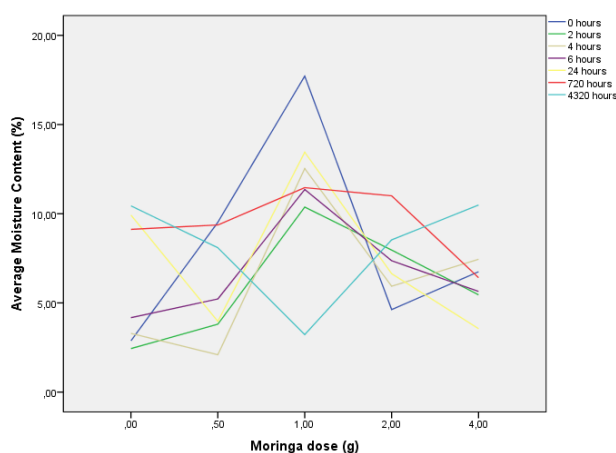


Figura 1 - Teor de umidade dos grãos de milho conforme tratamento aplicado.

Estes teores de umidade, encontrados nas amostras de milho avaliadas, podem ter contribuído para os seus níveis e frequência de contaminação (dados não apresentados). Em amostras de milho armazenado, a ausência de contaminação tem sido atribuída a níveis de umidade entre 13 e 13,5% (Prado et al., 1995). Há possibilidade de desenvolvimento de fungos em milho com teor de umidade de 14% após períodos de armazenamento de até 62 dias (Krabbe et al., 1994). Neste estudo, o período máximo de armazenagem do milho correspondeu a seis meses (4.320 horas) no tratamento 4g Moringa/6mesesContato.

### **Teste de germinação**

Pelos resultados de porcentagem de germinação de sementes do híbrido BRS - Gortutuba tratadas ou não com moringa, pôde-se verificar que as sementes submetidas ao tratamento fitossanitário apresentaram plântulas normais, indicando efeito não fitotóxico dos produtos sobre as sementes. Deve-se ressaltar que as sementes apresentavam qualidade inicial e que a redução na porcentagem de germinação das sementes tratadas foi de apenas 1%, indicando a possibilidade de uso da moringa para a proteção das sementes.

De acordo com Fratin (1987), o potencial de armazenamento de um lote de sementes está diretamente relacionado com a qualidade inicial, pois um lote com alta qualidade poderá ser conservado por um período bem maior, em condições não controladas, do que um lote que apresenta sua qualidade inicial comprometida. Daí o resultado positivo do tratamento com moringa.

Verificou-se, também, que, mesmo com seis meses de armazenamento as sementes mantiveram uma porcentagem de germinação acima do estabelecido para a comercialização que é de 85% (Brasil, 1985).

### **Peso volumétrico / Peso de 1000 grãos**

Em relação ao peso volumétrico das sementes de milho encontrou-se, em média, o valor de 78,95g/ml e para o peso de mil grãos de milho o valor médio de 355,39g. Esses dados corroboram com os de germinação e umidade, uma vez que poderá estar relacionado com o maior vigor das sementes utilizadas no experimento, o que está de acordo com as observações de Okada (1978), de Toledo and Marcos Filho (1977) e de Cícero (1976).

Pelos resultados pode-se verificar que não só o peso volumétrico, mas, também, o peso de mil sementes se apresentou como um critério satisfatório para avaliação da qualidade das sementes de milho, e que, de certa forma, concorda com Okada (1978). Esta verificação foi de grande importância, tendo-se em vista o objetivo do trabalho. Porém, pelo quase pioneirismo deste é aconselhável a continuação da pesquisa acerca do assunto.

### **Material Mineral ou Cinzas**

Na verificação do teor de cinzas (Figura 2) as amostras de milho apresentaram um percentual variando de 3,42 a 20,17%, representados pelos tratamentos 1gM/30diasContato e 2gM/6hContato, respectivamente.

OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleifera* lam. durante o armazenamento.

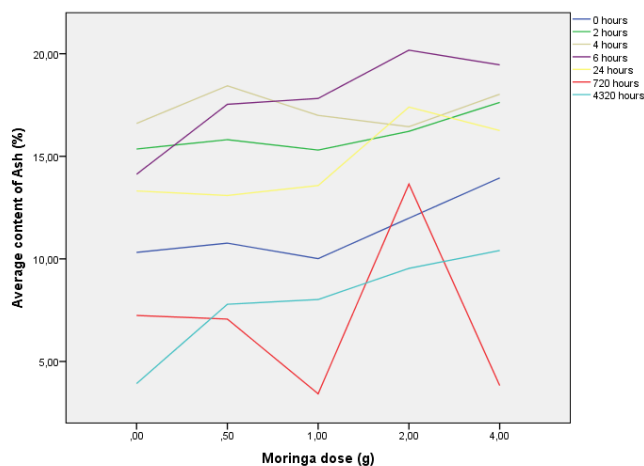


Figura 2 - Porcentagem de cinzas nos grãos de milho de acordo com o tratamento aplicado.

Estes teores estão elevados, pois o padrão máximo estabelecido pela legislação para a farinha de milho é de 1,4%. Portanto, o teor de cinzas encontrado para todos os tratamentos foi maior que o permitido. Embora não tenha diferido em razão da presença da moringa, o teor de cinzas apresenta-se crescente em função do aumento nos níveis de moringa/contato, pois, segundo Ferreira et al. (2001), a disponibilidade de minerais influencia a composição mineral dos grãos de milho.

### Índice de Acidez

Na Figura 3 estão apresentados os valores para o índice de acidez do milho após os tratamentos utilizados. Verifica-se que, em média, encontrou-se valores de 0,35% (0gM/6mesesContato) até 5,83% (4gM/6mesesContato), o que indicam resultados que podem estar diretamente relacionados com a presença de insetos e fungos na massa de grãos. Um elevado índice de acidez (acima de 5%) indica, portanto, que o óleo ou gordura está sofrendo quebras em sua cadeia, liberando seus constituintes principais, os ácidos graxos, e é por esse motivo que o cálculo desse índice (Araújo, 2008) é de extrema importância na avaliação do estado de rancidez hidrolítica do óleo ou gordura que se consome.



OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleifera* lam. durante o armazenamento.

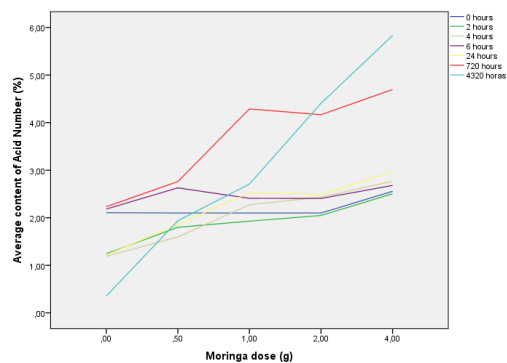


Figura 3 - Porcentagem do índice de acidez dos grãos de milho de acordo com o tratamento aplicado.

De acordo com Faroni et al. (2005) os insetos são as maiores causas de deterioração e perdas durante o armazenamento. Insetos danificam os grãos e expõem suas partes internas, facilitando o desenvolvimento fúngico. Sua infestação provoca danos ao tegumento deste cereal, produzindo gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e água (H<sub>2</sub>O) decorrentes da respiração dos grãos, contribuindo para o aumento do teor de umidade, que, por sua vez, aumenta a respiração dos grãos e, conseqüentemente, a temperatura, facilitando a multiplicação dos fungos (dados não apresentados).

## Conclusão

Pelas condições em que foi realizado este trabalho pode-se concluir que:

1. O teor de umidade de todos os tratamentos com o milho foi inferior ao valor máximo (14,5%) permitido pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento;
2. As sementes do milho híbrido BRS - Gorutuba submetidas ao tratamento fitossanitário com moringa apresentaram plântulas normais, indicando efeito não fitotóxico do produto sobre as sementes;
3. A peliculização não afetou a qualidade fisiológica das sementes de milho e não interferiu no efeito do tratamento nas sementes com alta qualidade inicial;
4. O peso volumétrico pode ser utilizado como um indicador satisfatório para a avaliação da qualidade das sementes de milho;
5. O peso de mil sementes pode ser utilizado como uma indicação auxiliar do peso volumétrico na avaliação da qualidade das sementes de milho armazenadas;
6. Aplicação de *Moringa oleifera* Lam. sobre sementes de milho, é tecnicamente viável;
7. Sementes de milho tratadas com 4g de moringa podem ser armazenadas por seis meses, sem que haja comprometimento visível de sua qualidade fisiológica;

8. Pelo que se observou, sugere-se a continuação da pesquisa sobre o assunto, inclusive a respeito das possíveis relações entre o peso volumétrico e as características que identificam vigor das sementes.

## REFERÊNCIAS

- Araújo, J. M. A. (2008). *Química de alimentos: teoria e prática*. Viçosa, Minas Gerais: UFV, 4. ed.
- Bewley, J.D.; Black, M. (1994). *Seeds, physiology of development and germination*. 2.ed. New York: Pemim Press, 445p.
- Brasil. (2015). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. *Projeções do Agronegócio: Brasil 2014/2015 a 2024/2025*, Brasília, 133 p.
- Brasil. (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Coordenação Geral de Apoio Laboratorial. *Regras para análise de sementes*. 398p.
- Brasil. (1985). Ministério da Agricultura. *Normas, padrões e procedimentos para a produção de sementes básicas, certificadas e fiscalizadas*. 2. ed. Belo Horizonte, 110 p.
- Brasil. (1976). Ministério da Agricultura. Portaria nº. 845 de 8 de novembro de 1976. Aprova as especificações para a padronização, classificação e comercialização interna do milho. *Diário Oficial da União*.
- Carvalho, M.L.M. (1992). *Refrigeração e qualidade de sementes de milho armazenadas em pilhas com diferentes embalagens*. ESALQ: Piracicaba, 986p. (Tese Doutorado).
- Cicero, S.M. (1976). Influência do peso da semente de arroz (*Oryza sativa* L.) sobre a germinação, vigor e produção de grãos. Piracicaba, ESALQ/USP, 75p. (Tese Mestrado).
- Faroni, L.R.D.; Barbosa, G.N.O.; Sartori, M.A.; Cardoso, F.S.; Alencar, E.R. (2005). Avaliação qualitativa e quantitativa do milho em diferentes condições de armazenamento. *Revista Engenharia na Agricultura*, **13**(3):193-201.
- Ferreira, A.C.B.; Araújo, G.A.A.; Pereira, P.R.G.; Cardoso, A.A. (2001). Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. *Scientia Agricola*, **58**:131-8.
- Fratin, P. (1992). *Comparação entre métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.)*. Viçosa: UFV, 67p. (Tese Mestrado).

OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *Moringa oleifera* Lam. durante o armazenamento.

- Krabbe, E.L.; Pereira Junior, A.M.; Lazzari, F.A.; Reginatto, M.F. (1994). Efeito da umidade e do ácido propiônico sobre as características bromatológicas e microbiológicas de grãos de milho. In: Conferência Apinco, 1994, Campinas. *Anais...* Campinas: p. 27- 8.
- Muyibi, S. A.; Evison, L. M. (1995). *Moringa oleifera* seeds for softening hard water. *Water Research*, **29**:1099 - 1104.
- Ndabigengesere, A.; Narasiah, S. K. (1996). Influence of operating parameters on turbidity removal by coagulation with *Moringa oleifera* seeds. *Environmental Technology*, **17**: 1103 - 12.
- Official Methods of Analysis Chemical of AOAC International. (2016). 20.ed.
- Okada, T. (1978). Studies on Green panic seed. The use of seed volume weight in estimating of Green panic seed. *J. Japan. Soc. Grassl. Sci. Tohigi.*, **24**(2):133-6.
- Prado, G.; Vieira, M.B.C.M.; Santos, J.P.; Oliveira, M.S.D. (1995). Ocorrência de micotoxinas em milho pós - colheita e armazenado do Estado de Minas Gerais, safra 1991. *Higiene Alimentar*, **9** (35):24 - 7.
- Ramos, R. O. (2005). *Clarificação de água com turbidez baixa e cor moderada utilizando sementes de Moringa oleifera*. Faculdade de Engenharia Agrícola - UNICAMP (Dissertação de Mestrado), Campinas, São Paulo, 276f.
- Souza, O. W. (2002). Silagem de milho úmido. In: Lorini, I.; Miike, L. H. E.; Scussel, V. M. (Ed.). *Armazenagem de grãos*. Campinas: IBG, p. 859 - 85.
- Toledo, F.F.; Marcos Filho, J. (1977). *Manual das sementes: tecnologia de produção*. São Paulo, Agronômica Ceres, 224p.

OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleifera* lam. durante o armazenamento.

# CAPÍTULO III

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os estudos e pesquisas desse trabalho adicionam mais legitimidade no potencial da *Moringa oleifera* Lam. como agente potencializador de conservação dos aspectos físico-químicos dos grãos de milho armazenados.

Há necessidade de se determinar outros parâmetros físico-químicos e microbiológicos a fim de se obter resultados mais eficazes e consistentes em relação à possível substituição de produtos químicos pela moringa no armazenamento de sementes.

Por ser a moringa um produto vegetal, pode ser produzido pelo próprio usuário tendo aproveitamento não só no processo de armazenamento, mas nutricional, farmacêutico, entre outros, sendo assim economicamente viável.

OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleifera* lam. durante o armazenamento.

# ANEXOS

**A 1 - Resultados para peso volumétrico e peso de 1.000 grãos de milho, com cinco repetições**

DETERMINAÇÃO	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Repetição 4	Repetição 5	Média
<b>Peso volumétrico (g/mL)</b>	78,4948	79,1408	78,6165	78,8785	79,5779	78,9417
<b>Peso 1.000 grãos milho (g)</b>	354,4220	348,3450	358,5270	358,2580	357,3920	355,3888

**Peso volumétrico (g/mL) =  $m_1 - m_2$**

Onde:  $m_1$  = peso proveta 100,0 mL vazia;

$m_2$  = peso da proveta 100,0 mL com a capacidade preenchida com grãos milho

**Peso de 1.000 grãos de milho (g) =  $(m_1 - m_2) \times 10$**

Onde:  $m_1$  = peso béquer 50,0 mL vazio;

$m_2$  = peso do béquer 50,0 mL com 100 grãos milho;

10= fator de multiplicação para 1.000 grãos

OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleifera* lam. durante o armazenamento.

**A 2 - Resultados, em porcentagem, para umidade, cinzas e índice de acidez, com cinco repetições**

TRATAMENTO	%UMIDADE	%CINZAS	%ÍNDICE DE ACIDEZ
0M/0h	2,87	10,50	2,13
0M/0h	2,85	9,92	2,10
0M/0h	2,90	10,58	2,13
0M/0h	2,87	9,98	2,15
0M/0h	2,89	10,60	2,10
<b>Média</b>	<b>2,88</b>	<b>10,32</b>	<b>2,12</b>
0M/2h	2,46	14,65	1,23
0M/2h	2,40	16,62	1,26
0M/2h	2,42	15,49	1,23
0M/2h	2,46	14,98	1,23
0M/2h	2,46	15,04	1,26
<b>Média</b>	<b>2,44</b>	<b>15,36</b>	<b>1,24</b>
0M/4h	3,28	16,85	1,17
0M/4h	3,30	16,20	1,19
0M/4h	3,30	16,60	1,23
0M/4h	3,26	16,58	1,19
0M/4h	3,31	16,79	1,17
<b>Média</b>	<b>3,29</b>	<b>16,60</b>	<b>1,19</b>
0M/6h	4,16	14,04	2,19
0M/6h	4,20	14,17	2,15
0M/6h	4,18	14,21	2,19
0M/6h	4,16	14,11	2,19
0M/6h	4,16	14,10	2,19
<b>Média</b>	<b>4,17</b>	<b>14,13</b>	<b>2,18</b>
0M/24h	9,96	12,98	1,21
0M/24h	9,89	13,81	1,21
0M/24h	9,91	13,23	1,19
0M/24h	9,92	13,44	1,26
0M/24h	9,95	13,09	1,21
<b>Média</b>	<b>9,93</b>	<b>13,31</b>	<b>1,22</b>
0M/30dias	9,12	7,16	2,24
0M/30dias	9,15	7,23	2,24
0M/30dias	9,10	7,41	2,22
0M/30dias	9,13	7,19	2,22
0M/30dias	9,12	7,22	2,24
<b>Média</b>	<b>9,12</b>	<b>7,24</b>	<b>2,23</b>
0M/06meses	10,60	3,51	0,34
0M/06meses	10,45	4,20	0,37
0M/06meses	10,10	3,95	0,35
0M/06meses	10,55	3,95	0,35
0M/06meses	10,50	4,00	0,35
<b>Média</b>	<b>10,44</b>	<b>3,92</b>	<b>0,35</b>
0,5M/0h	9,52	11,04	2,52
0,5M /0h	9,50	10,42	2,44



OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleifera* lam. durante o armazenamento.

0,5M/0h	9,55	10,96	2,44
0,5M/0h	9,53	10,55	2,48
0,5M/0h	9,50	10,87	2,48
<b>Média</b>	<b>9,52</b>	<b>10,77</b>	<b>2,47</b>
0,5M/2h	3,80	14,61	1,80
0,5M/2h	3,83	17,66	1,82
0,5M/2h	3,80	15,86	1,78
0,5M/2h	3,77	15,93	1,80
0,5M/2h	3,85	14,99	1,80
<b>Média</b>	<b>3,81</b>	<b>15,81</b>	<b>1,80</b>
0,5M/4h	2,07	19,54	1,60
0,5M/4h	2,10	17,37	1,56
0,5M/4h	2,09	18,76	1,60
0,5M/4h	2,12	18,54	1,62
0,5M/4h	2,08	17,97	1,60
<b>Média</b>	<b>2,09</b>	<b>18,41</b>	<b>1,60</b>
0,5M/6h	5,22	16,75	2,66
0,5M/6h	5,24	18,28	2,54
0,5M/6h	5,20	17,77	2,66
0,5M/6h	5,26	16,89	2,62
0,5M/6h	5,19	17,99	2,66
<b>Média</b>	<b>5,22</b>	<b>17,54</b>	<b>2,63</b>
0,5M/24h	3,93	13,86	1,86
0,5M/24h	3,99	12,64	1,86
0,5M/24h	3,95	12,78	1,88
0,5M/24h	3,98	12,95	1,86
0,5M/24h	3,95	13,22	1,84
<b>Média</b>	<b>3,96</b>	<b>13,09</b>	<b>1,86</b>
0,5M/30dias	9,36	7,04	2,76
0,5M/30dias	9,41	7,11	2,74
0,5M/30dias	9,39	7,08	2,78
0,5M/30dias	9,39	7,06	2,76
0,5M/30dias	9,30	7,04	2,76
<b>Média</b>	<b>9,37</b>	<b>7,07</b>	<b>2,76</b>
0,5M/06meses	8,08	5,06	1,94
0,5M/06meses	8,10	8,40	1,95
0,5M/06meses	8,12	8,50	1,95
0,5M/06meses	8,06	8,45	1,90
0,5M/06meses	8,10	8,53	1,94
<b>Média</b>	<b>8,09</b>	<b>7,79</b>	<b>1,94</b>
1M/0h	17,72	7,61	2,60
1M/0h	17,68	11,81	2,57
1M/0h	17,75	9,87	2,64
1M/0h	17,70	10,01	2,64
1M/0h	17,71	10,76	2,60
<b>Média</b>	<b>17,71</b>	<b>10,01</b>	<b>2,61</b>
1M/2h	10,35	16,44	1,92
1M/2h	10,40	14,92	1,95
1M/2h	10,41	15,06	1,93
1M/2h	10,39	14,99	1,92

OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleifera* lam. durante o armazenamento.

1M/2h	10,32	15,11	1,92
<b>Média</b>	<b>10,37</b>	<b>15,30</b>	<b>1,93</b>
1M/4h	12,55	16,12	2,26
1M/4h	12,51	17,55	2,26
1M/4h	12,50	17,23	2,31
1M/4h	12,55	17,19	2,28
1M/4h	12,55	16,88	2,26
<b>Média</b>	<b>12,53</b>	<b>16,994</b>	<b>2,274</b>
1M/6h	11,36	17,07	2,41
1M/6h	11,42	18,20	2,40
1M/6h	11,34	17,77	2,39
1M/6h	11,37	17,95	2,43
1M/6h	11,30	18,12	2,41
<b>Média</b>	<b>11,34</b>	<b>17,82</b>	<b>2,41</b>
1M/24h	13,46	12,68	2,52
1M/24h	13,43	14,47	2,53
1M/24h	13,46	13,77	2,53
1M/24h	13,45	12,99	2,50
1M/24h	13,44	13,97	2,53
<b>Média</b>	<b>13,45</b>	<b>13,58</b>	<b>2,52</b>
1M/30dias	11,48	3,34	4,28
1M/30dias	11,49	3,44	4,31
1M/30dias	11,53	3,54	4,26
1M/30dias	11,39	3,39	4,28
1M/30dias	11,42	3,41	4,31
<b>Média</b>	<b>11,46</b>	<b>3,42</b>	<b>4,29</b>
1M/06meses	3,21	8,38	2,72
1M/06meses	3,25	7,90	2,68
1M/06meses	3,20	7,95	2,69
1M/06meses	3,25	8,00	2,73
1M/06meses	3,22	7,87	2,72
<b>Média</b>	<b>3,23</b>	<b>8,02</b>	<b>2,71</b>
2M/0h	4,64	13,09	2,59
2M/0h	4,58	10,07	2,61
2M/0h	4,60	12,33	2,59
2M/0h	4,66	11,98	2,62
2M/0h	4,64	12,45	2,59
<b>Média</b>	<b>4,62</b>	<b>11,98</b>	<b>2,60</b>
2M/2h	7,99	16,84	2,04
2M/2h	7,94	15,96	2,04
2M/2h	7,96	15,98	2,06
2M/2h	7,99	16,34	2,04
2M/2h	7,93	15,97	2,06
<b>Média</b>	<b>7,96</b>	<b>16,22</b>	<b>2,05</b>
2M/4h	5,93	16,73	2,42
2M/4h	6,00	15,85	2,42
2M/4h	5,87	16,45	2,45
2M/4h	5,92	16,66	2,45
2M/4h	5,95	16,54	2,42
<b>Média</b>	<b>5,93</b>	<b>16,45</b>	<b>2,43</b>

OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleifera* lam. durante o armazenamento.

2M/6h	7,35	20,65	2,39
2M/6h	7,41	19,93	2,39
2M/6h	7,38	19,96	2,44
2M/6h	7,37	20,44	2,39
2M/6h	7,32	19,89	2,42
<b>Média</b>	<b>7,37</b>	<b>20,17</b>	<b>2,41</b>
2M/24h	6,68	15,49	2,47
cv2M/24h	6,71	18,04	2,51
2M/24h	6,65	17,78	2,48
2M/24h	6,48	17,89	2,54
2M/24h	6,68	17,80	2,45
<b>Média</b>	<b>6,64</b>	<b>17,14</b>	<b>2,49</b>
2M/30dias	11,04	13,75	4,16
2M/30dias	11,00	13,45	4,18
2M/30dias	11,02	13,77	4,16
2M/30dias	10,98	13,56	4,16
2M/30dias	10,98	13,70	4,17
<b>Média</b>	<b>11,00</b>	<b>13,65</b>	<b>4,17</b>
2M/06meses	8,52	6,48	4,41
2M/06meses	8,55	10,33	4,40
2M/06meses	8,55	10,25	4,39
2M/06meses	8,50	10,30	4,43
2M/06meses	8,55	10,33	4,40
<b>Média</b>	<b>8,54</b>	<b>9,54</b>	<b>4,41</b>
4M/0h	6,75	14,69	2,53
4M/0h	6,83	13,26	2,59
4M/0h	6,74	14,43	2,55
4M/0h	6,70	14,00	2,55
4M/0h	6,73	13,35	2,56
<b>Média</b>	<b>6,75</b>	<b>13,95</b>	<b>2,56</b>
4M/2h	5,43	17,00	2,51
4M/2h	5,53	18,14	2,51
4M/2h	5,39	17,45	2,50
4M/2h	5,44	17,67	2,51
4M/2h	5,48	17,88	2,50
<b>Média</b>	<b>5,45</b>	<b>17,63</b>	<b>2,51</b>
4M/4h	7,45	18,34	2,79
4M/4h	7,47	17,71	2,75
4M/4h	7,45	17,87	2,74
4M/4h	7,44	17,99	2,78
4M/4h	7,43	18,22	2,78
<b>Média</b>	<b>7,45</b>	<b>18,03</b>	<b>2,77</b>
4M/6h	5,62	19,32	2,68
4M/6h	5,69	19,56	2,66
4M/6h	5,65	19,45	2,69
4M/6h	5,66	19,55	2,69
4M/6h	5,60	19,40	2,68
<b>Média</b>	<b>5,64</b>	<b>19,46</b>	<b>2,68</b>
4M/24h	3,55	15,99	2,96

OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleifera* lam. durante o armazenamento.

4M/24h	3,57	16,33	2,99
4M/24h	3,49	16,02	2,95
4M/24h	3,59	16,55	2,97
4M/24h	3,58	16,39	2,97
<b>Média</b>	<b>3,56</b>	<b>16,26</b>	<b>2,97</b>
4M/30dias	6,40	3,83	4,69
4M/30dias	6,39	3,88	4,72
4M/30dias	6,43	3,79	4,71
4M/30dias	6,45	3,78	4,67
4M/30dias	6,41	3,85	4,69
<b>Média</b>	<b>6,42</b>	<b>3,83</b>	<b>4,70</b>
4M/06meses	10,49	8,74	5,84
4M/06meses	10,50	10,87	5,79
4M/06meses	10,50	10,80	5,90
4M/06meses	10,45	10,83	5,84
4M/06meses	10,50	10,80	5,80
<b>Média</b>	<b>10,48</b>	<b>10,41</b>	<b>5,83</b>

Onde: M=moringa;

h=horas;

zero; 0, 5; 1; 2 e 4 = peso(g) moringa;

zero; 2; 4; 6 e 24 = tempo de contato (h) da moringa com 10 grãos de milho.

**Umidade (U) % =  $[(m_1 - m_2) / m_a] \times 100$**

Onde:  $m_a$  = peso (g) amostra;

$m_1$  = peso(g) cápsula + amostra antes estufa;

$m_2$  = peso(g) cápsula + amostra depois estufa.

**Cinzas % =  $[(m_1 - m_2) / m_a] \times 100$**

Onde:  $m_a$  = peso (g) amostra;

$m_1$  = peso(g) cadinho vazio antes mufla;

$m_2$  = peso(g) cadinho + amostra depois mufla.

**Índice de Acidez (IA) % =  $V \times M \times f \times 40 / p$**

Onde: V= volume da solução de NaOH 0,02M f=0,9998 gasto na titulação;

M = molaridade da solução de NaOH=0,02 ;

f= fator de correção da solução de NaOH 0,02M = 0,9998;

40= equivalente-grama do NaOH;

p= massa da amostra, em gramas.

### A 3 - Instruções da Revista Water Environment Research

ISSN 1554-7531 (Online)

#### Scope

*Water Environment Research (WER)* publishes peer-reviewed research papers, research notes, and state-of-the-art and critical reviews on original, fundamental and applied research in all scientific and technical areas related to water quality, pollution control, and management.

#### Topics of interest include:

Physical, chemical, and biological treatment processes for drinking water and wastewater (agricultural, municipal, industrial), including residuals and biosolids management, odors, and air emissions.

- Water quality assessment and monitoring for point and non-point pollution, including stormwater control.
- Water conservation and reuse.
- Water and wastewater-related public health, environmental exposure analysis and risk assessment.
- Solid and hazardous waste treatment and management.
- Waste minimization, recycle and reuse.
- Environmental restoration, soil and groundwater remediation.
- Groundwater and surface water management, including watershed protection.
- Waste-to-energy conversion processes.
- Aquatic sediments and sediment/water interactions.
- Mathematical modeling and simulation of engineered and natural, environmental multimedia processes and systems.

#### Manuscripts Acceptable for Consideration

Manuscripts may be submitted in one of the following categories. **Research Papers** must be fully documented and interpreted accounts of significant findings. They should present an accurate account of the research performed by the authors and an objective discussion of its significance. Further, they should contain sufficient detail and references to published sources of information to permit the authors' peers to repeat the work. **Research Notes** may be short accounts of preliminary but significant findings of work in progress for which full documentation is not yet available or accounts of significant findings of abbreviated studies. **State-of-the-Art Reviews** present thoroughly documented assessments of selected areas of

the water quality and pollution control technical literature. Identification of research needs or gaps in current knowledge or practice is frequently a primary focus of such reviews. **Critical Reviews** go beyond State-of-the-Art Reviews by providing in-depth analysis of important research topics. For both State-of-the Art and Critical Reviews, consultation beforehand is necessary to decide on the relevance of the topic. **Discussions** of all published papers are strongly encouraged. They are to be critical evaluations or amplifications of papers published in *WER* and are to be limited to commentary on the work being discussed. A closing date for submission of Discussions is published in each issue. Authors of papers being discussed will be provided an opportunity to respond to all Discussions in a **Closure**.

### **Manuscript Submission**

Authors are asked to submit their manuscripts online **for peer review**. At the time of submission, authors will be asked to certify that the manuscript has not been published in part or in full elsewhere and is not under consideration for publication elsewhere. Previous publication or submission elsewhere will preclude acceptance. Note, however, that presentation at a Water Environment Federation conference does not preclude review and consideration of publication. Authors will also be asked to reveal any potential conflict of interest, proprietary consideration, contractual obligation, pending legal activity, and so forth, that might be affected by publication of the manuscript. As well, authors will be asked to identify any related manuscripts that are under editorial consideration or in press and indicate the relationships of the manuscripts to the one being submitted. A list of *four* potential reviewers with names, complete addresses, phone numbers, and e-mail addresses must be provided. Persons affiliated with either the authors' research or who are from the same company, organization, or institution will not be accepted, however.

### **Review Process**

Each manuscript being considered for review will be assigned to a Associate Editor. The Associate Editor may decide that a manuscript should be returned to the author without full review. This recommendation will be made if, in the Associate Editor's opinion, the manuscript is inappropriate for *WER*, there are significant deficiencies in presentation or use of English, or one or more key elements of a technical paper (references, description of methodology, or sufficient interpretation) are absent.

Otherwise, the Associate Editor will assign reviewers, interpret review recommendations, and provide a final recommendation regarding publication. Notification from the Associate Editor, on behalf of the Executive Editor, to the corresponding author of the manuscript will include suggested revisions or reasons for rejection. Manuscripts required to be revised must be returned within *three* months; otherwise, they will be considered as new submissions. Manuscripts will not be formally accepted until all issues raised by the reviewers

and Associate Editor have been resolved. On acceptance, authors will be asked to transfer copyright for the manuscript to the Water Environment Federation. There are no page charges for accepted manuscripts, and membership in the Water Environment Federation is not a prerequisite for publication.

Accepted manuscripts are typically published in the order of date of submission. Page proofs will be made available to the corresponding author for pre-publication review. A rapid response is required, and no extensive rewriting of manuscripts will be allowed. Complimentary reprints are not provided. Information for ordering reprints will be provided to the corresponding author.

### **Manuscript Format**

*To facilitate review, manuscripts should be prepared using a one-column, double-spaced format with line numbering turned on.* A complete manuscript should include the following: title, abstract, keywords, introduction, methodology, results, discussion (or results and discussion), conclusions, acknowledgments, and references. Authors should use the *American Chemical Society (ACS) Style Guide* (third edition) when preparing manuscripts.

**Title Page.** The text should begin with the title of the paper. On the next line place the authors' names in the order in which they are to be referenced preceded by superscript numbers that correspond to their affiliations, which will be listed below (the corresponding author's name will also be preceded by an asterisk). An example follows:

Berinda J. Rossini<sup>1\*</sup>, Lorna E. Ernesto<sup>2</sup>, Steve M. Harris<sup>3</sup>

<sup>1</sup>COOP, 2 Penna Center, 1500 Heights Boulevard, Suite 600, Philadelphia, PA 00000; e-mail: brossini@coop.com (at the time that this research was conducted, graduate student in the Department of Environmental Sciences, Rutgers University, New Brunswick, New Jersey)

<sup>2</sup>Ipsosis, Englewood, Colorado

<sup>3</sup>Department of Environmental Sciences, Rutgers University, New Brunswick, New Jersey

**Abstract and Keywords.** The abstract should contain concise, factual information on objectives, methods, results, and conclusions. Opinions, obscure terms, and jargon should be avoided. A suitable abstract length is approximately 150 words. The line below the abstract should contain a maximum of 10 keywords, listed in order of importance, that identify the main points in the manuscript.

**Main Manuscript Body.** The body of the text should begin with an Introduction, which should include citations of published related work to assess previous research and identify the gap(s) in knowledge, as well as a statement of the objective(s) of the work. When conducting the background literature review, *Water Environment Research* may be accessed online at [www.ingentaconnect.com/content/wef/wer](http://www.ingentaconnect.com/content/wef/wer). Sections on Methodology, Results, Discussion (or combined Results and Discussion), and Conclusions should then be included. An Acknowledgment section should follow the Conclusions, which may include any credits for funding of or assistance in the study.

Manuscripts for **Research Papers** are to be no more than 32 double-spaced (12-point) pages in length on 220 mm × 280 mm (8.5 in. × 11 in.) paper, including tables and figures. This length allowance, approximately 10 000 words, is intended to allow authors to fully document and interpret their findings. All manuscripts should, however, be carefully edited to eliminate redundancy. In particular, similar data should not be presented in both figures and tables.

Manuscripts for **Research Notes** should be no more than 12 double-spaced (12-point) pages in length (approximately 4000 words) and should follow the general format for Research Papers. As with Research Papers, manuscripts for **State-of-the-Art** and **Critical Reviews** should be no more than 32 double-spaced pages, including tables and figures.

**Discussions** and **Closures**, should be no more than 4 double-spaced (12-point) pages in length, including tables and figures, which should be kept to a minimum. A Discussion should focus on the published paper and only introduce new material that is required to clearly establish the writer's point. Authors wishing to introduce extensive new data using the discussion route will be encouraged to submit a manuscript for publication as a Research Note.

### **Terminology**

To promote public acceptance of reuse projects, the Water Environment Federation has adopted the use of the word *biosolids* to describe the primarily organic solids product of municipal wastewater treatment that meets U.S. Environmental Protection Agency or applicable criteria for beneficial use. The term "*biosolids*" is generally used after recycling criteria have been achieved, typically at the outlet of the stabilization process. *Sludge* refers to the unstabilized solids and should be used with a specific process descriptor, such as primary sludge, waste activated sludge, or secondary sludge. For general description, solids, residuals, or another appropriate term, is preferred.



OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleifera* lam. durante o armazenamento.

Wastewater should be used instead of sewage and collection systems should be used instead of sewerage (except in reference titles). Graywater is wastewater, excluding toilet/urinal and-in most cases-dishwasher and kitchen sink wastewaters

"Wastewater treatment plant" is no longer used – it should be changed to "water resource recovery facility," unless it's part of the proper name of the facility. Instances like 'plant data' should become 'facility data,' etc.

## References

The source of all information quoted or presented (except information that is common knowledge) should be identified and only written works that have been published in the open literature should be referenced. Information obtained privately, as in conversation or correspondence, is to be avoided. A list of the cited references must be included at the end of the manuscript. The list is to be alphabetized by the last name of the first author cited. The order of items in each reference is to be: author(s); year of publication; title of work; periodical, publisher, conference, etc.; volume number, and initial and final pages, as appropriate. Text citations of the references should consist of, in parentheses, either the author(s) and year of publication or the year of publication only, depending on the narrative context.

**Titles in references should be capitalized, as shown in the example below.**

If the same author(s) is cited in more than one publication in the same year, lower-case letters (a, b, c...) are appended to the year in the first and succeeding citations. Periodical titles are to be abbreviated in accordance with the CPlus system (<http://www.cas.org/sent.html>). Examples are as follows:

### In Reference List

Jones, A. B.; Smith, C. D. (2002a) Treatment of Hazardous Wastes in Wastewater Treatment Plants. *Water Environ. Res.*, 71, 999 - 1010.

Jones, A. B.; Smith, C. D. (2002b) *Survey of Hazardous Waste Sources in Wastewater Treatment Plants*. Report No. 12345; US Environmental Protection Agency: Washington, D.C.

Ross, B. J. (2000) *Nutrient Removal Technology Guidance*; EPA-450/4-99-030; US Environmental Protection Agency: Cincinnati, Ohio. US Environmental Protection Agency (2000) *Biosolids Compliance*; EPA-224/6-99-031; Washington, D.C.

Naylor, L. M.; Williams, C. (1999) Biosolids as a Nitrogen and Phosphorus Resource: Back to the Basics. *Proceedings of the 72nd Annual Water Environment Federation Technical*

OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleifera* lam. durante o armazenamento.

*Exposition and Conference* [CD-ROM]; New Orleans, Louisiana, Oct 10-13; Water Environment Federation: Alexandria, Virginia, page numbers.

### **In Text Citation**

"There are several alternatives (Jones and Smith, 1992a) for handling these wastes." "Jones and Smith (1992b) have documented the source of these wastes."

### **Tables and Figures**

Great care should be given to preparing concise tables containing only that information essential to substantiating the text. Columns containing few entries or full columns of data that vary only slightly should be avoided. Judicious use of table footnotes can greatly simplify the presentation. Inclusion of lengthy explanations in the footnotes should be avoided, however. These discussions should be included directly in the manuscript text. Each table should be presented on a separate manuscript page and placed after the References section.

Figures should be used to substantiate data trends, correlations or illustrate points made in the text, not merely to present data. Legends identifying data series should be contained within the figures, not in the captions. Each figure should be prepared on a separate sheet and identified with a figure number. Figure captions should be listed separately on a single sheet. Figures should be placed after tables at the end of the manuscript. Figures should be drawn carefully, must be large enough for clarity, and of sufficient quality (at least 300 DPI) to ensure that they are legible when reduced to a column width of 75 mm (3 in.).

### **Acronyms**

The use of common acronyms to abbreviate long expressions is encouraged. All abbreviated terms (except for common mathematic units) should be written out on first occurrence. Authors should use notation that is already accepted in the field. However, do not begin a sentence with an acronym (except in the case of U.S. EPA).

### **Equipment and Materials**

The vendor (or supplier) and its location (city, state or province, and country if outside the United States) should be included for all equipment and products identified in the methods section. Computer software should be identified by name and location of the developer.

### **Units of Expression**

It is the author's responsibility to supply all data in the text, figures, and tables in metric notation and International System of Units (SI) nomenclature. Conversion of any non-metric

data will be requested from the author before publication. If desired, English units can be shown in parentheses following the metric quantities.

### **Equations**

Equations and formulas should be numbered separately and sequentially throughout the text. All variables and special symbols, such as Greek letters, must be clearly identified and explained, and units of measurement provided.

### **Statistical Analyses**

When reporting results, the type of analysis conducted (e.g., Spearman rank test, Student's *t* test, least-squares regression, etc.) should be reported. Also, all variables (e.g., *r*, *R*, *p*, *P*,  $\mu$ , etc.) should be defined on first occurrence for clarity.

### **Photographs**

Submission of photographs should be limited to those that are essential to an understanding of the text. Photographs should be sharp, digital, black-and-white. Photographs may be published in color within a manuscript at the author's expense only. High-quality color photographs relating to water quality preservation will be considered for cover use at no charge, but not necessarily in the issue in which a specific manuscript appears. Full credit will be given if the photograph is used.

### **Correspondence and Inquiries**

Authors and co-authors may view the status of their manuscripts online. Other correspondence and inquiries should be directed to Publications Assistant, *Water Environment Research*, 601, Wythe Street, Alexandria, VA 22314-1994, USA. Contact 1-703-684-2492 by fax, or e-mail [wer@wef.org](mailto:wer@wef.org).

#### A 4 - Artigo enviado para a Revista Water Environment Research

##### Assessment of the physical-chemical properties of stored corn submitted to a treatment with dusted seeds of *Moringa oleifera* Lam.

Cleoneide Maria do Nascimento Oliveira<sup>1</sup>, Carlos Alberto Alves da Silva<sup>2</sup>, Kaoru Okada<sup>2</sup>, Emanuel Sampaio Silva<sup>3</sup>, Arminda Saconi Messias<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Catholic University of Pernambuco - UNICAP, Mastery in Development of Environmental Processes, Recife, Pernambuco, Brazil; <sup>2</sup>Teacher of Environmental Engineering and Mastery in Development of Environmental Processes at the Catholic University of Pernambuco. E-mail: saconi@unicap.br; <sup>3</sup>University Salgado de Oliveira, Recife, Pernambuco, Brazil.

**ABSTRACT:** The employment of phytosanitary agents applied through seeds is common practice in corn crops. However, increasing concerns over the environment and living beings' safety bring to light a need for technologies which aim at reducing the risks originated from manipulation of phyto protectors, which is one of *Moringa oleifera* Lam. main roles. It has been attempted to, therefore, evaluate the physiologic quality of corn seeds submitted to treatments with *Moringa oleifera* Lam. dusted seeds, with five repetitions, and doses equal to zero; 0,5; 1; 2 and 4 grams of moringa seed dust for each 10 grains of corn, with contact times of zero, 2, 4, 6 and 24 hours, 30 days and 6 months. The measured parameters were: germination test, humidity, volumetric weight, weight of 1000 grains, ashes and acidity index. The results show that the physiologic quality of the corn seeds submitted to the application of *Moringa oleifera* Lam. suffered no impairment, turning its application technically viable for up to 6 months of storage.

**Keywords:** grain storage, moringa, physiologic quality, *Zea mays*.

#### Introduction

Brazil is a country which presents a high potential for grain production which is yet to be fully explored. Corn is a widespread crop, for it adapts to the most different ecosystems. It covers, in the national territory, over 12 million hectares with an annual production of nearly

40 million tons of corn. Although it is a crop appropriate to the employment of high technology with the potential of producing over 16 t/ha, low cost technologies prevail in the current scenario, which has kept the average national productivity around 2,5 t/ha (Brazil, 2015).

Alongside the effort of increasing productivity, there necessarily must be an improvement in harvesting techniques and grain storage conditions. A positive trait of the grains is the possibility of being stored for a large amount of time with no significant losses in quality. However, prolonged storage is only feasible when proper measures of harvest, cleaning, drying, insect combat and fungi prevention are taken (Souza, 2002).

The preservation of seed quality during the storage period is one of the most important steps in the process of production and commercialization. The efforts undertaken in production steps could turn ineffective should seed quality preservation fail, at least until a new sowing season starts (Carvalho, 1992).

Bewley and Black (1994) have concluded that the speed of deterioration of corn seeds during storage is mainly influenced by the starting physiologic quality of the seeds, as well as relative humidity and temperature of the environment.

The employment of phytosanitary products through seed application is common practice in corn crops, however, increasing concerns over environment and safety during the manipulation process led to a surge in demands for application technologies which reduce risks without compromising seed quality (Ndabigengesere and Narasiah, 1996; Muvibi and Evison, 1995).

The purpose of the present study was to test the possibility of increasing corn grains storage times when treating them with dusted seeds of *Moringa oleifera* Lam. by preserving their physiologic quality.

## **Methodology**

The present study was conducted in the Laboratory of Analytic Chemistry of the Environmental Engineering department of the Catholic University of Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brazil.

### **Collection of preparation of the raw materials**

#### **1 Corn**

The samples of corn BRS - Gorutuba employed in this study were provided by the Seed Laboratory (Seed Chamber) of the Agronomy Institute of Pernambuco – IPA, Recife/PE, Brazil, lot APRMG - 73/2014, 2014/2014 harvest, S-2 category, sent to storage and

production in the year of 2014, corresponding to 25 tons, by the Center of Production and Commercialization - CPC of Petrolina, Recife/PE.

After the homogenization of the collective sample, two final samples were withdrawn (of 2 kg each) to perform the laboratorial analysis. These samples were packaged individually in paper bags, wrapped in plastic bags, labeled and kept under refrigeration, at temperatures between 13 and 14°C until used.

## **2 *Moringa oleifera* Lam.**

The moringa seeds were collected at the Center of Production and Commercialization - CPC of Petrolina, from the Agronomy Institute of Pernambuco – IPA, Recife/PE, Brazil, peeled and dried in an oven at 70°C for 30 minutes.

After drying, the seeds were dusted and sieved at 14 mesh (modified from Ramos, 2005) and packaged in a sealed plastic recipient to prevent humidity exposure.

## **Calculation of the Concentrations of Moringa Seed Dust and Contact Time with the Corn**

The treatments were performed with five repetitions, in doses of zero; 0,5; 1; 2 and 4 grams of *Moringa oleifera* Lam. seed dust for each 10 grains of corn, with contact times of zero, 2, 4, 6 and 24 hours, 30 days and 6 months.

The relation between moringa dust (mg/g) and sedimentation time (h) was adjusted according to a Composite Central Design (CCD) and their values combined in an experimental matrix.

## **Performed Determinations**

### **1 Humidity**

Water contained in the seeds is extracted in the form of vapor by the application of heat under controlled conditions. The recommended method was developed to reduce oxidation, decomposing or loss of other volatile substances while as high removal as possible of water.

The determinations of humidity on the samples of corn and dusted moringa were performed before and after each treatment, which used a stove at 105°C for 24 hours (Brazil, 2009). The results were expressed in humidity percentage.

### **2 Germination Test**

This test aims to determine the maximum potential of germination of a seed lot, which can be used to compare the quality of different lots and estimate the value required to sow a field. In laboratory tests the percentage of seed germination corresponds to the proportion of seeds which have produced sprouts qualified as normal.

The tests were performed according to the Rules of Seed Analysis – RAS (Brazil, 2009), before and after each treatment, by sowing 10 corn seeds and germinating them wrapped between two or more paper towels germitest, humidified using deionized water, and left in the germinator (carefully washed with water and soap, then dried) in horizontal position (which represents the most recommended method for seeds of large crops, seeds of forage plants and vegetables of relatively large side which are not sensitive to light, known as RP), at a temperature of 25°C, during five days when the assessment was performed. The results are expressed in percentage of normal sprouts.

### **3 Volumetric weight**

This parameter serves to establish the weight of a certain volume of seeds. Volumetric weight is a varietal trait, influenced by climate, soil, fertilization, cultivation system, occurrence of bugs and diseases, seed maturity, enhancing, the seed degree of humidity and chemical treatments.

The volumetric weight was determined by weighting the grains in an electronic weight scale with a precision of 0,001g from an amount fit in a 100,0 ml beaker. The results of volumetric weight were expressed in g/ml

### **4 Weight of 1.000 grains**

It has the objective of determining the weight of a thousand seeds from a sample. Such weight is employed in calculating the density of the sowing, the number of seeds per packaged and the weight of a sample to perform purity analysis when not specified by the Rules of Seed Analysis – RAS. It is an information which allows to roughly picture the side of the seeds, as well as their maturity and health status.

The weight of 1.000 grains was determined through counting five repetitions of 100 grains of corn and weighting them in a precision scale. The results were multiplied by ten and expressed in grams.

### **5 Mineral material or Ashes**

The ashes content of a food is the name given to the inorganic remainder after burning the organic matter between 550 – 670°C, which turns into CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O and NO<sub>2</sub>; being such, the ashes of a material are the starting point of an analysis of specific minerals. The beforementioned minerals are analyzed both with nutritional and safety intents.

The content of ashes was determined using ceramic crucibles previously weighted at 600°C, as describe by the Official Methods of Analysis – AOAC (2016), with previous incineration and calcination at 600°C, in an mufla oven for 4 hours. Afterwards the sample was left to cool in a desiccator until it reached environmental temperature, when its weight

was measured. The results were obtained by the differences in the weights between the weight of the crucible and the weight of the crucible with the calcinated residue, considering the mass of the sample. Results expressed in percentages.

## **6 Acidity Index**

The loss of quality of seeds and grains during storage is followed by a series of deteriorating modifications, even when it cannot be detected by any other means of viability loss, among which we remark the elevation of the free fatty acids. If the fatty acids – FA are the components of oils and fats, in mono, di and triglycerides then a large amount of free FA points that the product is in fast process of deterioration. The main consequence of that is turning the acidification of the material. An elevated level of acidity indicates, therefore, that the oil or fat is suffering disruptions in its chain, releasing its main components, the FA, and for that reason the measurement of such index is of paramount importance in assessing the state of deterioration (hydrolytic rancidity) of the oil or fat that is consumed.

According to the methodology described by the AOAC (2016), the acidity index is determined by adding 150,0 ml of ethylic alcohol (ethanol) in the treatments and in a blank sample, leaving it to rest for 30 minutes, performing agitations each five minutes. The following step is to filter the supernatant in a paper filter of 0,5mm; moving it to an Erlenmeyer of 250,0 ml. The titration with a standard solution of NaOH 0,02M  $f=0,9998$  was performed until a pink color appeared while using a phenolphthalein solution at 1% as indicator. The acidity index was expressed in percentages.

## **Results and Discussion**

### **Humidity**

The results shown in Figure 1 indicate that the humidity content of the samples analyzed in this study has ranged from 2,09 (0,5g Moringa/4h Contact) to 13,45% (1g Moringa/24h Contact), which are all below the maximum value allowed by the Ministry of Agriculture (14,5%) according to the regulation n. 845 from 1976 (Brazil, 1976). Only the treatment of 1g Moringa/0h Contact presented a value above the permitted (17,71%).



OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleifera* lam. durante o armazenamento.

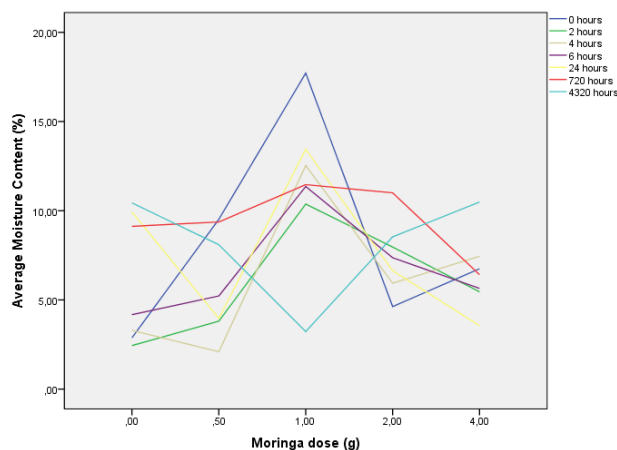


Figure 1 - Humidity content of the corn grains in the different treatments

Such contents of humidity, found in the corn samples studied, could have contributed to their level and frequency of contamination (data not presented). In samples of stored corn, the absence of contamination has been attributed to humidity levels between 13 and 13,5% (Prado et al., 1995). The development of fungi in corn with humidity content of 14% after storage periods of up to 62 days (Krabbe et al, 1994). In this study, the longest period of storage was 6 months (4.320 hours) in the treatment of 4g Moringa/6 months Contact.

### Germination test

The percentage results of the germination of seeds from the hybrid BRS – Gorutuba, both treated and untreated with moringa, it could be verified that seeds subject to phytosanitary treatment generated normal sprouts, which indicates a non-phytotoxic effect of the products over the seeds. It must be highlighted that the seeds presented a good initial quality and the reduction of germination on the treated seeds was only 1%, which validates the possibility of employing moringa to protect the seeds.

As stated by Fratin (1987), the storage potential of seeds is directly related to their initial quality, because a lot of high quality could be stored for longer periods of time, in uncontrolled conditions than one which its initial quality is compromised. Hence the positive results presented with the moringa treatments.

It has also been verified that, even with six months of storage, the seeds still kept a percentage of germination above the established minimum for commercialization, which is 85% (Brazil, 1985).

### Volumetric weight/ Weight of 1.000 grains

Regarding the volumetric weight of the corn seeds, it was found, on average, a value of 78,95 g/ml and an average weight of a thousand grains of 355,39g. Such data corroborate

the ones found in germination and humidity, since it could be related to a greater robustness of the seeds employed in the experiment, which is in accordance to what was observed by Okada (1978), Toledo and Marcos Filho (1977) and Cícero (1976).

The results show, not only in volumetric weight but also in the weight of a thousand seeds, that the seeds presented satisfactory criteria in terms of quality, which, in a way, agrees with Okada (1978). Such verification was key, bearing in mind the goal of the study. It must be stressed out, however, due to the novel aspect of the research, further studies on the subject are needed.

### Mineral Material or Ashes

The corn seeds presented, in the verification of ash content (Figure 2), a percentage ranging from 3,42 to 20,17%, represented by the treatments of 1g M/30 days Contact and 2g M/6h Contact, respectively.

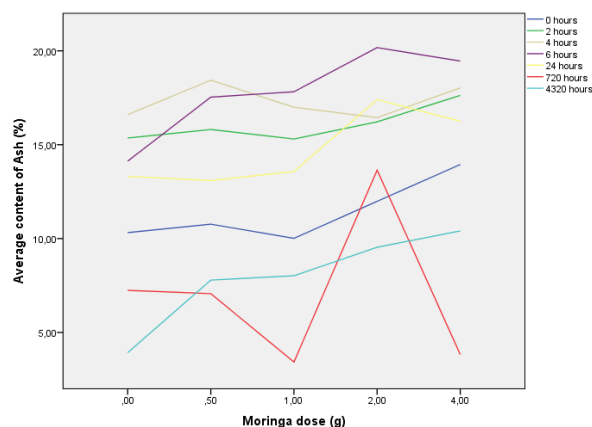


Figure 2 - Percentage of ashes in corn grains in the different treatments applied

The mineral content found was considered high, since the maximum value established by the current legislation is 1,4%. Therefore, the ash content found in all treatments was above permitted. Even though it was not affected by the presence of the moringa, ash content increased in function of increasing levels of moringa/contact, because, as stated by Ferreira et. Al. (2001), the availability of minerals influence the mineral composition of the corn grains.

### Acidity Index

In Figure 3 are presented the acidity index values of corn after the different treatments employed. There have been found, on average, values of 0,35% (0g M/6monthsContact) up to 5,83% (4gM/6monthsContact), which point to the fact that the results could be directly related to the presence of insects and fungi amid the grains. An elevated acidity index (above 5%) indicates, therefore, that oil or fat are suffering disruptions in their chains, releasing their main components, fatty acids. That is why measuring this index is of extreme importance in assessing the hydrolytic rancidity of the oil or fat that is being consumed.

OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleifera* lam. durante o armazenamento.

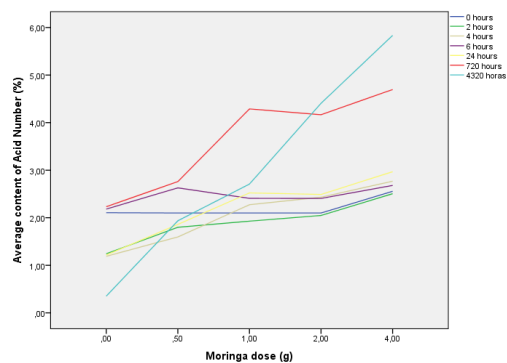


Figure 3 - Percentage of acidity index of corn grains in the different employed treatments

As stated by Faroni et al. (2005), insects are the major cause of deterioration and losses during storage. They damage the grains, exposing their inner parts, which facilitates the development of fungi. Their infestation damages the vegetal tissue of this grain, producing carbonic gas ( $\text{CO}_2$ ) and water ( $\text{H}_2\text{O}$ ), from grain respiration, which contribute to increasing humidity and, consequentially temperature, which in turn makes fungi multiplication easier (non-presented data).

## Conclusion

In the conditions in which this study was performed, it can be concluded that:

1. The content of humidity in all corn treatments was lower than the maximum value permitted by the Ministry of Agriculture (14,5%);
2. The hybrid BRS - Gortuba corn seeds subjected to the phytosanitary treatment with moringa presented normal sprouts, which indicates a non-phytotoxic effect of the product over the seeds;
3. Film coating did not affect the physiologic quality of corn seeds and did not interfere in the treatments in the seeds with starting high quality;
4. Volumetric weight can be employed as a satisfactory indicator to assess corn seed quality;
5. The weight of a thousand seeds can be employed as an auxiliary indicator of volumetric weigh in assessing the quality of the stored corn seeds;
6. The application of *Moringa oleifera* Lam. on corn seeds is technically viable

OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *moringa oleifera* lam. durante o armazenamento.

7. From what has been observed, further research over the subject is needed, including a possible relationship between volumetric weight and the traits that mark seed robustness.

## References

- Araújo, J. M. A. (2008). *Química de alimentos: teoria e prática*. Viçosa, Minas Gerais: UFV, 4. ed.
- Bewley, J.D.; Black, M. (1994). *Seeds, physiology of development and germination*. 2.ed. New York: Pemim Press, 445p.
- Brasil. (2015). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. *Projeções do Agronegócio: Brasil 2014/2015 a 2024/2025*, Brasília, 133 p.
- Brasil. (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Coordenação Geral de Apoio Laboratorial. *Regras para análise de sementes*. 398p.
- Brasil. (1985). Ministério da Agricultura. *Normas, padrões e procedimentos para a produção de sementes básicas, certificadas e fiscalizadas*. 2. ed. Belo Horizonte, 110 p.
- Brasil. (1976). Ministério da Agricultura. Portaria nº. 845 de 8 de novembro de 1976. Aprova as especificações para a padronização, classificação e comercialização interna do milho. *Diário Oficial da União*.
- Carvalho, M.L.M. (1992). *Refrigeração e qualidade de sementes de milho armazenadas em pilhas com diferentes embalagens*. ESALQ: Piracicaba, 986p. (Tese Doutorado).
- Faroni, L.R.D.; Barbosa, G.N.O.; Sartori, M.A.; Cardoso, F.S.; Alencar, E.R. (2005). Avaliação qualitativa e quantitativa do milho em diferentes condições de armazenamento. *Revista Engenharia na Agricultura*, **13**(3):193-201.
- Ferreira, A.C.B.; Araújo, G.A.A.; Pereira, P.R.G.; Cardoso, A.A. (2001). Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. *Scientia Agricola*, **58**:131-8.
- Fratin, P. (1992). *Comparação entre métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (Zea mays L.)*. Viçosa: UFV, 67p. (Tese Mestrado).
- Cicero, S.M. (1976). Influência do peso da semente de arroz (*Oryza sativa L.*) sobre a germinação, vigor e produção de grãos. Piracicaba, Esalq/USP, 75p. (Tese Mestrado).

OLIVEIRA, C. M. DO N. Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com *Moringa oleifera* Lam. durante o armazenamento.

- Krabbe, E.L.; Pereira Junior, A.M.; Lazzari, F.A.; Reginatto, M.F. (1994). Efeito da umidade e do ácido propiônico sobre as características bromatológicas e microbiológicas de grãos de milho. In: Conferência Apinco, 1994, Campinas. *Anais...* Campinas: p. 27- 8.
- Muyibi, S. A.; Evison, L. M. (1995). *Moringa oleifera* seeds for softening hard water. *Water Research*, **29**:1099 - 1104.
- Ndabigengesere, A.; Narasiah, S. K. (1996). Influence of operating parameters on turbidity removal by coagulation with *Moringa oleifera* seeds. *Environmental Technology*, **17**: 1103 - 12.
- Official Methods of Analysis Chemical of AOAC International. (2016). 20.ed.
- Okada, T. (1978). Studies on Green panic seed. The use of seed volume weight in estimating of Green panic seed. *J. Japan. Soc. Grassl. Sci. Tohigi.*, **24**(2):133-6.
- Prado, G.; Vieira, M.B.C.M.; Santos, J.P.; Oliveira, M.S.D. (1995). Ocorrência de micotoxinas em milho pós - colheita e armazenado do Estado de Minas Gerais, safra 1991. *Higiene Alimentar*, **9** (35):24 - 7.
- Ramos, R. O. (2005). *Clarificação de água com turbidez baixa e cor moderada utilizando sementes de Moringa oleifera*. Faculdade de Engenharia Agrícola - UNICAMP (Dissertação de Mestrado), Campinas, São Paulo, 276f.
- Souza, O. W. (2002). Silagem de milho úmido. In: Lorini, I.; Miike, L. H. E.; Scussel, V. M. (Ed.). *Armazenagem de grãos*. Campinas: IBG, p. 859 - 85.
- Toledo, F.F. & Marcos Filho, J. (1977). *Manual das sementes: tecnologia de produção*. São Paulo, Agronômica Ceres, 224p.