



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**WALISSON MARQUES SILVEIRA**

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E FISIOLÓGICAS DE SEMENTES DE MILHO  
SUBMETIDAS AO SISTEMA DE TRILHA MANUAL E MECANIZADA EM CINCO  
TEORES DE ÁGUA**

**FORTALEZA – CE**

**2015**

WALISSON MARQUES SILVEIRA

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E FISIOLÓGICAS DE SEMENTES DE MILHO  
SUBMETIDAS AO SISTEMA DE TRILHA MANUAL E MECANIZADA EM CINCO  
TEORES DE ÁGUA

Monografia Apresentada ao Curso de  
Agronomia no Departamento de  
Engenharia Agrícola da Universidade  
Federal do Ceará, como parte dos  
requisitos para obtenção do Título de  
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Danilo Roberto  
Loureiro

FORTALEZA – CE

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

- 
- S591c      Silveira, Walisson Marques.  
Características físicas e fisiológicas de sementes de milho submetidas ao sistema de trilha manual e mecanizada em cinco teores de água / Walisson Marques Silveira. – 2015.  
56 f..
- Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2015.  
Orientação: Prof. Dr. Danilo Roberto Loureiro.
1. *Zea mays*. 2. Sementes - Umidade. 3. Sementes - Beneficiamento. I. Título.

---

CDD 636.08

WALISSON MARQUES SILVEIRA

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E FISIOLÓGICAS DE SEMENTES DE MILHO  
SUBMETIDAS AO SISTEMA DE TRILHA MANUAL E MECANIZADA EM CINCO  
TEORES DE ÁGUA

Monografia Apresentada ao Curso de  
Agronomia do Departamento de  
Engenharia Agrícola da Universidade  
Federal do Ceará, como parte dos  
requisitos para obtenção do Título de  
Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em 10/12/2015.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Danilo Roberto Loureiro (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Carlos Alessandro Chioderoli  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Msc. Selma Freire de Brito  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus, por vencer mais essa batalha.

A meus pais, pela educação e confiança.

A todos que acreditaram em mim.

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me dar forças para superar todas as adversidades, que não foram poucas, durante todo o tempo de minha graduação e nunca me deixar desistir.

Aos meus pais, Sr. Silveira e D. Vania, por sempre me apoiarem, acreditarem no meu potencial e aceitarem minhas ausências para atividades acadêmicas.

Aos meus irmãos, Wicleff, Wilkson e Rouse, meus orgulhos, pela confiança, apoio e admiração.

À minha vó, Andreлина, matriarca da família Silveira e a todos meus parentes e familiares.

À minha namorada, Suyanne Araujo de Souza, por me fazer uma pessoa muito mais paciente, pelo amor, carinho, puxões de orelha, conselhos e força dados desde que a conheci, nossa jornada está apenas começando!

Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, por me oferecer, apesar das limitações, o melhor curso que eu poderia escolher na minha vida e me orgulhar de ser um Engenheiro Agrônomo.

Ao Departamento de Engenharia Agrícola, por me fornecer suporte para a realização da minha pesquisa e ao professor Carlos Alessandro Chioderoli, pela atenção e por disponibilizar a área de seu grupo – NIMPA, para realização de meu experimento.

Ao professor Danilo Roberto Loureiro, pela orientação, conselhos, amparo, paciência, ajuda e disponibilidade durante o tempo sob sua orientação.

Ao professor Sebastião Medeiros Filho, coordenador do Laboratório de Sementes do Departamento de Fitotecnia da UFC, por todo suporte oferecido. À todos os integrantes do Laboratório, representados principalmente pela doutoranda Selma Freire de Brito pelo apoio nas análises das sementes e disponibilidade.

Ao Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura do Departamento de Zootecnia da UFC – NEEF, coordenado pelo professor Magno Cândido, por me

formar, ao longo de minha permanência no setor, responsabilidade, comprometimento, espírito de equipe, “sangue nos olhos” e me dar maturidade e independência nas minhas decisões, que serão levadas para sempre em minha vida pessoal e profissional.

Aos amigos Rafael Rodrigues, Theyson, Tafnes, Diego, Érica, Raíza, Gleyson, Marina, Cadu (as mundiças), Nascimento, Dhones, Wilker, Jander, Bruno, Sr. Vanderlei, pela parceria desde o tempo de NEEF que serão levadas para sempre; a Rafael Fernandes, Wesley, Luciana, Franklin, Carol e todos os amigos que ingressaram no curso de Agronomia comigo.

Ao D.I.V.A. e todos os seus integrantes, pelas conversas e por me proporcionar descontração nos momentos de ócio.

A todos, que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação pessoal e profissional ao longo desse tempo.

***Meu muito Obrigado!***

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o que era antes.”

**(Martin Luther King)**



## RESUMO

As fronteiras agrícolas estão se expandindo, fazendo-se procurar novas tecnologias para otimizar a produção, principalmente nas grandes culturas. O milho (*Zea mays* L.), é uma cultura de grande importância para o Brasil, onde o uso de maquinário agrícola é fundamental em todas as etapas do cultivo, tendo cuidado para evitar danos principalmente nas etapas de colheita. O objetivo do trabalho foi avaliar as características físicas e fisiológicas de sementes de milho colhidas em diferentes faixas de umidade e submetidas à debulha manual e mecanizada. O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará e no Laboratório de Sementes da UFC. O maquinário utilizado foi uma trilhadora estacionária acoplada ao eixo de potência de um trator. Oito espigas eram colhidas aleatoriamente a cada dois dias, sendo quatro debulhadas manualmente e as quatro restantes, despalhadas e passadas na trilhadora estacionária. As sementes foram divididas em cinco classes, de acordo com umidades contidas nas sementes, as classes eram: 30,3 a 26,9% (T1); 26,9 a 23,5% (T2); 23,5 a 20,1% (T3); 20,1 a 16,7% (T4) e 16,7 a 13,3% (T5). O delineamento experimental constou de um esquema fatorial 5 x 2 (umidades x trilha), em Delineamento Inteiramente Casualizado – DIC. As sementes foram avaliadas quanto à qualidade física e fisiológica e submetidas, além da medição da umidade, a diversos testes: danos mecânicos, teste de germinação em laboratório, teste de germinação em campo para obter o índice de velocidade de emergência (IVE), estande final, peso de mil sementes (PMS) e teste de tetrazólio. Os danos mecânicos foram observados nas sementes colhidas com maiores umidades, os valores de germinação foram significativos somente para o fator trilha, sendo a trilha manual a que resultou em mais plântulas normais. A velocidade de emergência foi semelhante nos dois métodos de trilha, fazendo a diferença somente no estande final, onde as sementes trilhadas mecanicamente tiveram menos sementes germinadas. O fator trilha não influenciou no PMS, sendo o maior valor encontrado naquelas colhidas com menores umidades, devido à sua menor presença de fotoassimilados e maior perda de água quando armazenadas das colhidas primeiro, houve interação entre os dois fatores e observou-se que as umidades do T3 mecanizada, T4 e T5 resultaram em sementes mais pesadas. A trilha não foi significativa para o teste de tetrazólio, sendo que a faixa de

umidades de 16,7 a 13,3% obtiveram sementes com o melhor potencial de germinação, diminuindo esse potencial à medida que aumentou-se a umidade de colheita. As umidades não alteraram a germinação, entretanto, a trilha mecanizada, mostrou problemas no vigor e danos às sementes quando colhidas com maiores umidades, sendo então as sementes com 16,7 a 13,3% de umidade as que tiveram sementes mais vigorosas e com menores danos mecânicos na trilhadora.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, trilhadora, umidade de sementes, beneficiamento de sementes, danos mecânicos.

## ABSTRACT

The agricultural frontiers are expanding, making himself look for new technologies to optimize production, especially in large cultures. Corn (*Zea mays* L.), is a very important crop in Brazil, where the use of agricultural machinery is essential in all stages of cultivation, taking care to avoid damage mainly in the harvesting stages. The objective was to evaluate the physical and physiological characteristics of maize seed harvested in different moisture ranges and submitted to manual and mechanized threshing. The experiment was conducted in the experimental area of the Department of Agricultural Engineering of the Federal University of Ceará and UFC Seed Laboratory. The machinery used was a stationary threshing coupled to the power shaft of a tractor. Eight corncobs were taken at random every two days, which four were manually threshed and the remaining four, husked and past the stationary thresher. The seeds were divided into five classes according moisture contained in the seeds, the classes were 30.3 to 26.9% (T1); 26.9 to 23.5% (T2); 23.5 to 20.1% (T3); 20.1 to 16.7% (T4) and 16.7 to 13.3% (T5). The experimental design consisted of a factorial 5 x 2 (humidity x threshing) in completely randomized design - DIC. The seeds were evaluated for physical and physiological quality and submitted in addition to the measurement of humidity, several tests: mechanical damage, laboratory germination test, germination test on the field for the emergence speed index (ESI), final stand, thousand seed weight (TSW) and tetrazolium test. Mechanical damage were observed in seeds harvested with higher moisture content, the germination values were significant only for the threshing factor, it is the manual threshing and that resulted in more normal seedlings. The emergence speed was similar in both methods of threshing, making a difference only in the final stand, where mechanically threshed seeds germinated less. The threshing factor did not influence the TSW, it is the largest value found those obtained with lower water content, because of their lower presence of photoassimilates and greater loss of water when stored the harvested first, there was interaction between the two factors and it was observed that the moisture Mechanical of T3, T4 and T5 resulted in heavier seeds. The threshing was not significant for the tetrazolium test, and the moisture range of 16.7 to 13.3% obtained with the best seed germination potential, this potential decreased as humidity increased to harvest. The humidity did not affect the germination, however,

mechanized threshing, showed problems in the force and damage to the seeds when harvested with higher moisture content, after which the seeds with 16.7 to 13.3% moisture that had the most vigorous seeds and minor mechanical damage to the threshing.

**Keywords:** Zea mays, threshing, seed moisture, seed processing, mechanical damage.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Trilhadora estacionária acoplada ao trator -----	30
Figura 2 - Sementes coletadas, amostra de sementes e sementes danificadas -----	31
Figura 3 - Medição da umidade das sementes de milho -----	32
Figura 4 - Sementes separadas, colocadas nos recipientes e pesadas -----	33
Figura 5 - Canteiro antes e após preparo pré semeadura -----	34
Figura 6 - Sulcos e semeadura utilizando uma ripa graduada -----	35
Figura 7 - Estande final de plântulas no canteiro -----	35
Figura 8 - Sementes separadas, colocadas nos recipientes e pesadas -----	36
Figura 9 - Sementes pré umedecidas, cortadas longitudinalmente, antes e após reação com tetrazólio -----	37
Figura 10 - Parâmetros utilizados para classificação quanto à viabilidade no teste de tetrazólio -----	37
Figura 11 - Danos observados nas sementes após a germinação -----	44
Figura 12 - Plântulas emergidas com alguma anormalidade -----	47
Figura 13 - Resultados obtidos no teste de tetrazólio -----	49

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Valores médios de temperatura e precipitações durante o período de semeadura à colheita de milho -----	29
Gráfico 2 - Valores percentuais de umidade das sementes ao longo das colheitas e de sementes danificadas pelo processo de trilha -----	40
Gráfico 3 - Número final do estande de plântulas emergidas sem nenhuma deformidade -----	46

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Síntese da análise de variância com os coeficientes de variação para a combinação de cinco faixas de umidade e dois tipos de trilha para os testes de germinação -----	39
Tabela 2 - Valores médios de sementes danificadas -----	41
Tabela 3 - Valores médios obtidos pelo teste peso de mil sementes -----	42
Tabela 4 - Valores percentuais médios obtidos pelo teste de germinação em laboratório -----	43
Tabela 5 - Valores médios obtidos pelo teste de germinação em campo -----	45
Tabela 6 - Valores médios do índice de velocidade de emergência -----	45
Tabela 7 - Valores médios do estande final de plântulas de milho -----	47
Tabela 8 - Valores do teste de tetrazólio para as sementes de milho -----	48

## SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO -----	17
2 - REVISÃO DE LITERATURA -----	19
2.1 – A cultura do Milho -----	19
2.2 - Qualidade de sementes -----	20
2.3 – Sistema de trilha e Danos mecânicos -----	24
3 – MATERIAL E MÉTODOS -----	29
3.1 - Local de produção e análise de sementes -----	29
3.2 – Sementes -----	29
3.3 – Maquinário utilizado -----	30
3.4 – Procedimento experimental -----	30
3.5 – Testes realizados -----	31
3.5.1 – Danos mecânicos -----	31
3.5.2 – Umidade das sementes -----	32
3.5.3 – Peso de mil sementes -----	32
3.5.4 – Teste de germinação em laboratório -----	33
3.5.5 – Teste de germinação em campo -----	34
3.5.6 – Estande final -----	35
3.5.7 – Teste de tetrazólio -----	36
3.6 – Análise estatística dos dados -----	38
4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO -----	39
4.1 – Umidade e Danos Mecânicos -----	40
4.2 – Peso de mil sementes -----	41
4.3 – Teste de germinação em laboratório -----	43
4.4 – Teste de germinação em campo -----	44
4.5 – Estande final -----	46
4.6 – Teste de tetrazólio -----	48
5 – CONCLUSÃO -----	50
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	51



## 1 - INTRODUÇÃO

As fronteiras agrícolas estão em grande expansão, fazendo com que se busquem novas tecnologias para que se possibilite a otimização no processo produtivo. Para isso, se faz necessário conhecer as características da cultura agrícola que está sendo cultivada, como profundidade de semeadura, umidade de colheita, maquinário necessário, dentre outros. Principalmente nas grandes culturas, em que o uso de maquinário agrícola é fundamental em todas as etapas do cultivo, precisando ter um cuidado melhor, especialmente nas etapas de colheita e beneficiamento.

O milho (*Zea mays* L.), pertencente à família *Poaceae*, é uma das plantas cultivadas de grande importância para o Brasil, sendo cultivado em várias regiões do país. Dentre a produção nacional de cereais e leguminosas, o desempenho da lavoura de milho tem efeito direto e significativo sobre o volume da colheita: sendo responsável pelo fornecimento de mais de um terço deste volume (FRANCESCHINI et al., 1996). Segundo a CONAB (2015), a estimativa nacional de área cultivada para a safra 2014/2015 é de 15,709 milhões de hectares e uma produção de 84,3043 milhões de toneladas.

A semente é um dos principais insumos da agricultura, pois dela provém todo o sucesso produtivo de qualquer lavoura e sua qualidade é um dos fatores mais importantes para o sustento de qualquer cultura em campo. A qualidade da semente pode ser afetada por fatores ambientais como oscilações de temperatura, disponibilidade de água e nutrientes, ataque de pragas, ou a utilização de técnicas inadequadas de colheita, secagem e armazenamento, bem como seu beneficiamento.

A obtenção de sementes de qualidade representa o principal objetivo do processo de produção de sementes. O beneficiamento constitui-se de uma etapa essencial dentro do programa de produção de sementes, visto que o lote de sementes necessita ser beneficiado e manipulado de forma adequada, caso contrário, os esforços anteriores com a fase de produção das sementes podem ser perdidos, não tendo valor como semente, porém podem ainda servir para a alimentação animal, como ingrediente importante na formulação de rações.

De acordo com Andrade et al. (1998), os danos mecânicos em sementes, durante a colheita, a debulha e o beneficiamento, são extremamente prejudiciais à qualidade das mesmas, pois o produto que sofreu injúria tem seu preço de mercado reduzido, até mesmo por sua apresentação visual.

A mecanização é utilizada em todas as etapas de produção de sementes, por isso os equipamentos devem ser regulados de forma que se minimizem as perdas no momento da colheita. Os danos mecânicos causados pela rotação do cilindro trilhador e teor de água no momento da colheita podem influenciar a germinação e o vigor das sementes.

A umidade da semente é fator importante no que se diz respeito ao beneficiamento, pois de acordo com a umidade presente, podem ocorrer injúrias na estrutura da semente, podendo acarretar em danos futuros de germinação e crescimento.

A hipótese prevista é que o teor de água afeta na qualidade das sementes quando debulhadas manual ou mecanicamente.

Com base no exposto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar as características físicas e fisiológicas de sementes de milho submetidas ao sistema de trilha manual e mecanizada com diferentes teores de água.

## 2 - REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 – A cultura do Milho

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, com produção na safra 2014/2015 por volta de 84 milhões de toneladas, perdendo apenas para a China e os Estados Unidos, com produções de 215,7 e 361,1 milhões de toneladas, respectivamente (USDA, 2015). Sendo o milho um dos carros-chefes do agronegócio do país.

É um dos principais produtos cultivados nas lavouras não somente pelas suas características quantitativas, mas por sua importância versátil e estratégica, uma vez que serve tanto para alimentação animal quanto para a humana (LOPEZ-OVEREJO et al., 2003). É também utilizado como fonte de energia alternativa para indústrias de bioenergia, além de ser usado como base para produção de elementos espessantes, colágeno e óleos (FERREIRA, 2012).

A classificação de sementes de milho quanto a forma e tamanho é um meio de padronizar a comercialização, semeadura e beneficiamento. Quanto à forma, as sementes são classificadas em redondas e chatas e, quanto ao tamanho, em várias e diferentes peneiras. Segundo Kikuti et al. (2003), a qualidade das sementes influencia a velocidade de estabelecimento e a uniformidade do estande, afetando a produção. Sendo assim, sementes de milho classificadas de acordo com a forma e tamanho, determinam a regulação de semeadora e trilhadora, além de influenciar no tipo e na quantidade de danos mecânicos, ocasionando também diferenças na qualidade das sementes.

A base da alta produtividade do milho está relacionada diretamente com o sucesso do estabelecimento das plantas no campo que, depende do manejo e da qualidade das sementes, pois o milho é uma das espécies que mais respondem à população de plantas, e para garantir uma adequada população final, torna-se necessário o uso de sementes viáveis e vigorosas, para que assim, as plantas possam manifestar ao máximo seu potencial genético (ANDREOLI et al., 2002).

Na prática, uma lavoura de milho fisiologicamente madura ocorre quando as plantas estão secas, as sementes apresentando valores de umidade por volta de

30% e com a presença de camada negra no pedicelo. No entanto, para a colheita mecanizada com debulha, as sementes devem estar com umidades abaixo de 20% para evitar danos mecânicos às sementes (BORBA et al, 1995).

LeFord e Russel (1985) observaram que a umidade ótima, na época da colheita, para a preservação da qualidade física das sementes, variou entre 19 e 26%. Valores fora desta faixa resultaram em sementes com maior susceptibilidade à quebra.

Uma das modalidades ainda utilizadas nas pequenas lavouras é a secagem na própria planta. Existem diversos prejuízos e desvantagens comprovados nesse processo, o que não o torna indicado, principalmente para a indústria de produção de sementes, devido à exposição constante do produto às adversidades climáticas, resultando em perdas significativas de suas qualidades fisiológica e sanitária.

A semente de milho possui uma película protetora de característica elástica que a reveste. Essa película evita o ataque de insetos, diminui os efeitos dos impactos causados na debulha e demais processamentos. Segundo Ruffato et al. (2001), quanto mais seco se encontra o grão/semente menor a elasticidade, tornando-o vulnerável às injúrias provenientes da ação dos equipamentos. Deste modo, quando as fases que dão segmento à colheita e debulha são mal conduzidas, podem ocasionar perdas tanto físicas quanto fisiológicas, refletindo negativamente nos lucros.

A integridade da estrutura da semente de milho é um agente importante durante a germinação, pois sementes danificadas correm o risco de serem atacadas por fungos de solo ou difundidos pelas sementes podendo causar sua morte ou da plântula e conseqüentemente, ocasionar falhas no estabelecimento da lavoura (REIS & CASA, 1996).

## **2.2 - Qualidade de sementes**

A qualidade da semente pode ser definida como a junção de todos os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam a capacidade de originar plantas de alta produtividade. A qualidade física compreende a pureza e a condição física da semente. É caracterizada pela proporção dos componentes físicos

presentes nos lotes, tais como sementes puras, outras sementes cultivadas, materiais inertes, dentre outros. A condição física é determinada pelo grau de umidade, tamanho, peso, cor, aparência, densidade, danos mecânicos e danos causados por insetos e infecções por doenças (POPINIGIS, 1985).

Os impactos causados durante a colheita, o beneficiamento e o transporte são os principais responsáveis pelos danos mecânicos em sementes, as quais podem ser divididas em duas categorias: externas ou visíveis e internas identificadas apenas através de testes de viabilidade (BUNCH, 1960).

No que se refere à qualidade fisiológica da semente, seu nível pode ser avaliado através de dois parâmetros fundamentais: viabilidade e vigor. A viabilidade é avaliada principalmente pelo teste de germinação, conduzido sob condições favoráveis de umidade, temperatura e substrato, permitindo expressar o potencial máximo da semente para produzir plântulas normais. Contudo, esse teste pode ser pouco eficiente para estimar o desempenho no campo, onde as condições não são as mesmas obtidas em laboratório, fazendo assim, ser importante a obtenção de informações complementares, pois os resultados obtidos em campo podem ser consideravelmente inferiores aos obtidos no teste de germinação em laboratório (BHERING et al., 2003).

Um teste bastante utilizado para a determinação da viabilidade das sementes é o teste de tetrazólio que, segundo as regras para análise de sementes, é utilizado também para avaliar o vigor, determinar a viabilidade das sementes após tratamentos pré germinativos, danos por insetos e por umidade, bem como para detectar danos mecânicos de colheita e/ou beneficiamento. O teste tem como princípio embeber as sementes em uma solução incolor de 2, 3, 5 trifenil cloreto ou brometo de tetrazólio, que é usada como um indicador para revelar o processo de redução que acontece dentro das células vivas. Neste processo, íons e enzimas interagem com o tetrazólio, formando um composto vermelho, estável e não difusível chamado de trifenil formazan. Como esta reação se processa dentro das células vivas e o composto não se difunde, há nítida separação dos tecidos vivos e coloridos que respiram, daqueles mortos e que não colorem (BRASIL, 2009).

No caso do milho, a busca por avaliações rápidas e eficazes têm crescido notadamente. Procura-se completar o teste de germinação com testes mais sensíveis,

que proporcionem escolher os melhores lotes para ser comercializados e que forneçam com precisão, os dados para a semeadura (DIAS & BARROS, 1995)

O teste de vigor é utilizado como um complemento das informações pois avaliam o potencial de germinação das sementes e o desenvolvimento das plântulas normais sob as adversidades de condições do ambiente (AOSA, 1983). Segundo Tekrony e Egli (1991), vigor das sementes pode influenciar indiretamente a produção da lavoura, ao influenciar a velocidade, a porcentagem de emergência das plântulas e o estande final, ou diretamente através da sua interferência no crescimento da planta.

Existem inúmeros fatores que afetam o vigor das sementes, como o potencial genético, o tempo de formação das sementes, as condições ambientais, a maturidade da semente na colheita, o manuseio, a data de colheita, o dano mecânico, a secagem, umidade, temperatura, duração de armazenamento e a presença de insetos e fungos (PERRY, 1981).

Um teste de vigor deve, essencialmente: registrar índices de qualidade de sementes mais sensíveis que o teste de germinação; separar lotes de sementes em termos de potencial de desempenho; ser objetivo, rápido, prático e viável economicamente; ser reproduzível e interpretável de maneira objetiva (HAMPTON & COOLBEAR, 1990).

Sementes podem apresentar um bom desempenho em laboratório, porém não há como saber sua velocidade de emergência, Gutormson e Patin (2007) relatam que as companhias produtoras de sementes de milho, podem usar estes testes de laboratório, para estimar o comportamento das sementes no campo, mas não como uma estimativa da emergência em campo.

As condições ambientais após a semeadura no campo influenciam diretamente o surgimento do potencial fisiológico das sementes. Quando as condições são adversas, espera-se que a emergência das plântulas seja inferior à germinação obtida em laboratório (POPINIGIS, 1985). Assim, conforme Ferguson & McDonald (1993) mencionam, as informações adquiridas pelo teste de germinação nem sempre são precisas para prever o comportamento das sementes em campo, principalmente quando as condições não são adequadas.

De acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), é considerada germinada toda semente que, a partir da emergência e do desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião da semente, se mostrará apto para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo.

Uma das etapas essenciais relacionados à elevada qualidade fisiológica é o momento em que as sementes são colhidas. O ponto de maturidade fisiológica de uma semente indica o momento ideal para a colheita, que é partir de 35% de umidade no milho. Logo após o momento da formação de uma estrutura chamada de camada preta, que é o bloqueio dos vasos, onde rompe-se o elo entre a planta e a semente, passando a mesma a apresentar vida independente (MAGALHÃES, 2002).

O elevado teor de água das sementes, segundo Welch e Delouche (1967), é provavelmente, a causa principal da perda de viabilidade e vigor da semente, tendo em vista que, conforme McDonald et al. (1994), o teor de água representa a média de concentração em toda a semente, podendo existir alterações entre suas estruturas. Assim a permanência das sementes com elevado teor de água, durante o período que vai da colheita até a secagem, influencia para acelerar o processo de deterioração devido à elevada atividade metabólica que, além de consumir parte das substâncias de reserva, libera energia e água, favorecendo o desenvolvimento de microrganismos e insetos (VILLELA, 1991).

Uma etapa importante no processo de produção de sementes é no momento da colheita, que deve ser realizada o mais rápido possível, a partir do momento em que as sementes alcançarem a maturidade fisiológica. Se a colheita for efetuada antes da maturidade fisiológica, as perdas poderão resultar na presença de sementes imaturas, e se for feita após, as sementes estarão propícias a ataques de fungos e insetos, bem como expostas às alterações dos fatores climáticos como umidade, temperatura e outros (VASCONCELOS et al., 2002).

Para Silveira e Vieira (1982), a qualidade final da semente depende do cuidado em manter, durante o beneficiamento e o armazenamento, a qualidade alcançada no campo, minimizando as injúrias que ocorrem durante o processamento, especialmente as injúrias mecânicas. O potencial de uma semente de produzir uma planta normal pode ser reduzido ou eliminado por danos mecânicos causados durante o beneficiamento (GREGG et al., 1970).

### 2.3 – Sistema de trilha e Danos mecânicos

A debulha dos grãos, sempre foi um procedimento importante e de complicada solução quando utilizado aos cereais em geral. Os primeiros mecanismos de trilha datam de 1785, na Escócia e de 1835, nos Estados Unidos, compreendendo respectivamente, o princípio é um cilindro e um côncavo transversal ao fluxo do material trilhado, podendo ser de barras ou de dentes. Estes foram aperfeiçoados com o passar do tempo, sempre buscando melhorar a separação de grãos no próprio côncavo, reduzindo portanto, as perdas e também diminuindo os danos às sementes (KANAFOSKI et al., 1972).

A colheita mecanizada e o beneficiamento são as principais razões dos danos mecânicos em sementes. Na colheita, a semente fica susceptível ao dano mecânico, sendo ele imediato ou latente (PAIVA et al., 2000). Nesse caso, o dano mecânico ocorre no momento da debulha, isto é, no instante em que as forças são aplicadas sobre as sementes, a fim de separá-las da estrutura que as contém. Ocorre, principalmente, em decorrência dos impactos recebidos do cilindro trilhador, no momento em que passam pelo côncavo. A semente é um corpo estático, contra o qual se movimenta um corpo metálico, as barras do cilindro trilhador (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012).

A debulha mecânica é um método comumente utilizado com elevado grau de impacto e extrema abrasividade, causando danos mecânicos na semente e por consequência, morte das sementes ou produzindo plântulas anormais, ocasionando uma redução na qualidade dos lotes de sementes. O processo pode ser acentuado quando o teor de água da semente e a rotação do cilindro trilhador não são favoráveis (BORBA et al., 1994). Sementes de milho danificadas mecanicamente durante a trilha tiveram uma taxa de degeneração 3,5 vezes maior do que as debulhadas manualmente (STEELE et al., 1969).

Segundo Oliveira et al. (2005), a debulha do milho seja manual ou mecanizada, ocasiona riscos de danos nas sementes e, por isso, é visto como um dos elementos responsáveis pela diminuição da qualidade das mesmas. Na colheita mecanizada é de grande importância o conhecimento da relação entre a velocidade



de rotação do cilindro debulhador e o teor de umidade da semente no momento da debulha.

Em ensaios realizados por Byg e Hall (1968), indicaram a velocidade de 500 rpm do cilindro trilhador suficiente para trilhar o milho, ocasionando idêntica porcentagem de trilha quando comparada à de 600 rpm. Ruffato (1998) menciona que, de acordo com a literatura, as fissuras no pericarpo das sementes de milho aumentam significativamente em velocidades entre 350 e 600 rpm do cilindro trilhador, as rachaduras internas acentuam-se, quando se usam velocidades acima de 450 rpm.

Borba et al. (1994), comprovaram que sementes de milho comum, debulhadas com as velocidades do cilindro trilhador de 400 e 500 rpm, expressaram percentuais de danos mecânicos consideravelmente menores do que os ocorridos quando as sementes foram debulhadas em velocidades maiores do cilindro trilhador (600 e 700 rpm). No entanto, esses danos não influenciaram na germinação das sementes, devido ao fato de mais de 94% das injúrias observadas terem ocorrido apenas superficialmente. Porém, no tocante ao vigor, as velocidades de 400 e 500 rpm possibilitaram os maiores percentuais, que diferiram significativamente dos percentuais mostrados pelas sementes de milho debulhadas em rotações maiores.

Santos e Mantovani (1997) recomendam que o ajuste da rotação do cilindro trilhador deve ser realizado de acordo com a umidade das sementes. Quanto maior for a umidade das sementes, mais complicados ficam em serem trilhados, exigindo assim, maior rotação do cilindro trilhador. Conforme os grãos vão perdendo umidade, tornam-se mais quebradiços, facilitando a debulha, devendo-se então, reduzir a rotação da trilhadora.

Hall e Johnson (1970), avaliando a quebra de sementes de milho, induzida pela debulha mecânica em laboratório, simulando as condições de campo, observaram que a quebra das sementes aumentou com o aumento da velocidade do cilindro debulhador, obtendo médias gerais de germinação de 41,9, 38,8 e 33,9% quando ajustou o cilindro trilhador para 400, 500 e 600 rpm, respectivamente. Obtiveram também médias de germinação de 59,2, 68,4, 17,0, 27,9 e 28,8% para sementes trilhadas com teor de água em 36,0, 32,0, 29,0, 23,0, 17,0 e 10,0%, respectivamente.

Conforme Green et al. (1966), o fator que representa a mais importante atribuição no dano mecânico sofrido pela semente é o teor de água, no momento do impacto. Assim, quando o teor de água é maior, os danos são por amassamento, à medida que nas sementes com pouca umidade os danos são por quebraimento (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012).

Borba et al. (1994), trabalhando com sementes de milho híbrido trilhadas com aproximadamente 10, 15 e 22% de umidade, constataram que sementes com 10% de umidade suportaram maior velocidade do cilindro trilhador e o vigor das sementes decresceu com o aumento da velocidade do cilindro. Estes também, recomendaram um ano após, que a trilha mecânica deve ser realizada quando as sementes atingirem entre 10 e 15% de umidade e também comprovaram efeito latente drástico da danificação mecânica sobre a qualidade das sementes (1995).

Araújo (1995), trabalhando com sementes de milho debulhadas com faixas de 18 a 19%, 16 a 17% e 13,5 a 14,5% de umidade e verificou que a qualidade fisiológica foi menos prejudicada quando as sementes foram trilhadas com menor grau de umidade e menor velocidade do cilindro trilhador.

Borba et al. (1992) estudaram a influência de três teores de água (22%, 15,5% e 10%) no momento da colheita sobre os danos mecânicos e a qualidade das sementes de milho. Verificou-se que o teor de água de 10% foi o menos prejudicial pois apresentou dano de 17%, enquanto os teores de 22 e 15,5% apresentaram 43,5 e 45,4%, respectivamente. O teor de água de 10% foi também o que proporcionou às sementes a maior porcentagem de germinação (86%) e vigor (envelhecimento acelerado) (82%).

Mantovani et al. (1978) constataram que teor de água é um fator importante a ser levado em conta, no que se diz respeito à porcentagem de danos ocasionados pela colheita mecânica, pois no caso de dano mecânico, o efeito da umidade dependeu do tipo de força a que os grãos estiveram expostos durante a manipulação. Durante a colheita do milho, as sementes sofreram, principalmente, a ação do esforço de compressão, sob o qual as sementes com menor umidade pareceram ser mais resistentes. De acordo com o aumento da umidade, a força necessária para destacar os grãos do sabugo aumentava, favorecendo para o aumento do dano mecânico nessas condições.

De acordo com Andrade et al. (1998), a qualidade da semente é afetada principalmente pela injúria mecânica, sendo um problema praticamente inevitável, pois todas as fases do processo produtivo sofrem consequências devido aos golpes investidos sobre as sementes, com objetivo de separá-las da estrutura que as contém.

Silva (1997) relatou que a colheita/trilha mecânica ocasionou uma queda na qualidade da semente de milho, gerando impurezas, causando danos físicos internos e externos e diminuindo a massa específica. Conforme Portella (2003), o processo e a época de colheita e debulha têm prejudicado a qualidade genético-industrial da lavoura do milho, apresentando perdas por danos mecânicos. Segundo Costa et al. (2002), é na colheita que ocorrem os maiores desperdícios, não só em forma de grãos/sementes deixados nas lavouras, como também pela diminuição da qualidade das sementes produzidas nas diferentes regiões.

Conforme Bewley e Black (1994), os danos mecânicos são causados por meios físicos durante os processos de colheita, beneficiamento, armazenamento, transporte e plantio, ocasionando em abrasões, trincas, rachaduras e quebras, que estão relacionados diretamente com reduções na germinação, emergência e vigor, da mesma forma com o potencial de armazenamento das sementes. Além disso, as injúrias mecânicas apresentam efeitos cumulativos, isto é, durante o processo de colheita e beneficiamento, os danos ocorridos por impacto anteriormente, somam-se aos do novo impacto e, com isso, a semente torna-se cada vez mais sensível aos danos mecânicos.

De acordo com Puzzi (1989), sementes quebradas e trincadas favorecem significativamente para a danificação do produto armazenado, pois afetam a qualidade das sementes, reduzindo notavelmente seu poder germinativo e vigor, mostrando condições favoráveis ao ataque de insetos e crescimento de fungos.

Os danos mecânicos são causados por choques e, ou abrasões das sementes contra superfícies duras do implemento agrícola ou contra outras sementes, resultando em sementes quebradas, trincadas, arranhadas ou danificadas por inteiro. Não somente as características físicas da semente são atingidas, já que sementes danificadas mecanicamente dificultam as operações de beneficiamento e apresentam menor germinação e vigor (ANDREWS, 1965, DELOUCHE, 1967). Na colheita

mecanizada de sementes, os danos mecânicos são as maiores forças destrutivas que agem na redução da qualidade fisiológica e sanitária das mesmas (MOORE, 1974).

A injúria mecânica é reconhecida, por muitos tecnólogos de sementes, como um dos mais graves problemas da produção de sementes, cujo principal motivo é a mecanização nas várias fases dos processos, sendo elas a colheita, transporte, secagem, beneficiamento, dentre outros (PAIVA, 1997).

De acordo com Marchi et al. (2006), o aumento gradual dos danos mecânicos nas sementes favoreceu para a redução no potencial fisiológico das mesmas e para o crescimento da aparição de fungos. As sementes de Milho são mais rotineiramente atacadas por *Fusarium moniliforme* (Sheld.), *Cephalosporium* sp., *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. (PINTO, 1998).

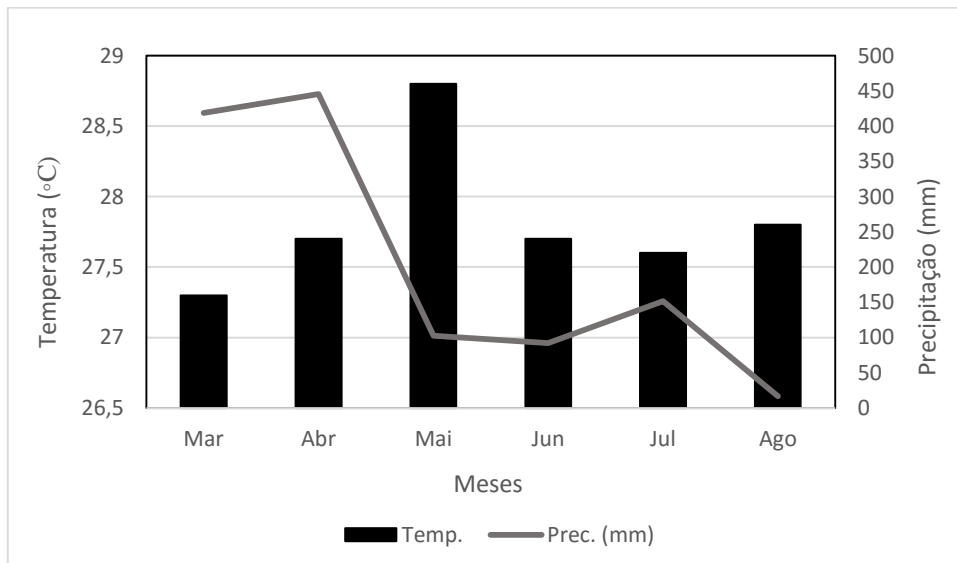
### 3 – MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 - Local de produção e análise de sementes

As sementes utilizadas no experimento foram produzidas na área experimental do Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, campus do Pici – DENA/CCA/UFC, localizado em Fortaleza-Ceará, situado a 27 m de altitude, 3°44'47.16" latitude Sul e 38°34'52.20" longitude Oeste. Com média de temperatura de 27,8 °C e precipitação de 1227 mm, durante o período de semeadura até o fim da colheita (GRÁFICO 1).

As análises laboratoriais e de campo das sementes foram realizadas no Laboratório de Análise de Sementes - LAS, pertencente ao Departamento de Fitotecnia da UFC.

Gráfico 1: Valores médios de temperatura e precipitações durante o período de semeadura à colheita de milho.



Fonte: Estação Agrometeorológica UFC - Fortaleza (2015).

#### 3.2 – Sementes

As sementes utilizadas na semeadura da área experimental para posterior colheita das espigas foram as da variedade de milho de ciclo super precoce transgênico GNZ 2005 YG, da empresa Geneze® sementes. A área semeada foi

previamente submetida a tratamentos culturais, fitossanitários e adubação. Eram realizadas frequentes irrigações por aspersão no local.

### 3.3 – Maquinário utilizado

O maquinário utilizado para a realização do experimento foi uma trilhadora estacionária do modelo B 150 P.V Vencedora<sup>®</sup> Maqtron com mecanismo de trilha de barras, acoplada ao eixo de potência de um trator 4x2 do modelo MF 265 da marca Massey Ferguson<sup>®</sup> (FIGURA 1) O côncavo foi deixado com abertura intermediária.

Figura 1: Trilhadora estacionária acoplada ao trator



Fonte: Autor (2015).

### 3.4 – Procedimento experimental

O milho foi semeado no dia 14 de Março de 2015 e a colheita das espigas foi realizada no período de 26 de Junho a 10 de Agosto de 2015, de forma manual. A coleta do material foi feita de forma aleatória na área, onde eram coletadas oito espigas, das quais quatro eram debulhadas manualmente e as quatro restantes, retiradas manualmente a palha da espiga e debulhadas na trilhadora estacionária, a uma rotação média do cilindro trilhador de 313 rpm, medida por um tacômetro digital

modelo TD-706, da INSTRUTHERM®. Logo em seguida ao processo de trilha, foram realizadas as leituras de umidade. As coletas eram feitas a cada dois dias e se iniciaram com as sementes com umidade em torno de 30% e encerraram-se com a umidade das sementes por volta de 13%. Foram divididas em cinco classes de umidade, de acordo com os teores de água medidos nas sementes, sendo elas: 30,3 a 26,9% (tratamento 1 – T1); 26,9 a 23,5% (tratamento 2 – T2); 23,5 a 20,1% (tratamento 3 – T3); 20,1 a 16,7% (tratamento 4 – T4) e 16,7 a 13,3% (tratamento 5 – T5). As sementes foram avaliadas quanto à qualidade física e fisiológica. Assim o delineamento experimental foi o inteiramente Casualizado (DIC), com dois fatores (5 teores de água e 2 métodos de trilha).

### 3.5 – Testes realizados

#### 3.5.1 – Danos mecânicos

As sementes debulhadas na trilhadora eram coletadas e retirada uma amostra, aleatoriamente, de 200 sementes, as quais eram avaliadas e contadas as observadas com danos mecânicos visuais (FIGURA 2). Os resultados foram expressos em porcentagem.

Figura 2: Sementes coletadas (a), amostra de sementes (b) e sementes danificadas (c).



Fonte: Autor (2015).



### 3.5.2 – Umidade das sementes

As sementes debulhadas tanto manualmente, quanto na trilhadora eram coletadas, homogeneizadas e colocadas no medidor de umidade de sementes, modelo *mini GAC® moisture tester* (FIGURA 3). O procedimento foi feito depositando as sementes no recipiente do medidor e, em seguida, eram colocadas no aparelho e realizada a leitura da umidade, dada em porcentagem. Para determinação da umidade, foi considerado o valor médio de 5 repetições do ensaio para cada tratamento.

Figura 3: Medição da umidade das sementes de milho



Fonte: Autor (2015).

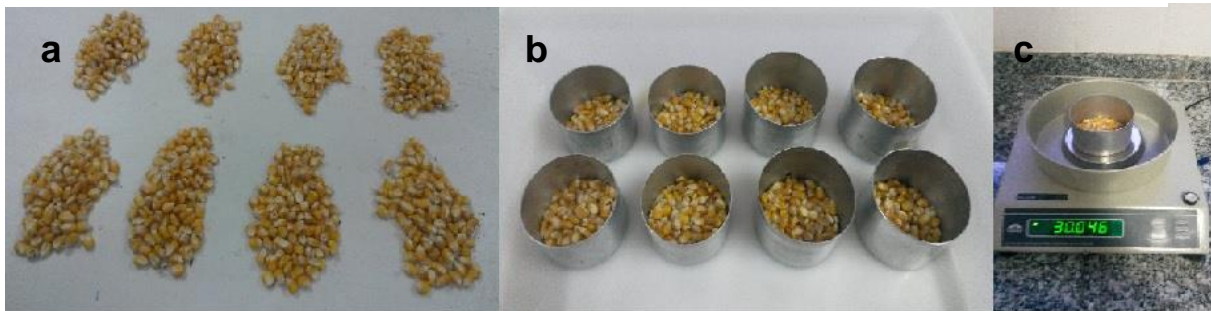
### 3.5.3 – Peso de mil sementes

Para saber se o peso do lote de sementes se altera de acordo com o decréscimo da umidade e com o tipo de trilha, foi realizado o teste do peso de mil sementes, onde foi retirado da porção “semente pura” de cada tratamento e contadas ao acaso, oito repetições de cem sementes, colocando cada repetição em recipientes e levando-os para pesagem em uma balança de precisão previamente “aquecida”, com precisão de 0,001 gramas, sendo as leituras feitas com duas casas decimais (FIGURA 8), de acordo com as regras para análise de sementes (BRASIL, 2009). Após a pesagem das repetições, eram calculadas a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos valores obtidos nas pesagens.



O resultado da determinação é calculado multiplicando-se por 10 o peso médio obtido das repetições de 100 sementes, com o coeficiente de variação (CV) não podendo exceder 4% para o milho, caso excedesse o limite do CV, outras oito repetições de 100 sementes seriam contadas, pesadas e calculado o desvio padrão das 16 repetições. Desprezava-se as repetições com divergência da média superior ao dobro do desvio padrão (BRASIL, 2009).

Figura 4: Repetições de sementes separadas (a), colocadas nos recipientes (b) e pesadas (c)



Fonte: Autor (2015).

#### **3.5.4 – Teste de germinação em laboratório**

O teste de germinação foi realizado utilizando por tratamento 400 sementes, retiradas da porção “sementes puras” divididas em 16 repetições de 25 sementes para cada método de trilha e classe de umidade de colheita. Foi usado como substrato o papel *Germitest*, onde foram usadas três folhas de papel em cada subamostra, umedecidos com água destilada o equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. As sementes foram colocadas no substrato, feitos os rolos e levados para germinadores de bancada, previamente desinfetados com álcool, onde ficaram mantidas a temperatura constante de 25 °C (FIGURA 4) por sete dias até a contagem. Ao final do teste, foi avaliado: plântulas normais, plântulas anormais e sementes mortas. O teste foi realizado de acordo com os critérios das regras para análise de sementes (BRASIL, 2009) e os resultados expressos em porcentagem.

Figura 5: Sementes colocadas no rolo de papel (a), rolos de papel prontos (b) e nos germinadores (c)



Fonte: Autor (2015).

### 3.5.5 – Teste de germinação em campo

Foram semeadas, para cada classe de umidade e cada tipo de trilha, quatro fileiras para cada tratamento de 100 sementes, contendo 25 por repetição. A semeadura foi realizada em um canteiro com dimensões de 1 metro de largura por 10 metros de comprimento com o solo previamente revolvido e deixado sob exposição prévia ao sol e realizada uma rega no dia anterior à semeadura (FIGURA 5). A semeadura foi realizada fazendo sulcos perpendiculares ao comprimento do canteiro e as sementes foram plantadas a aproximadamente 2 centímetros de profundidade, com espaçamento de 3,8 centímetros entre sementes e 22 centímetros entre sulcos, para a orientação do correto espaçamento, foi utilizada uma régua de madeira graduada com as medidas das dimensões de semeadura (FIGURA 6). As contagens foram feitas diariamente e se encerraram até que o número de plântulas emergidas fosse constante, durando sete dias. O índice de velocidade de emergência (IVE) foi calculado após o término das contagens, de acordo com abaixo (MAGUIRE, 1962):

$$IVE = \left( \frac{E_1}{N_1} \right) + \left( \frac{E_2}{N_2} \right) + \dots + \left( \frac{E_n}{N_n} \right)$$

Onde: IVE = índice de velocidade de emergência;

E1, E2, ..., En= número de plântulas emergidas computando-as na primeira, na segunda até na enésima contagem;

N1, N2, ..., Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda até a enésima contagem.

Figura 6: Canteiro antes (a) e após (b) preparo pré semeadura



Fonte: Autor (2015).

Figura 7: Sulcos e semeadura utilizando uma ripa graduada



Fonte: Autor (2015).

### **3.5.6 – Estande final**

O resultado do estande final foi realizado obtendo a contagem das plântulas emergidas sem nenhuma anormalidade, por repetição em cada tratamento, após o término do teste de germinação realizado nos canteiros (FIGURA 7).

Figura 8: Estande final de plântulas no canteiro



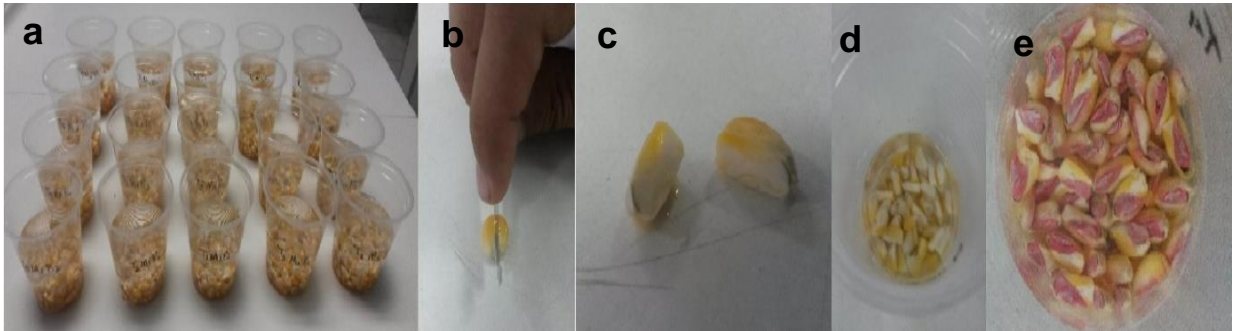
Fonte: Autor (2015).

### **3.5.7 – Teste de tetrazólio**

Foram avaliadas 2 subamostras com 100 sementes de cada tratamento, onde foram pré umedecidas por 18 horas em copos plásticos com água destilada a uma temperatura constante de 25 °C. As sementes de milho foram submetidas a um corte longitudinal ao longo do embrião, descartando a outra metade das sementes. Em seguida, as sementes de cada subamostra foram colocadas em copos plásticos contendo uma solução aquosa de 0,5% de concentração do sal 2, 3, 5 trifenil cloreto de tetrazólio, de modo que as sementes ficassem submersas, onde permaneceram, no escuro, por um período de duas a seis horas, com temperatura de 30 °C (FIGURA 9). O procedimento utilizado para a realização do teste foi de acordo com as regras para análise de sementes (BRASIL, 2009). A interpretação dos resultados foi obtida tomando como base os parâmetros utilizados na gravura fornecida por Delouche et al. (1976) (FIGURA 10), onde eram atribuídas notas de 1 a 12 de acordo com a germinação, sendo 1 para as sementes com ótimo potencial de germinação e 12 para aquelas não germináveis.

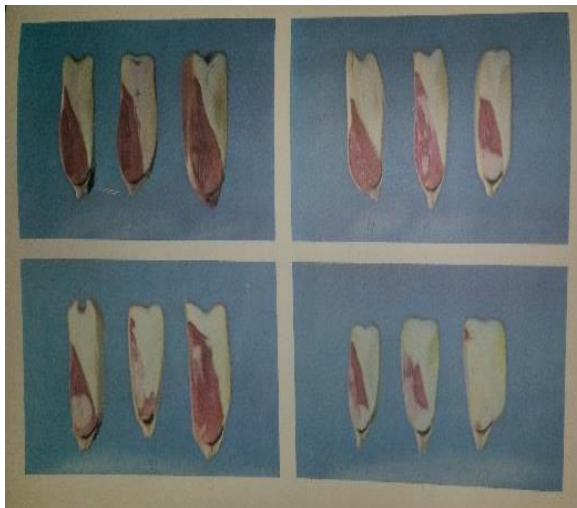


Figura 9: Sementes pré umedecidas (a), cortadas longitudinalmente (b e c), antes e após reação com tetrazólio (d e e).



Fonte: Autor (2015).

Figura 10: Parâmetros utilizados para classificação quanto à viabilidade no teste de tetrazólio



**Superior esquerdo:**

Primeira semente – **Germinável**;  
Segunda semente – **Germinável**;  
Terceira semente – **Germinável**;

**Superior direito:**

Primeira semente – **Germinável**;  
Segunda semente – **Germinável**;  
Terceira semente – **Germinável**;

**Inferior esquerdo**

Primeira semente – **Não germinável**;  
Segunda semente - **Não germinável**;  
Terceira semente - **Não germinável**;

**Inferior direito**

Primeira semente – **Não germinável**;  
Segunda semente - **Não germinável**;  
Terceira semente - **Não germinável**;

Fonte: Delouche et al. (1976).

As sementes com notas de 1 a 6 eram classificadas como germináveis, enquanto as sementes que obtiveram notas de 7 a 12, recebiam a classificação como não germináveis, de acordo com a avaliação (Delouche et al., 1976).

### **3.6 – Análise estatística dos dados**

Foi realizado primeiramente o teste de normalidade, onde foram aceitas as hipóteses de normalidade.

O experimento constou de três repetições para a avaliação dos danos nas sementes, oito repetições para o peso de mil sementes, quatro repetições para os testes de germinação em laboratório e em campo e duas para o teste de tetrazólio.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F utilizando o pacote estatístico do Assistat (SILVA, 2014). A comparação entre as médias dos fatores foi realizada por meio do teste de Tukey, ao nível de 5 e 1% de probabilidade. Os gráficos foram confeccionados com o auxílio do programa Microsoft® Office Excel 2013.

#### 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma síntese da análise de variância com os valores de F e os coeficientes de variação (CV) para os valores obtidos de germinação (plântulas normais, anormais e sementes mortas), índice de velocidade de emergência, peso de mil sementes e teste de tetrazólio (sementes germináveis e não germináveis) são exibidos na tabela 1.

Tabela 1: Síntese da análise de variância com os coeficientes de variação (CV) para a combinação de cinco faixas de umidade e dois tipos de trilha para os testes de sementes danificadas (SD), germinação de plântulas normais (GPN), germinação de plântulas anormais (GPA), sementes mortas (SM), germinação em campo (GC), estande final (EF), peso de mil sementes (PMS) tetrazólio sementes germináveis (TG) e tetrazólio sementes não germináveis (TNG) em sementes de milho. Fortaleza-CE, 2015.

Fontes de Variação	Valor F								
	SD	GPN	GPA	SM	GC	EF	PMS	TG	TNG
Umidade (U)	35,72**	1,83 <sup>NS</sup>	2,39 <sup>NS</sup>	1,36 <sup>NS</sup>	5,30**	5,26**	68,88**	3,51*	3,51*
Trilha (T)	1080,69**	15,50**	11,62**	10,05**	8,14**	15,08**	0,13 <sup>NS</sup>	0,90 <sup>NS</sup>	0,90 <sup>NS</sup>
Int. U x T	-	2,32 <sup>NS</sup>	2,63 <sup>NS</sup>	0,93 <sup>NS</sup>	1,94 <sup>NS</sup>	1,95 <sup>NS</sup>	25,12**	1,52 <sup>NS</sup>	1,53 <sup>NS</sup>
CV (%)	16,66	10,99	58,13	108,02	4,41	3,41	2,03	4,15	40,96

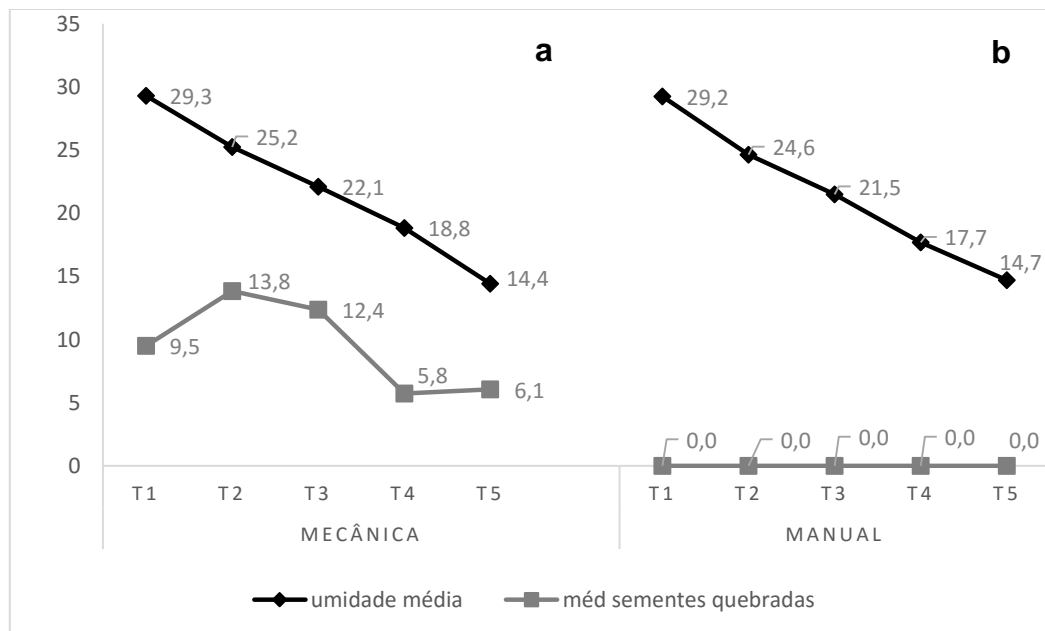
\*\* Significativo a 1% de probabilidade; \* Significativo a 5% de probabilidade; <sup>NS</sup> Não significativo pelo teste F

Verificou-se que o fator umidade obteve efeito não significativo somente para as análises de germinação (GPN, GPA e SM), tendo significância nos demais testes. Já no fator trilha, ocorre o inverso, as análises de germinação deram alta significância, o que demonstra que houve influência no tipo de trilha, enquanto os outros testes não tiveram efeito significativo. Verificou-se também que a interação entre a umidade e o tipo de trilha foi significativa apenas para o teste do peso de mil sementes, enquanto nos demais testes, a interação entre esses fatores não exerceu nenhum efeito significativo. Não houveram dados de interação de sementes danificadas, já que não houveram danos nas sementes quando debulhadas manualmente.

#### 4.1 – Umidade e Danos Mecânicos

Os valores de umidade das sementes decresceram ao longo das colheitas para os dois sistemas de trilha. Já o número de sementes danificadas pelo processo de trilha mecanizada aparece mais elevado nas faixas de umidade dos tratamentos 2 e 3, conforme mostra o gráfico 2.

Gráfico 2: Valores percentuais de umidade das sementes ao longo das colheitas e de sementes danificadas pelo processo de trilha mecânica (a) e manual (b).



Fonte: Autor (2015).

Como observado na tabela 2 e no gráfico acima, os tratamentos em que se constataram mais sementes danificadas foram os com teores de água durante a colheita de 26,9 a 23,5% e 23,5 a 20,1% (T2 e T3, respectivamente). Para o sistema de trilha, somente foram encontrados danos nas sementes trilhadas mecanicamente.

Esses resultados conferem com o mencionado por Mantovani et al. (1978), em que as maiores umidades provocaram maiores danos às sementes, pois a força para destacar as sementes do sabugo seria maior, favorecendo o risco de dano, enquanto nas sementes com menores umidades, as sementes se separaram com



maior facilidade, sendo percebido até na debulha manual. Para os tratamentos 4 e 5, observou-se um menor número de sementes danificadas, não oferecendo um risco recorrente de sementes com menores umidades, terem maior facilidade de se destacarem da espiga e sofrer mais impactos na trilhadora, acarretando em maiores chances de quebra de sementes, como visto por Carvalho e Nakagawa (2012).

Tabela 2: Valores médios de sementes danificadas (SD) em dois sistemas de trilha e diferentes teores de água: 30,3 a 26,9% (T1); 26,9 a 23,5% (T2); 23,5 a 20,1% (T3); 20,1 a 16,7% (T4) e 16,7 a 13,3% (T5). Fortaleza-CE, 2015.

Variável	Teores de água					DMS <sup>1</sup>
	T1	T2	T3	T4	T5	
<b>SD</b>	4,75 b	6,92 a	5,92 ab	2,50 c	3,00 c	1,33
	Manual		Mecanizada			
<b>SD</b>	0,00 b		9,23 a		0,58	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. <sup>1</sup>Diferença mínima significativa (DMS) entre as médias de cada faixa de umidade e sistema de trilha.

## 4.2 – Peso de mil sementes

O fator umidade de colheita e a interação entre a umidade e o tipo de trilha apresentaram valores significativos no peso de mil sementes, como são exibidos na tabela 4.

Tabela 3: Valores médios obtidos pelo teste peso de mil sementes (PMS), para as sementes de milho colhidas em diferentes faixas de umidade: 30,3 a 26,9% (T1); 26,9 a 23,5% (T2); 23,5 a 20,1% (T3); 20,1 a 16,7% (T4) e 16,7 a 13,3% (T5). Efeito da interação entre a umidade e o tipo de trilha sobre o peso de mil sementes de milho. Fortaleza-CE, 2015.

Interação umidade x trilha						
Trilha	Faixas de umidade					DMS <sup>1</sup>
	T1	T2	T3	T4	T5	
<b>Manual</b>	32,48 bA	32,98 bA	32,58 bB	34,25 aA	34,84 aA	0,948 <sup>L</sup>
<b>Mecanizada</b>	29,90 cB	33,01 bA	34,75 aA	34,58 aA	34,61 aA	0,675 <sup>C</sup>

<sup>1</sup>Diferença mínima significativa (DMS) da interação entre umidade e trilha, sendo nas linhas(<sup>L</sup>) e colunas (<sup>C</sup>) médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Pelo observado no peso de mil sementes acima, as sementes com menores umidades se mostraram mais pesadas, isso se justifica devido às sementes colhidas com maiores teores de água ficaram armazenadas e só foram submetidas aos testes quando as espigas restantes atingiram as umidades das sementes em torno de 13%, fazendo com que essas sementes já armazenadas fossem perdendo a água nelas contidas, ficando todas as sementes com a mesma umidade no momento dos testes. Então, as sementes colhidas com maiores umidades, ou perderam peso durante o armazenamento, ou provavelmente não tenham atingido acumulado em maior quantidade seus fotoassimilados, por exemplo, tendo pesos menores, enquanto as sementes que foram colhidas por último, ainda se maturavam enquanto permaneciam na planta, o que foi bom para a maturação das sementes, porém deixou as espigas vulneráveis ataque de agentes externos, como insetos ou fungos e, expostas às alterações dos fatores climáticos, como descrito por Vasconcelos et al. (2002).

Na interação entre as umidades e as trilhagens. Notou-se que as sementes com os maiores pesos foram obtidos nos tratamentos T4 e T5, a umidade T3 na trilha mecanizada também não diferiu estatisticamente no peso de mil sementes, enquanto as sementes colhidas com a mesma faixa de umidade não obtiveram peso semelhantes estatisticamente pelo método de trilha manual.

### 4.3 – Teste de germinação em laboratório

Os dados de médias que obtiveram significância para os resultados dos testes de germinação, demonstraram que o processo de trilha afetou o número de plântulas normais e anormais, sendo maior o número de plântulas normais nas sementes debulhadas manualmente e maior o número de plântulas com alguma anormalidade quando debulhadas pelo sistema mecanizado. Para a variável sementes mortas, foi verificado maior número de sementes não germinadas quando utilizou-se a trilhadora, como apresentado na tabela 3.

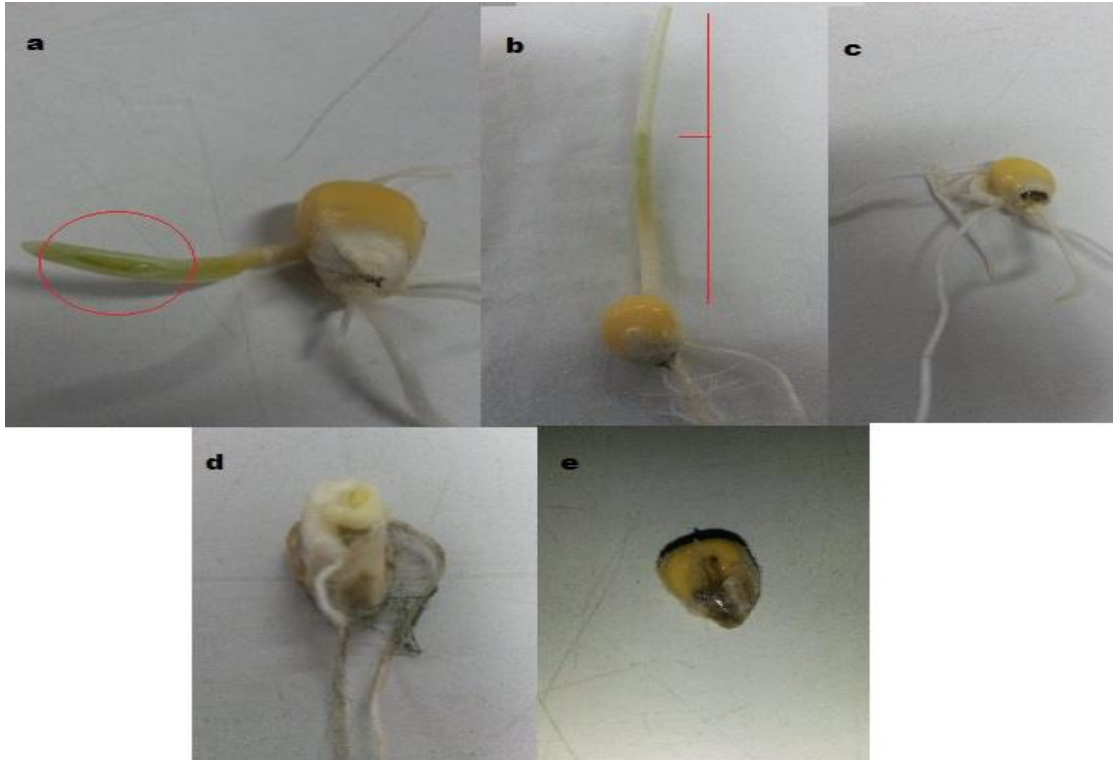
Tabela 4: Valores percentuais médios obtidos pelo teste de germinação em laboratório nas variáveis germinação de plântulas normais (GPN), germinação de plântulas anormais (GPA) e sementes mortas (SM) para as sementes de milho trilhadas manual e mecanicamente. Fortaleza-CE, 2015.

Variável	Tipo de trilha		DMS <sup>1</sup>
	Manual	Mecanizada	
<b>GPN (%)</b>	90,200 a	78,650 b	5,994
<b>GPA (%)</b>	8,00 b	15,300 a	4,376
<b>SM (%)</b>	1,800 b	6,050 a	2,740

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. <sup>1</sup>Diferença mínima significativa (DMS) entre as médias de cada variável para o sistema de trilha.

Foi observado que as sementes submetidas à debulha mecânica, mesmo sendo retiradas da porção “sementes puras”, ou seja, das sementes sem nenhum dano físico aparente, apresentaram defeitos em sua estrutura, como ausência de radícula ou de parte aérea, coleóptilo fendido, plúmula curta, que afetariam negativamente ao longo do desenvolvimento da planta (BRASIL, 2009). Notou-se também que as sementes sofreram ataques de fungos (FIGURA 11), o que reforça o relatado por Marchi et al. (2006), que o surgimento de trincas, mesmo imperceptíveis a olho nu, podem servir como porta de entrada para o ataque de fungos de diversos gêneros, comprometendo a qualidade da semente. Discordando do obtido em pesquisas feitas por Borba (1992), onde umidades menores proporcionaram maiores porcentagens de germinação, o que no presente trabalho, a umidade de colheita não teve nenhuma influência na germinação em laboratório.

Figura 11: Danos observados nas sementes após a germinação: coleóptilo fendido (a); plúmula curta (b); plântula sem parte aérea (c); deformidade na estrutura da plântula e semente morta devido à presença de fungos (d e e, respectivamente)



Fonte: Autor (2015).

#### 4.4 – Teste de germinação em campo

Os teores de água afetaram a germinação, sendo o tratamento semeado com menor teor de água na colheita (T5) o que apresentou maior número de sementes germinadas por repetição, já para os sistemas de trilha, as espigas debulhadas manualmente obtiveram mais sementes germinadas em campo quando comparadas à trilha mecanizada, conforme exibido na tabela 4.

Tabela 5: Valores médios obtidos pelo teste de germinação em campo (GC) nos diferentes sistemas de trilha e teores de água: 30,3 a 26,9% (T1); 26,9 a 23,5% (T2); 23,5 a 20,1% (T3); 20,1 a 16,7% (T4) e 16,7 a 13,3% (T5). Fortaleza-CE, 2015.

Variável	Teores de água					DMS <sup>1</sup>
	T1	T2	T3	T4	T5	
<b>GC</b>	22,75b	23,25 b	24,25 ab	24,25 ab	24,87 a	1,53
	Trilha					
	Manual		Mecanizada			
<b>GC</b>	24,35 a		23,4 b			0,68

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. <sup>1</sup>Diferença mínima significativa (DMS) entre as médias de cada faixa de umidade e sistema de trilha.

Pôde-se perceber que houve diferença entre os testes realizados em laboratório e em campo, sendo observado efeito significativo dos teores de água na germinação em campo. Isso confirma o relatado por Gutormson e Patin (2007), em que os testes de campo são úteis para confirmar a veracidade dos testes de laboratório, onde as sementes tiveram uma boa germinação e pôde-se acompanhar seu comportamento e aspectos físicos pós germinação em campo, o que nos testes realizados em laboratório não foram possíveis ser feitos.

Conforme mostrado na tabela 5, para o teste da velocidade de emergência, as médias não apresentaram diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Isso se explica porque as sementes, por mais que possam vir a ter algum dano, se viáveis, manterão sua capacidade germinativa se todos os fatores externos, incluindo a uniformidade na profundidade de semeadura, forem adequadas. O que evidencia a qualidade das sementes e que influencia em sua emergência, obtendo uma colheita uniforme (KIKUTI et al. 2003).

Tabela 6: Valores médios obtidos pelo teste do índice de velocidade de emergência (IVE), para as sementes de milho colhidas em diferentes faixas de umidade: 30,3 a 26,9% (T1); 26,9 a 23,5% (T2); 23,5 a 20,1% (T3); 20,1 a 16,7% (T4) e 16,7 a 13,3% (T5). Fortaleza-CE, 2015.

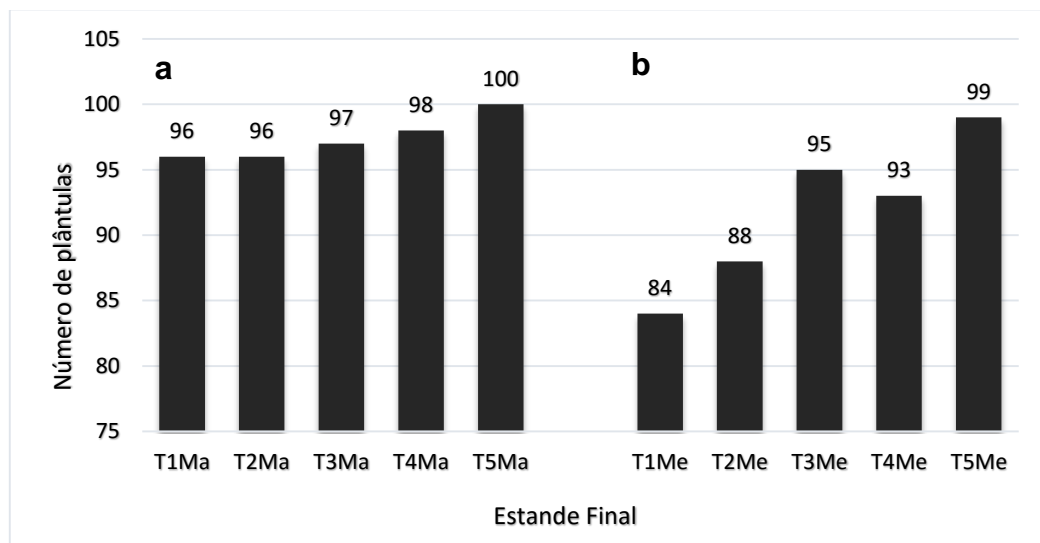
Variável	Faixas de Umidade					DMS <sup>1</sup>
	T1	T2	T3	T4	T5	
<b>IVE</b>	5,790 a	5,794 a	6,131 a	6,212 a	6,172 a	0,480

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. <sup>1</sup>Diferença mínima significativa (DMS) entre as médias de cada faixa de umidade.

#### 4.5 – Estande final

As plântulas foram contadas ao final do teste de velocidade de emergência e, apesar da semelhança entre os índices, a quantidade de plântulas emergidas sem nenhuma anormalidade foi diferente quando comparados os sistemas de trilha (GRÁFICO 3), tendo o método de trilha mecanizada um menor número plântulas emergidas e, das emergidas, eram observados em algumas minorias, defeitos que interferiam no crescimento da plântula (FIGURA 12). Isso foi comprovado por Borba et al. (1994), em que quando realizada a debulha mecânica, podem ocorrer danos mecânicos na semente e conseqüentemente, morte das mesmas ou a emergência de plântulas anormais, resultando em redução na qualidade dos lotes de sementes.

Gráfico 3: Número total do estande final de plântulas emergidas sem nenhuma deformidade em diferentes umidades (T1 a T5) e submetidas à trilha manual (Ma) e mecanizada (Me).



Fonte: Autor (2015).

Não foi observada nenhuma plântula defeituosa nas sementes semeadas que foram submetidas ao sistema de trilha manual. O tratamento em que houveram o menor número de plântulas normais foi o tratamento com faixa de umidade de 30,3 a 26,9%, apresentando sementes que não germinaram e plântulas com anormalidades em sua morfologia, como apresentado na tabela 6, em que as umidade de colheita afetou no estande final, tendo um maior número de plântulas sem nenhuma anormalidade quando colhidas com teores de água de 16,7 a 13,3%. Para o sistema

de trilha, a debulha realizada manualmente proporcionou mais plântulas normais no estande final.

Tabela 7: Valores médios do estande final (EF) de plântulas de milho semeadas com sementes de colhidas em diferentes faixas de umidade: 30,3 a 26,9% (T1); 26,9 a 23,5% (T2); 23,5 a 20,1% (T3); 20,1 a 16,7% (T4) e 16,7 a 13,3% (T5) e trilhadas manual e mecanicamente. Fortaleza-CE, 2015.

Variável	Teores de água					DMS <sup>1</sup>
	T1	T2	T3	T4	T5	
EF	45,00 b	46,00 ab	48,00 ab	47,75 ab	49,75 a	3,76

Variável	Trilha		DMS <sup>1</sup>
	Manual	Mecanizada	
EF	48,70 a	45,9 b	1,61

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. <sup>1</sup>Diferença mínima significativa (DMS) entre as médias de cada faixa de umidade e sistema de trilha.

Figura 12: Plântulas emergidas com alguma anormalidade.



Fonte: Autor (2015).

#### 4.6 – Teste de tetrazólio

Nos resultados do teste de tetrazólio, foi observado que as sementes que foram colhidas com umidades na faixa de 16,7 a 13,3%, obtiveram sementes classificadas com o melhor potencial de germinação, decrescendo esse valor à medida que a umidade de colheita foi maior. Isso pôde ser confirmado quando se observou as notas das sementes que são qualificadas como não germináveis, que tiveram o maior número de sementes com essa classificação quando colhidas com a faixa de umidade de 30,3 a 26,9%, diminuindo esse número de sementes não germináveis à medida que foi se reduzindo o teor de água nas sementes, como exposto na tabela 5. Confirmando o relatado por Araújo (1995), que verificou que a qualidade fisiológica das sementes foi menos prejudicada nas sementes trilhadas com menores graus de umidade.

Tabela 8: Valores obtidos no teste de tetrazólio para as sementes de milho colhidas em diferentes faixas de umidade: 30,3 a 26,9% (T1); 26,9 a 23,5% (T2); 23,5 a 20,1% (T3); 20,1 a 16,7% (T4) e 16,7 a 13,3% (T5) e classificadas como germináveis (TG) e não germináveis (TNG). Fortaleza-CE, 2015.

Variável	Faixas de Umidade					DMS <sup>1</sup>
	T1	T2	T3	T4	T5	
<b>TG</b>	86,50 b	88,75 ab	90,25 ab	93,00 ab	95,50 a	8,78
<b>TNG</b>	13,50 a	11,25 ab	9,75 ab	7,00 ab	4,50 b	8,78

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

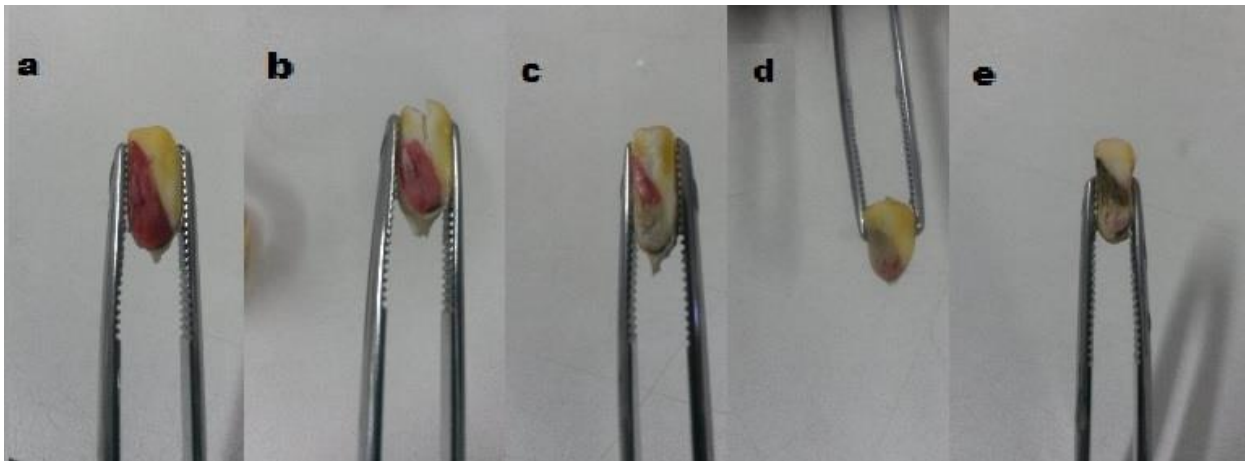
<sup>1</sup>Diferença mínima significativa (DMS) entre as médias de cada faixa de umidade.

Esses dados podem se justificar devido às sementes colhidas com maiores teores de água não estarem fisiologicamente maduras, fazendo que estruturas essenciais para o desenvolvimento de uma nova planta seja afetado, enquanto sementes com menores umidades tiveram suas estruturas reagentes com o sal 2, 3, 5 trifenil cloreto de tetrazólio coloridas totalmente (FIGURA 13), quando comparadas de acordo com a metodologia usada por Delouche et al. (1976). O fator trilha não foi



significativo no teste de tetrazólio, mas pequenos danos nas sementes causados pelo impacto das mesmas na trilhadora podem ter afetado em sua qualidade. Isso estaria relacionado ao maior dano mecânico em sementes trilhadas em maiores umidades, que também influenciou na germinação.

Figura 13: Resultados obtidos no teste de tetrazólio: semente com estruturas totalmente coloridas, germinável (a); semente visivelmente danificada, porém colorida e germinável (b); sementes com estruturas essenciais pouco ou nada coloridas, não germináveis (c,d e e).



Fonte: Autor (2015).

## **5 – CONCLUSÃO**

As umidades de avaliação não alteraram no processo de germinação, contudo, o sistema de trilha mecanizada, que é o mais eficiente para grandes áreas, mostrou problemas de germinação e danos às sementes quando colhidas com maiores teores de água.

As menores umidades das sementes mostraram melhores resultados durante o processo de trilha, sendo as colhidas com 16,7 a 13,3% de umidade as que tiveram sementes mais vigorosas, plântulas normais e menores danos mecânicos na trilhadora.

## 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E.T. de; CORRÊA, P.C.; ALVARENGA, E.M.; MARTINS, J.H. Efeitos de danos mecânicos controlados sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Armazenamento*. Viçosa, v.23, n.2, p.41–51, 1998;

ANDREOLI, C.; ANDRADE, Ramiro Vilela. Integrating matricconditioning with chemical and biological seed treatments to improve vegetable crop stand establishment and yield under tropical conditions. *Seed Technology, Lawrence*, v. 24, n. 1, p. 89-99, 2002;

ANDREWS, C. Mechanical injury on seeds. In: *SHORT COURSE FOR SEEDSMAN*, 1965, Mississippi. *Proceedings...* Mississippi: State University, p.125-130, 1965;

ARAUJO, R.F. Efeito da colheita mecanizada nas perdas quantitativas e qualitativas de sementes de milho (*Zea mays* L.). 103f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1995;

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS - AOSA. Seed vigor testing handbook. [S.l.: s.n.], 1983. 88 p. (Handbook on Seed Testing, 32);

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. *Seeds physiology of development and germination*. 3.ed. New York: Plenum Press, 445p. 1994;

BHERING, M.C.; DIAS, D.C.F.S.; BARROS, D.I.; DIAS, L.S.; TOKUHISA, D. Avaliação do vigor de sementes de melancia (*Citrullus lunatus* Schrad.) pelo teste de envelhecimento acelerado. *Revista Brasileira de Sementes, Pelotas*, v.25, n.2, p.1-6, 2003;

BORBA, C.S., ANDRADE, R.V., AZEVEDO, J.T. OLIVEIRA, A.C. Tecnologia de sementes. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. 1988-1991, 1992. v.5, p. 204-6;

BORBA, C. S., ANDRADE, R. V., AZEVEDO, J. T., OLIVEIRA, A. C. Efeito da debulha mecânica na qualidade de sementes de milho (*Zea mays* L.). *Revista Brasileira de Sementes, Brasília*, v. 16, n. 1, p.68-70 - 1994;

- BORBA, C. S., ANDRADE, R. V., AZEVEDO, J. T., OLIVEIRA, A. C. Qualidade de sementes de milho debulhadas com diferentes teores de umidade e fluxos de alimentação. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 17, n. 1, p 9 – 12, 1995;
- BRASIL, MAPA: MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Regras para análise de sementes. Brasília: DNPV-DISEM. 2009. 399p;
- BRUNINI, O.; ABRAMIDES, P.L.G.; BRUNINI, A.P.C.; CARVALHO, J.P.. Caracterizações macroclimáticas, agrometeorológicas e restrições ambientais para o cultivo de milho em regiões tropicais baixas. *InfoBibos*, Campinas, v.1, n.3, 2006;
- BUNCH, H. D. Relationship between moisture content of seed and mechanical damage in seed conveying. *Seed World*, v. 86, n.3, p. 14-7, 1960.
- BYG, D.M., HALL, G.E. Corn losses and kernel damage in field shelling of corn. *Transactions of the A. S. A. E. St. Joseph, Michigan, U. S. A.* v.11, n.2, p. 164-166, 1968;
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4 ed. 590p. Jaboticabal: FUNEP, 2012;
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v. 2 - Safras 2014/2015, n. 11 - Décimo primeiro levantamento, agosto 2015. Milho total: tabelas 1 e 3. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_08\\_18\\_10\\_30\\_18\\_boletim\\_graos\\_agosto\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_08_18_10_30_18_boletim_graos_agosto_2015.pdf)>. Acesso em: 08 de setembro de 2015;
- COSTA, N.P.; MESQUITA, C.M.; MAURINA, A.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; PEREIRA, J.E.; KRZYZANWSKI, F.C.; HENNING, A.A. Avaliação da qualidade de sementes e grãos de soja provenientes da colheita mecanizada, em diferentes regiões do Brasil. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.22, n.2, p.211-19, 2002.
- DELOUCHE, J.C. Mechanical damage to seed. In: *SHORT COURSE FOR SEEDSMAN*, 1967, Mississipi, Proceedings...Mississipi: State University, p.69-71. 1967;
- DELOUCHE, J.C.; STILL, T.W.; RASPET, M.; LIENHARD, M. O teste de tetrazólio para viabilidade da semente. Brasília: AGIPLAN, 1976. 103p;

DIAS, M.C.L. de L.; BARROS, A.S. do R. Avaliação da qualidade de sementes de milho. Londrina: IAPAR, 1995. 41 p. (IAPAR. Circular, 88);

FERGUSON, J. M. Perspective of seed vigor testing. *Journal Seed Technology*, v.17, p. 101-4, 1993;

FERREIRA, C. Regulador de crescimento e modos de controle de plantas daninhas em híbridos de milho. Ponta Grossa, 78 f., 2012;

FRANCESCHINI, A.S.; MARTINS, J.H.; CORREA, P.C.; FARONI, L.R.D.A.; CECON, P.R. Avaliação da qualidade do milho BR-201 submetido a diferentes condições de secagem. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, v.21, n.1/2, p.13-16, 1996;

GREEN, D. E., CAVANAH, L.E., PINNEL, E.L. Effect of seed moisture content, field weathering and combine cylinder speed on soybean seed quality. *Crop Science*, v.6, n.1, p.7-10, 1966;

GREGG, B.R.; LAW, A.G.; VIRDI, S.S.; BALIS, J.S. Seed processing. Mississippi: Mississippi State University, 1970. p. 328-344;

GUTORMSON, T.J.; PATIN, A. Seed Applied Insecticide (SAI). Laboratory Test and Field Emergence Relationship Study 2007. Mid-West Seed Services, Inc. Brookings, South Dakota State – Disponível em: <<http://www.mwseed.com/Information/News/tabid/107/cmd448/catdsp/cat448/6/>>. Acesso em setembro de 2015;

HALL, G.E.; JOHNSON, W.H. Kernel crackage induced by mechanical shelling. *Transactions of the ASAE*, v.13 n.1, p.51-55, 1970;

HAMPTON, J.G.; COOLBEAR, P. Potential versus actual seed performance - can vigour testing provide an answer? *Seed Science and Technology*, Zürich, v. 18, n. 2, p. 215- 228, 1990;

KANAFOJSKI, Cz; KARWOWSKI, 1972. *Agricultural Machines, Theory and Construction*. Vol. 2 Published by PWRIL, Warszawa Poland. 934p.;

KIKUTI, A.L.P.; VASCONCELOS, R.C.D.; MARINCEK, A.; FONSECA, A.H. Desempenho de sementes de milho em relação à sua posição na espiga. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.27, n.4, p.765-770, 2003;

- LeFORD, D.R.; RUSSEL, W.A. Evaluation of physical grain quality in the BS17 e BS1 (HS) C1 synthetics of maize. *Crop Science*, v.25, p.471-476, 1985;
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. Fisiologia do milho. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 23 p. 2002;
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination- aid in selection in evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v. 2, n.1, p. 176-7, 1962;
- MANTOVANI, B.H.M.; OLIVEIRA A.C.; MANTOVANI, E.C. Avaliação de danos mecânicos em grãos de milho, durante a colheita mecânica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 1978. Botucatu, p.116-155, 1978;
- MARCHI, J.L.; MENTEN, J. O. M.; MORAES, M. H. D.; CICERO, S. M. Relação entre danos mecânicos, tratamento fungicida e incidência de patógenos em sementes de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 5, n. 3, p. 351-358, 2006;
- McDONALD, M. B. The history of seed vigor testing. *Journal of Seed Technology*, v.17, p. 93-100, 1993;
- McDONALD, M.B., SULLIVAN, J., LAWER, M.J. The pathway of water uptake in maize seeds. *Seed Sci. Technol.*, v.22, p.79-90, 1994;
- MOORE, R.P. Effects of mechanical injuries on viability. In: ROBERTS, E.M. (Ed). *Viability of seeds*. London: Chapman and Hall, p.94-113. 1974;
- OLIVEIRA, M.E.C.; ALMEIDA, F. de A.C; OLIVEIRA, F.M.M.; BARROS NETO, J.J.S.; GOUVEIA, J.P.G. de. Danificações em sementes de milho decorrente da debulha e teor de umidade na colheita. *Revista de Biologia e Ciência da Terra, Paraíba*. v.5, n.2, 2005;
- PAIVA, L.E. Danos mecânicos em sementes de milho Ag-122 no beneficiamento, colhidas mecanicamente em espigas e em grãos, e seu comportamento no armazenamento e desempenho em campo. (Tese de Doutorado) Lavras: UFLA, 102p. 1997;
- PAIVA, L.E.; MEDEIROS, S.F.; FRAGA, A.C. Beneficiamento de sementes de milho colhidas mecanicamente em espigas: efeitos sobre danos mecânicos e qualidade fisiológica. *Ciência Agrotécnica*, Lavras, v.24, p.846-856, 2000;

- PERRY, D.A. Handbook of vigor test methods. Zurich: International Seed Testing Association, p.198, 1981;
- PINTO, N.F.J.A. Seleção de fungicidas para o tratamento de sementes de milho (*Zea mays* L.). Summa Phytopathologica. Jaguariuna, v. 24, n.1, p. 22-25, 1998;
- POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. 2.ed. Brasília: [s.n.], 1985. 289p;
- PORTELLA, J.A. Influência do ponto de colheita nas perdas de grãos de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32., 2003, Goiânia. Anais ... Goiânia: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2003;
- PUZZI, D. Abastecimento e armazenamento de grãos. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 603p. 1989;
- REIS, E.M., CASA, R.T. Principais doenças do milho. In: REIS, E.M. , CASA, R.T. Manual de identificação e controle de doenças de milho. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. p. 17- 64;
- RUFFATO, S. Qualidade do milho-pipoca em função das condições de colheita, secagem e período de armazenamento (Dissertação de Mestrado). UFV, Viçosa-MG, 68p. 1998;
- RUFFATO, S.; COUTO, S.M.; QUEIROZ, D.M. Análise de impactos em grãos de milho pelo método de elementos finitos. Revista Brasileira de Armazenamento, Viçosa, v.26, n.1, p.21– 27, 2001;
- SANTOS, J.P.; MANTOVANI, E.C. Perdas de grãos na cultura do milho; pré-colheita, colheita, transporte e armazenamento. Circular Técnica, 24. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1997,40 p.;
- SILVA, A.A.L. Desenvolvimento de um índice para avaliação de danos mecânicos em grãos de milho. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v.5, n.3, p.244–253, 1997;
- SILVA, F. A. S. ASSISTAT - Assistência Estatística - versão 7.7 beta (pt). Programa computacional. Universidade Federal de Campina Grande Campus de Campina Grande-PB - DEAG/CTRN. 2014. Disponível em: <<http://www.assistat.com/>>.
- SILVEIRA, J.F.; VIEIRA, M.G.G.C. Beneficiamento de sementes. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.8, n.9, p.50-56, 1982;

- STEELE, J. L.; SAUL, R. A.; HAKILL, W. V. Deterioration of shelled corn as measured by carbon dioxide production. Transactions of the A.S.A.E, v.12, p. 685-689, 1969;
- TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship of seed vigor to crop yield. Crop Science, Madison, v.31, n.3, p.816-822, 1991;
- USDA, United States Department of Agriculture. World Agricultural Supply and Demand Estimates – WASDE 545. Quinto levantamento USDA, setembro de 2015, disponível em <http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>. Acesso em 29 de setembro de 2015;
- VASCONCELOS, R.C.; VON PINHO, R.G.; REIS, R.P.; LOGATO, E.S. Tecnologias aplicadas na cultura do milho em Lavras – MG na safra 1998/1999. Ciência Agrotécnica, Lavras, v.26, n.1, p.117–127, 2002;
- VILLELA, F.A. Efeitos da secagem intermitente sobre a qualidade de sementes de milho. Piracicaba, 1991. 104p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo;
- WELCH, G.B., DELOUCHE, J.C. Seed processing and storage facilities for tropical areas. St. Joseph: ASAE, 1967. 20p. (ASAE Paper, 62-318).