

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

PRODUÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES
DE LINHAGEM DE MILHO EM FUNÇÃO DE DOSES DE
NITROGÊNIO E UMIDADE NA COLHEITA

Autora: Thâmara de Mendonça Guedes
Orientador: Prof. Dr. Hyrandir Cabral de Melo
Coorientador: Prof. Dr. Luís Sérgio Rodrigues Vale

CERES – GO
Março – 2021

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

PRODUÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES
DE LINHAGEM DE MILHO EM FUNÇÃO DE DOSES DE
NITROGÊNIO E UMIDADE NA COLHEITA

Autora: Thâmara de Mendonça Guedes
Orientador: Prof. Dr. Hyrandir Cabral de Melo
Coorientador: Prof. Dr. Luís Sérgio Rodrigues Vale

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO, ao Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Ceres – Área de concentração Tecnologias de Irrigação.

Ceres - GO
Março – 2021

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

G924p Guedes, Thâmara de Mendonça
Produção e Qualidade Fisiológica de Sementes de
Linhagem de Milho em Função de Doses de Nitrogênio e
Umidade na Colheita / Thâmara de Mendonça Guedes;
orientador Hyrandir Cabral de Melo; co-orientador
Luís Sérgio Rodrigues Vale. -- Ceres, 2021.
91 p.

Dissertação (Mestrado em Irrigação no Cerrado) --
Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2021.

1. zea mays. 2. linhagens. 3. potencial
fisiológico de sementes. 4. adubação nitrogenada. 5.
grau de umidade de sementes. I. Cabral de Melo,
Hyrandir, orient. II. Rodrigues Vale, Luís Sérgio,
co-orient. III. Título.

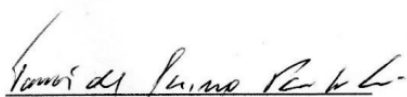
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

PRODUÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES
DE LINHAGEM DE MILHO EM FUNÇÃO DE DOSES DE
NITROGÊNIO E UMIDADE NA COLHEITA

Autora: Thâmara de Mendonça Guedes
Orientador: Prof. Dr. Hyrandir Cabral de Melo
Coorientador: Prof. Dr. Luís Sérgio Rodrigues Vale

TITULAÇÃO: Mestre em Irrigação no Cerrado – Área de Concentração
Tecnologias de Irrigação

APROVADA em 31 de março de 2021.



Prof. Dr. Tomás de Aquino Portes e
Castro
Avaliador externo
Universidade Federal de Goiás



Prof. Dr. Cleiton Mateus Sousa
Avaliador interno
IF Goiano/Campus Ceres



Prof. Dr. Hyrandir Cabral de Melo
Orientador
IF Goiano/Campus Ceres

A Deus, por sempre estar presente em minha vida,

OFEREÇO.

Aos meus pais Elias e Tereza, à minha irmã Jemima e ao meu noivo Cássio, que
sempre estiveram comigo,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por sempre estar comigo nos momentos mais difíceis me fortalecendo a cada dia para que eu pudesse concluir mais essa etapa em minha vida.

Aos meus pais Elias Guedes e Tereza Cristina, pelo apoio, incentivo, amor e carinho durante toda a minha vida. Vocês são meu alicerce!

À minha irmã Jemima Guedes, por todo o apoio, carinho e incentivo em todos os momentos.

Ao meu noivo Cássio Kran, que esteve comigo me ajudando desde a implantação deste trabalho até a fase final, sempre me apoiando, incentivando, estando lado a lado em todos os momentos da minha vida.

Aos meus sogros Valdir e Maria Helena Kran, pela hospitalidade, acolhimento, carinho e incentivo durante essa trajetória.

À minha cunhada Kassielly, pela ajuda de sempre e por todo o apoio.

Aos meus colegas Leandro Cardoso, Wanderson Moreira, Evaldo Santos, Kátia Freitas e Walter Pereira, pela ajuda neste trabalho e pela amizade.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Hyrandir Cabral de Melo, pelos ensinamentos que foram e serão de grande valia para minha carreira profissional.

Ao meu amigo e coorientador, Prof. Dr. Luís Sérgio Rodrigues Vale, por todo o apoio, amizade, ensinamentos, disponibilidade de sempre em me ajudar.

Ao IF Goiano – Campus Ceres e a todo o corpo docente, pela oportunidade de estudo e pelos ensinamentos que vêm desde a graduação, que, com certeza, contribuíram e vêm contribuindo com a profissional que me tornei atualmente.

À empresa Limagrain, pela disponibilização das sementes, e ao Eng. Agr. Eliel Mateus, pelas informações e conhecimentos.

Aos membros da banca, pela disponibilidade e por agregar valor a este trabalho.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente na confecção deste trabalho e na minha carreira profissional.

BIOGRAFIA DA AUTORA

Thâmara de Mendonça Guedes nasceu em Goiânia – GO, em 26 de fevereiro de 1993. É filha de Elias do Nascimento Guedes e Tereza Cristina Monteiro de Mendonça Guedes. Concluiu o ensino médio no Colégio Estadual Jalles Machado em Goianésia no ano de 2010 e em 2011 iniciou o curso de Bacharelado em Agronomia pelo Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, concluído em 2017. Em 2018, iniciou o curso de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado pelo Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, área de concentração em Irrigação, com o trabalho intitulado Produção e Qualidade Fisiológica de Sementes de Linhagem de Milho em Função de Doses de Nitrogênio e Umidade na Colheita, sob orientação do Prof^o Dr. Hyrandir Cabral de Melo.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES	xiii
RESUMO	15
ABSTRACT	17
1. INTRODUÇÃO	19
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
2.1 Aspectos gerais da cultura do milho	22
2.2 Adubação nitrogenada na cultura do milho	23
2.3 Teor de umidade nas sementes de milho.....	28
2.4 Qualidade fisiológica de sementes de milho	29
3. MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1 Caracterização da área experimental.....	32
3.2 Caracterização do solo	33
3.3 Caracterização do experimento	34
3.4 Caracterização da linhagem estudada	35
3.5 Instalação do experimento e tratos culturais	35
3.6 Irrigação	37
3.7 Determinação da umidade das sementes e colheita	39
3.8 Variáveis analisadas em campo	39
3.9 Variáveis analisadas em laboratório.....	41
3.10 Emergência de plântulas em canteiro	44
3.11 Análise estatística	44
4. RESULTADOS	45
4.1 Variáveis analisadas em campo	45

4.1.1	Altura de plantas, diâmetro do colmo de plantas de milho, comprimento das espigas, diâmetro das espigas de milho, altura de inserção da primeira espiga, número de sementes por fileira, número de sementes por espiga, números de fileira.	45
4.2	Variáveis analisadas em laboratório, emergência em canteiro, sem e com o processo de secagem, e produtividade.	48
5.	DISCUSSÃO	63
6.	CONCLUSÕES	73
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
	APÊNDICE	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estádios vegetativos e reprodutivos da planta de milho (EMBRAPA, 2015).	23
Tabela 2. Análise química e física do solo da área experimental. Ceres - GO, 2019.....	34
Tabela 3. Valores de Kc para cultura do milho (ALBUQUERQUE. 2010).....	37
Tabela 4. Análise de variância para altura de plantas de milho e diâmetro do colmo de plantas de milho (DC) em relação aos estágios da linhagem de milho (V10, V14 e R1) às doses de N (50, 110, 170, 230 e 290 kg de N ha ⁻¹ . Ceres, GO. 2019.....	45
Tabela 5. Análise de variância para comprimento das espigas (CESP) e diâmetro do colmo da espiga (DESP) em relação aos graus de umidade da colheita (GUC) (45%, 35%, 25% e 15% de umidade) e às doses de N (50, 110, 170, 230 e 290 kg de N ha ⁻¹ . Ceres, GO. 2019.....	47
Tabela 6. Análise de variância para altura de inserção da primeira espiga (AIPE), número de sementes por fileira (NSF), número de fileira (NF), número de sementes por espiga (NSE), em função das doses de N (50, 110, 170, 230 e 290 kg de N ha ⁻¹). Ceres, GO. 2019.....	47
Tabela 7. Análise de variância para grau de umidade (GU), teste padrão de germinação (TPG), peso de mil sementes (PMS), condutividade elétrica (CE), tetrazólio (TZ), envelhecimento acelerado (EA), sementes infestadas (SI), canteiro de areia (CA), sementes sem secagem e com secagem (13% de umidade). Ceres, GO, 2019.....	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação esquemática da rota de assimilação do nitrogênio nas raízes (B) e folhas (A). (NO ₃ ⁻ : nitrato; NO ₂ ⁻ : nitrito; NH ₄ ⁺ : amônio; GLN: glutamina; GLU: glutamato; RN: redutase do nitrato; RNi: redutase do nitrito; GS: sintetase da glutamina; GOGAT: sintase do glutamato; T: transportador; Ferr: ferredoxina reduzida). Fonte: BREDEMEIER & MUNDSTOCK (2000).	26
Figura 2. Umidade máxima, média e mínima no período de agosto a janeiro de 2020, os dados de umidade relativa do ar, temperatura e pluviosidade foram coletados diariamente no período experimental na estação meteorológica do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres – GO. Fonte: Arquivo Pessoal (2020).	32
Figura 3. Temperatura máxima, média e mínima no período de agosto a janeiro de 2020, os dados de umidade relativa do ar, temperatura e pluviosidade foram coletados diariamente no período experimental na estação meteorológica do Instituto Federal Goiano – Campus. Fonte: Arquivo Pessoal (2020).	33
Figura 4. Preparo da área experimental com aração seguida de gradagem, Fonte: Arquivo Pessoal (2019).	35
Figura 5. Área experimental preparada para a semeadura. Fonte: Arquivo Pessoal (2019).	36
Figura 6. Aberturas de sulcos na área experimental. Fonte: Arquivo Pessoal (2019).	36
Figura 7. Montagem do sistema de irrigação. Fonte: Arquivo Pessoal (2019)...	38
Figura 8. Irrigação por gotejamento na área experimental. Fonte: Arquivo Pessoal (2019).	38
Figura 9. Espigas protegidas com saco Kraft. Fonte: Arquivo Pessoal (2019). .	41
Figura 10. Altura de plantas de milho nos estágios V10, V14 e R1 em relação às doses de N (50, 110, 170, 230 e 290 kg de N ha ⁻¹). Ceres GO, 2019.	46
Figura 11. Altura de inserção da primeira espiga de milho em relação às doses de N (50, 110, 170, 230 e 290 kg de N ha ⁻¹). Ceres GO, 2019.	48
Figura 12. Resultado de TPG em relação aos quatro graus de umidade das colheitas (45, 35, 25, 15% de b.u) e às doses de N (50, 110, 170, 230 e 290 kg ha ⁻¹), sementes sem o processo da secagem. Ceres GO, 2019.	51
Figura 13. Peso de mil sementes em relação aos quatro graus de umidade, sementes sem o processo da secagem. Ceres GO, 2019.	52

Figura 14. Condutividade elétrica em relação aos quatro graus de umidade das colheitas e às doses de N, sementes com bulbo úmido, sem o processo da secagem. Ceres GO, 2019.....	53
Figura 15. Teste de tetrazólio em relação aos quatro graus de umidade das colheitas e às cinco doses de N, sementes com bulbo úmido, sem o processo da secagem. Ceres GO, 2019.....	53
Figura 16. Teste de envelhecimento acelerado em relação aos quatro graus de umidade das colheitas e às cinco doses de N, sementes com bulbo úmido, sem o processo da secagem. Ceres GO, 2019.	54
Figura 17. Canteiro de areia em relação aos quatro graus de umidade das colheitas e às cinco doses de N, sementes com e sem o processo da secagem. Ceres GO, 2019.	55
Figura 18. TPG das sementes de milho com umidade corrigida a 13% em relação às doses de N e aos graus de umidade das colheitas, sementes com bulbo seco, submetidas ao processo da secagem. Ceres GO, 2019.	56
Figura 19. PMS com sementes de umidade corrigida a 13% em relação aos graus de umidade das colheitas, semente submetidas ao processo da secagem. Ceres GO, 2019.	57
Figura 20. CE com sementes de umidade corrigida a 13% em relação às doses de N e aos graus de umidade das colheitas submetidas ao processo da secagem. Ceres GO, 2019.	58
Figura 21. TZ com sementes de umidade corrigida a 13% em relação às doses de N e aos graus de umidade das colheitas submetidas ao processo da secagem. Ceres GO, 2019.	59
Figura 22. EA com sementes de umidade corrigida a 13% em relação às doses de N e aos graus de umidade das colheitas, sementes submetidas ao processo da secagem. Ceres GO, 2019.....	60
Figura 23. CA com sementes de umidade corrigida a 13% em relação às doses de N e aos graus de umidade das colheitas submetidas ao processo da secagem. Ceres GO, 2019.....	61
Figura 24. Produtividade em relação aos graus de umidade das quatro colheitas. Ceres GO, 2019.....	62

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Símbolo /Sigla	Significado	Unidade de Medida
N	Nitrogênio	Cmol _c kg ⁻¹
P	Fósforo	Cmol _c kg ⁻¹
K	Potássio	Cmol _c kg ⁻¹
Na ⁺	Sódio	Cmol _c kg ⁻¹
Ca ⁺²	Cálcio	Cmol _c kg ⁻¹
Mg ⁺²	Magnésio	Cmol _c kg ⁻¹
Al	Alumínio	Cmol _c kg ⁻¹
H	Hidrogênio	-
V	Saturação de bases	%
CO ₂	Dióxido de Carbono	-
MO	Matéria Orgânica	%
pH	Potencial Hidrogeniônico	-
NH ₄ ⁺	Amônio	-
NO ₃ ⁻	Nitrato	-
NH ₃	Amônia	-
cm ²	Centímetro ao Quadrado	-
Cmol _c kg ⁻¹	Centimol Carga por Quilograma	-
KCl	Cloreto de Potássio	-
P ₂ O ₅	Pentóxido de Fósforo	-
K ₂ O	Óxido de Potássio	-
g	Grama	g
CV	Coefficiente de Variação	-
GL	Grau de liberdade	-
ns	Não Significativo	-
*	Significativo a 5%	-
kg	Quilograma	Km
L	Litros	L
cm	Centímetros	cm
m	Metro	m
m ²	Metros ao Quadrado	m ²

mm	Milímetros	mm
mm ²	Milímetros ao Quadrado	mm ²
km	Quilômetro	Km
%	Porcentagem	%
R\$	Unidade em Reais	R\$
°C	Graus Célsius	°C
AP	Altura de Plantas	m
AIPE	Altura de Inserção da Primeira Espiga	m
DC	Diâmetro do Colmo	mm
CE	Comprimento da Espiga	cm
DE	Diâmetro da Espiga	mm
NSF	Número de Sementes por Fileira	unidade
NSE	Número de Sementes por Espiga	unidade
NF	Número de fileiras	unidade
PROD	Produtividade	Kg ha ⁻¹
GU	Grau de Umidade	%
TPG	Teste Padrão de Germinação	%
PMS	Peso de Mil Sementes	g
CE	Condutividade Elétrica	μS cm ⁻¹
TZ	Tetrazólio	%
EA	Envelhecimento Acelerado	%
SI	Sementes Infestadas	%
CA	Canteiro de Areia	%
TNS	Teor de Nitrogênio nas Sementes	%
NR	Nitrato Redutase	-
GS	Glutamina Sintetase	-
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	-
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento	-

RESUMO

GUEDES, THÂMARA DE MENDONÇA. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres – GO, Brasil, março de 2021. **Produção e qualidade fisiológica de sementes de linhagem de milho em função de doses de nitrogênio e umidade na colheita.** Orientador: Dr. Hyrandir Cabral De Melo. Coorientador: Dr. Luís Sérgio Rodrigues Vale.

A produção de milho desempenha papel de suma importância no desenvolvimento econômico de muitos países, havendo necessidade de híbridos de excelência no mercado para se chegar a este parâmetro. Para obtenção de híbridos, um estudo inicial feito em linhagens de milho é primordial. Na seleção das linhagens, são observados parâmetros como produtividade, precocidade, resistência a pragas e doenças, adaptabilidade, nutrição e qualidade de sementes. Para aumentar a produtividade do milho, alguns autores afirmam ser necessária uma adubação nitrogenada adequada, tendo em vista que o nitrogênio (N) é o macronutriente mais requerido pela cultura. Este nutriente desempenha várias funções metabólicas nas sementes, contribuindo para sua formação e para sua reserva nutricional. Diante disto, este trabalho teve como objetivo avaliar a produção e a qualidade de sementes de linhagem de milho irrigado em função de doses de nitrogênio e graus de umidade na colheita. O experimento foi conduzido no período de agosto (2019) a janeiro (2020) na área experimental do IF Goiano - Campus Ceres e no Laboratório de Análise de Sementes. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em arranjo fatorial 5x4, em parcelas subdivididas, com 20 tratamentos, sendo cinco doses de nitrogênio (50, 110, 170, 230 e 290 kg ha⁻¹) e colheita com quatro graus de umidade (15, 25, 35 e 45%). Foi utilizada uma linhagem de milho da empresa Limagrain para este estudo. As variáveis analisadas em campo foram altura de plantas, altura da inserção da primeira espiga, diâmetro do colmo, comprimento das espigas, diâmetro das espigas, número de sementes por fileira, número de fileiras, número de sementes por espiga e produtividade. As variáveis analisadas em laboratório foram grau de umidade, teste padrão de germinação, peso de mil sementes, condutividade elétrica, teste de tetrazólio, teste de envelhecimento acelerado, sementes infestadas e teor de nitrogênio nas sementes. A linhagem estudada tolera baixa disponibilidade de nitrogênio, tendo alta eficiência no seu uso. A linhagem responde positivamente ao aumento de nitrogênio quanto ao percentual de germinação, com melhores resultados acima de 170 kg N ha⁻¹. A linhagem tem alta capacidade de

acúmulo de biomassa nas cariopses mesmo com baixo teor de umidade. Sementes colhidas com 25% de umidade apresentaram resultados satisfatórios de germinação e vigor. Recomenda-se aplicar a dose 170 kg ha^{-1} de nitrogênio parcelada em quatro vezes para adubação em cobertura da linhagem de milho estudada neste trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays*, linhagens, potencial fisiológico de sementes, adubação nitrogenada, grau de umidade de sementes

ABSTRACT

GUEDES, THÂMARA DE MENDONÇA. Instituto Federal Goiano (Goiano Federal Institute), Ceres Campus, Goiás State (GO), Brazil, March 2021. **Production and physiological quality of corn lineage seeds as a function of nitrogen doses and moisture at harvest time.** Advisor: Prof. Dr. Melo, Hyrandir Cabral de. Co-advisor: Prof. Dr. Vale, Luís Sérgio Rodrigues.

Corn production plays an especially important role in the economic development of many countries, so, there is a need for hybrids of excellence in the market to reach this parameter. An initial study on maize lines is essential to obtain hybrids. Parameters such as productivity, precocity, pest resistance, plant diseases, adaptability, plant nutrition, and seed quality are considered to select strains. Some authors state that adequate nitrogen fertilization is needed to increase the corn economic productivity, considering that nitrogen (N) is the most required macronutrient by the crop. This nutrient performs diverse metabolic functions in seeds, contributing to their formation and nutritional reserve. Therefore, this paper aimed to evaluate the production and quality of irrigated corn lineage seeds under nitrogen doses and moisture levels at harvest time. The experiment was carried out from August 2019 to January 2020 in the experimental area of the Goiano Federal Institute, Ceres Campus, Goiás State (GO), Brazil, and in its Seed Analysis Laboratory. The experimental design was in randomized block, 5 x 4 factorial arrangement, split plots, twenty treatments with five nitrogen rates (50, 110, 170, 230, and 290 Kg ha⁻¹), and harvest took place with four moisture degrees (15%, 25%, 35%, and 45%). A maize line from the Limagrain company was used for this study. Plant height, insertion height of the first ear, stem diameter, ear length, ear diameter, number of seeds per row, number of rows, number of seeds per ear, and yield were the variables analyzed in field. Moisture content, standard germination test, weight of a thousand seeds, electrical conductivity, tetrazolium test, accelerated aging test, infested seeds, and nitrogen content in seeds were the variables analyzed in the laboratory. The studied strain tolerates low nitrogen availability and has high efficiency in its use. The strain responds positively to the nitrogen increase in relation to germination percentage with better results above 170 Kg of N ha⁻¹. The strain has high capacity to accumulate biomass in caryopsis even with low moisture content. Seeds harvested with 25% moisture showed satisfactory results for germination and vigor. It is recommended to apply 170 Kg de N ha⁻¹ nitrogen dose split in four times for topdressing the corn lineage studied in this paper.

Keywords: *Zea mays*. Nitrogen fertilization. Seed moisture degree. Seed physiological potential. Strains

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) está entre os principais cereais cultivados em todo o mundo, fornecendo produtos utilizados para a alimentação humana, animal e matérias-primas para a indústria, principalmente em função da quantidade e qualidade das reservas acumuladas nos grãos (Alves et al., 2015).

A produção de milho desempenha papel de suma importância no desenvolvimento socioeconômico de muitos países pela diversificação de suas utilizações, como produtos alimentares e importante fonte de etanol (Greaves & Wang, 2017).

Na safra de 2018/2019, a produção foi de 98,5 milhões de toneladas (CONAB, 2019a). O estado de Goiás é o quarto maior produtor de milho do Brasil, participando com quase 10% de toda produção nacional, tendo a produção de milho na safra de 2018/2019 sido de 9,9 milhões de toneladas (CONAB, 2019b).

Segundo França Neto et al. (2010), o estabelecimento inicial de uma lavoura depende essencialmente do potencial fisiológico das sementes utilizadas. Sementes de alta qualidade resultam em plântulas fortes, bem vigorosas, desenvolvidas e que se estabelecem nas diferentes condições edafoclimáticas.

Qualquer programa de melhoramento só será bem-sucedido no desenvolvimento de novas cultivares se for eficiente na seleção dos genitores a serem utilizados nos cruzamentos, que resultem em híbridos com fenótipos de interesse agrônomico (Rodrigues et al., 2009).

Na seleção das linhagens, são observados parâmetros como produtividade, precocidade, resistência a pragas e doenças, adaptabilidade, nutrição, tolerância a fatores abióticos, como, por exemplo, déficit hídrico e altas temperaturas, consistindo em uma das etapas mais importantes e dispendiosas do programa de híbridos (Sawazaki et al., 2000).

A obtenção de sementes de alta qualidade depende de diversos fatores, incluindo características da espécie, condições ambientais, época de colheita, método de secagem e práticas de armazenamento (Brooker et al., 1992).

De acordo com Alves et al. (2001), há preocupação em se determinar a melhor época de colheita de sementes de milho, danificando-as o menos possível, evitando, assim, perdas. Normalmente, a colheita das sementes de milho pode ser feita com teores de água entre 27% e 35% (Ahrens et al., 1998), sendo necessário, portanto, fazer

a secagem deste produto até o grau de umidade adequado para um armazenamento seguro que não comprometa a qualidade e o vigor fisiológico das sementes.

Nas sementes, as reservas de macro e micronutrientes são necessárias para o início do desenvolvimento das plântulas, sendo o nitrogênio (N) o nutriente mais requerido e mais capaz de limitar a produção da cultura do milho (Zucarelli et al., 2012; Pereira et al., 2015).

A qualidade fisiológica de sementes de linhagens de milho deve ser levada em consideração no melhoramento genético, devendo ser fornecidos ao programa híbridos com rápido estabelecimento inicial e germinação uniforme (Prazeres & Coelho, 2016).

De acordo com Souza et al. (2011), para aumentar a produtividade do milho, é necessário manejar a adubação nitrogenada de modo que a quantidade de N fornecida pelo solo seja capaz de reduzir gastos desnecessários com o fertilizante, buscando alta produtividade.

A eficiência no uso de N permite às plantas atingir altas produtividades com maior sustentabilidade (Ahlgren et al., 2008). Do Vale et al. (2012), avaliaram linhagens e híbridos de milho em estágio de V6 e concluíram que, independentemente da disponibilidade de N, a eficiência na absorção de N foi mais importante para a eficiência no seu uso.

Para que um campo de sementes fique bem estabelecido, a disponibilidade de água é fator de suma importância, sendo caracterizada como uma prática agrícola que tem por objetivo suprir as necessidades hídricas das culturas no decorrer do seu ciclo (Sentelhas et al., 2001; Gomes, 2019).

Segundo Museck e Duser (1980) e Eck (1986), o milho necessita de água em todo o seu ciclo. A prática da irrigação é um fator crítico para a produção e pode ser justificada pela necessidade de melhorar os índices produtivos nas culturas (Cunha et al., 2013).

Levando em consideração o estudo de linhagens de milho, saber se ela responde a épocas secas, se necessita de irrigação, quanto e quando irrigar é primordial para obter características ideais, como, por exemplo, um bom enchimento das sementes, havendo, porém, necessidade de mais estudos na área de irrigação em linhagens de milho.

Segundo Borges (2003), a produtividade da cultura do milho em condições irrigadas pode ser superior a 30 a 40% em relação à área do cultivo de sequeiro.

O estudo de avaliação nutricional para a cultura do milho é mais específico em híbridos, entretanto há necessidade de maior entendimento sobre o comportamento das linhagens dessa cultura para melhores respostas ao manejo nutricional.

Diante disto, este trabalho teve como objetivo avaliar a produção e a qualidade de sementes de linhagem de milho irrigado em função de doses de nitrogênio e graus de umidade na colheita.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos gerais da cultura do milho

Pertencente à família Poaceae, o milho (*Zea mays* L.) é um dos principais e mais tradicionais cereais cultivados em todo o Brasil. A semente é do tipo cariopse, característico das gramíneas, o sistema radicular é do tipo fasciculado, podendo atingir mais de um metro de profundidade (Duarte, 2018). É uma planta de alta qualidade nutritiva, sendo cultivada há muitos séculos nas Américas (Santos & Prado, 2002; Oliveira et al., 2013a).

O milho é utilizado na alimentação humana e animal, além de ser matéria-prima para fabricação de diversos outros produtos, inclusive nas indústrias de alta tecnologia, como as farmacêuticas, na produção de papéis, adesivos, filmes e embalagens biodegradáveis (Cancellier et al., 2011).

Aumentos na produtividade de milho com a adubação nitrogenada têm sido reportados em diversos trabalhos realizados no Brasil (Silva et al., 2011). Na China, Zhu & Chen (2002), ressaltaram a importância do uso de fertilizantes nitrogenados na produção de alimentos ao obterem correlação positiva entre o aumento de N aplicado e as produtividades alcançadas no país em 50 anos.

O emprego de linhagens em programas de melhoramento de milho está associado à busca de vigor híbrido, ou heterose, fenômeno que proporciona grande produtividade em híbridos provenientes do cruzamento de parentais que exibem alta divergência entre si (Paterniani et al., 2008). Silva et al. (2015), avaliando 12 genótipos de milho com e sem adubação nitrogenada, observaram que, aplicando 150 kg de N ha⁻¹, alcançaram resultados positivos para altura de plantas e produtividade.

O milho tem genótipos com ciclo vegetativo variando entre superprecoce, precoce e tardio (Fancelli & Dourado Neto, 2000). O sistema de identificação da cultura divide o desenvolvimento da planta em estágio vegetativo (V) e reprodutivo (R) (Tabela 1) (EMBRAPA, 2015).

Tabela 1. Estádios vegetativos e reprodutivos da planta de milho (EMBRAPA, 2015).

VEGETATIVO	REPRODUTIVO
VE - emergência	R1 - embonecamento
V1 - 1ª folha desenvolvida	R2 - bolha d'água
V2 - 2ª folha desenvolvida	R3 - leitoso
V3 - 3ª folha desenvolvida	R4 - pastoso
V4 - 4ª folha desenvolvida	R5 - formação de dente
Vn - n ^o folha desenvolvida	R6 - maturidade fisiológica
VT - pendoamento	

Durante a fase vegetativa, cada estágio é definido de acordo com a formação visível do colar na inserção da bainha da folha com o colmo. Sendo assim, a primeira folha de cima para baixo, com o colar visível, é considerada completamente desenvolvida, sendo, portanto, contada (EMBRAPA, 2015).

2.2 Adubação nitrogenada na cultura do milho

Para Sá (1994), os nutrientes apresentam papel relevante durante as fases de formação, desenvolvimento e maturação das sementes, principalmente na constituição das membranas e no acúmulo de lipídios, carboidratos e proteínas.

O nitrogênio serve como constituinte de muitos componentes celulares vegetais, incluindo clorofila, aminoácidos e ácidos nucleicos. Por isso, a deficiência ou o excesso de nitrogênio interfere no crescimento vegetal (Taiz et al., 2017; Pereira et al., 2019). Sua deficiência pode causar clorose generalizada das folhas mais velhas e diminuição no crescimento da planta (Caione et al., 2016). Silva et al. (2015), trabalhando com 12 genótipos de milho e aplicação da dose de 150 kg de N ha⁻¹, obtiveram resultados satisfatórios em relação à clorofila foliar.

O nitrogênio é o nutriente mais requerido pela cultura do milho, contribuindo com o aumento da produção. Quando adicionado em quantidades ideais juntamente com a irrigação, promove aumento de produção (O'Neill et al., 2004). No entanto, a disponibilização desse nutriente deve ser feita de maneira criteriosa, pois sua deficiência ou o seu excesso pode acarretar problemas de ordem química, visual, citológica, metabólica, conseqüentemente, comprometendo a frutificação e a produção de sementes (Malavolta, 1976).

O estudo de adubação nitrogenada em linhagens é essencial pelo fato de o N estar diretamente ligado à produção de proteínas, tendo em vista que, para multiplicação, sementes com acúmulo de proteínas favorecerão a germinação e, conseqüentemente, acarretarão alto vigor dessas sementes e produtividade desejada.

Gondim et al. (2006), trabalhando com 120 kg de N ha⁻¹, observaram alta qualidade fisiológica de sementes em quatorze variedades de milho estudadas, ou seja, essa quantidade de N foi satisfatória para obter sementes de qualidade, considerando ser esse atributo de suma importância para sua boa comercialização.

O manejo inadequado da cultura, em particular a fertilização com nitrogênio, é a principal razão para a diferença de produtividade (Cadore et al., 2016; Puntel et al., 2019).

Para obter a máxima eficiência do fertilizante nitrogenado, é importante determinar as épocas em que esse nutriente é mais exigido pelas plantas, permitindo, assim, corrigir as deficiências que possam ocorrer no desenvolvimento da cultura (Mar et al., 2003). A absorção de N pelas plantas de milho ocorre em todo seu ciclo vegetativo, sendo pequena no primeiro mês, aumentando consideravelmente a partir daí, atingindo taxa superior a 4,5 kg ha⁻¹ de N por dia durante todo o florescimento (Cruz et al., 1996). As respostas da cultura do milho à adubação nitrogenada estão diretamente relacionadas aos genótipos avaliados e às condições ambientais locais (Gazola et al., 2014).

Oliveira et al. (2013b) observaram que, com alto nível de nitrogênio, sua absorção é eficiente para discriminar genótipos de milho eficientes no uso desse elemento, e com baixo uso de nitrogênio, a seleção na atividade da enzima glutamina sintetase possibilita a seleção indireta de genótipos de milho eficientes no uso de nitrogênio. A eficiência no uso de N permite que as plantas atinjam altas produtividades com maior sustentabilidade (Ahlgren et al., 2008).

Segundo Sangoi et al. (2011), o nitrogênio tem importância no metabolismo da planta, participando de várias rotas metabólicas de importância às plantas.

De acordo com Barbosa (2017), o nitrogênio (N) é absorvido pelas plantas na forma de ânion nitrato (NO₃⁻), mas também pode ser absorvido na forma de cátion amônio (NH₄⁺). A forma nítrica é rapidamente absorvida, mas também é lixiviada com a água. Já a forma amoniacal, por ter cargas positivas, é perdida em menores proporções por ser adsorvida pelas partículas do solo, nas quais predominam cargas negativas.

Entre os caracteres fisiológicos associados com a eficiência no uso de N em milho, destaca-se a atividade das enzimas nitrato redutase (NR) e da glutamina sintetase (GS), que podem ser usadas na seleção de cultivares mais eficiência no uso de N (Hirel et al., 2007). O milho prefere os adubos nitrogenados hidrossolúveis, sendo que nos estádios iniciais de desenvolvimento, ele tende a aproveitar melhor o íon amônio (NH_4^+), e nos estádios finais, o nitrato (NO_3^-) (Duete et al., 2009).

Independentemente da forma como é aplicado, o nitrogênio precisa ser transformado no solo para as formas iônicas NO_3^- e NH_4^+ para as plantas poderem absorvê-lo. A passagem de nitrato e amônio através da membrana plasmática das células da epiderme e do córtex das raízes ocorre em desfavor de um gradiente eletroquímico em movimento simporte, com o custo de dois (H^+) se for NO_3^- , sendo estes prótons obtidos do processo de fotossíntese na fase fotoquímica pela fotólise da molécula de água; se for NH_4^+ , a passagem para o interior celular ocorre via uniporte (Purcino et al., 2000).

Devido a seu dinamismo no sistema solo: planta: atmosfera, o NH_4^+ poderá tomar vários rumos, como, por exemplo, ser absorvido pelas plantas, imobilizado por microrganismos, convertido a NO_3^- por meio da nitrificação ou adsorvido pelas cargas negativas dos colóides do solo ou ser transformado em NH_3 (amônia). As perdas de N variam de 25 a 30% do volume aplicado, podendo chegar a 70%, dependendo das condições de solo e do clima (Cantarrella et al., 2008)

A Figura 1 mostra uma representação esquemática da rota de assimilação do nitrogênio nas raízes e folhas de plantas proposta por Bredemeier & Mundstock (2000).

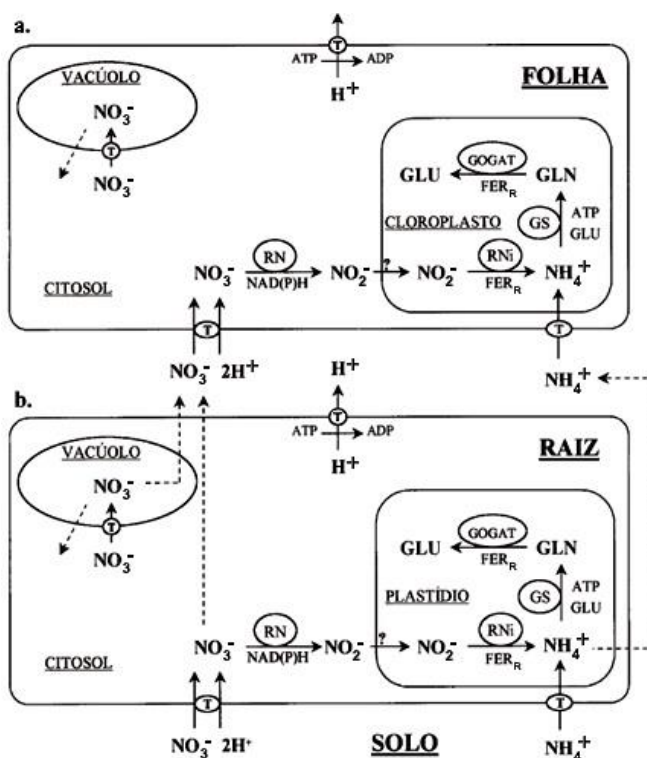


Figura 1. Representação esquemática da rota de assimilação do nitrogênio nas raízes (B) e folhas (A). (NO_3^- : nitrato; NO_2^- : nitrito; NH_4^+ : amônio; GLN: glutamina; GLU: glutamato; RN: redutase do nitrato; RNi: redutase do nitrito; GS: sintetase da glutamina; GOGAT: sintase do glutamato; T: transportador; Ferr: ferredoxina reduzida). Fonte: BREDEMEIER & MUNDSTOCK (2000).

As transformações e as perdas de nitrogênio ocorrem no solo por processos de mineralização e imobilização, nitrificação e desnitrificação, lixiviação e volatilização (Bono et al., 2008). Para aumentar a eficiência da adubação nitrogenada, é importante levar em conta estes fatores, levando em consideração o conhecimento sobre o histórico da área a ser trabalhada, ou seja, dependendo da cultura antecessora ao milho, podem ser mais bem definidos as doses, fontes e o parcelamento do N aplicado.

A ureia é o fertilizante nitrogenado mais utilizado na agricultura mundial. Ele é produzido pela reação do CO_2 com a amônia anidra. O alto consumo da ureia é decorrente de sua maior concentração de N (44 - 46 %) na forma amídica, do baixo custo relativo, da alta solubilidade em água, da baixa corrosividade, da compatibilidade com um grande número de outros fertilizantes e defensivos e pela boa assimilação dos produtos de sua hidrólise (Cantarella et al., 2008).

Os adubos nitrogenados utilizados na agricultura têm três formas básicas: amida, amônio e nitrato. Amida é a ureia, cuja fórmula química é $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, produzida sinteticamente. A amida tem, aproximadamente, 45% de N, sendo atualmente a fonte de nitrogênio mais utilizada na agricultura.

Quando feita adubação com ureia, a planta não absorve esse adubo, sendo necessário transformá-lo em NH_4^+ (amônio) ou NO_3^- (nitrato). Depois de aplicada a ureia no solo, ela é ligeiramente hidrolisada pela ação da urease, formando NH_4^+ , segundo a reação simplificada $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NH}_4^+ + \text{CO}_3^{2-} + \text{OH}^-$. Nesta reação, nota-se que, além da formação de NH_4^+ , há liberação de OH^- , o que eleva o pH em torno do grânulo aplicado de ureia (Vieira, 2017).

A ureia tem como vantagem alta concentração de nitrogênio, fácil manuseio, menor custo por quilo de nitrogênio, causando menor acidificação em comparação com as demais fontes, porém apresenta elevadas perdas de nitrogênio por volatilização (Primavesi et al., 2004).

Barros (2019), estudando duas linhagens de milho, com adubação nitrogenada utilizando como fonte ureia, mostrou que as necessidades nutricionais das duas linhagens apresentaram tendência linear crescente para os nutrientes estudados, porém a maior demanda exigida ocorreu nos estádios reprodutivos R1, R2 e R5.

Estudos de avaliação nutricional para a cultura do milho são mais específicos para híbridos, havendo, porém, necessidade de maior entendimento sobre o comportamento das linhagens dessa cultura para uma melhor adequação do manejo nutricional.

Para dar continuidade à condução de trabalhos com linhagens de milho, torna-se necessário fazer um manejo nutricional adequado, de forma a poder observar o desenvolvimento da planta.

2.3 Teor de umidade nas sementes de milho

Usualmente, os padrões utilizados para determinar a época de colheita de sementes de milho são os teores de água e o máximo acúmulo de matéria seca (Nascimento, 2013). Há preocupação em se determinar a melhor época de colheita das sementes de milho, danificando-as o menos possível, evitando perdas desnecessárias. Vários trabalhos com maturação de sementes de diversas espécies apontam o ponto de máximo de conteúdo de matéria seca como sendo o melhor e mais seguro indicativo de que as sementes tenham atingido a maturidade fisiológica (Dias, 2001). Esse ponto máximo de matéria seca está relacionado ao teor de água das sementes em torno de 35%, o que, posteriormente, exige a secagem artificial das espigas.

A colheita pode ser iniciada partir da maturação fisiológica até a umidade de 13%, e o produtor deve levar em conta a necessidade e a disponibilidade de secagem, o risco de deterioração acelerada das sementes e o gasto de energia na secagem (EMBRAPA, 2015).

Quando se estudam linhagens, o processo de secagem é importante, uma vez que essas sementes serão usadas para reprodução, então buscam-se sementes em ótimas condições de sanidade, sem deterioração, como, por exemplo, danos causados pelo processo de secagem, ataques de insetos, entre outros problemas.

Para produção de sementes de qualidade, é essencial que a colheita seja feita o mais próximo possível da maturidade fisiológica (Schuh et al., 2013). Antigamente se trabalhava com colheita a granel, mas na atualidade a colheita está sendo em espigas, em razão de esse tipo de manejo permitir que o material seja retirado do campo mais cedo, liberando a área para o próximo cultivo, assim o material fica menos tempo exposto a condições adversas, como, por exemplo, ataque de patógenos, chuvas, tendo em vista que o excesso de umidade nas sementes de milho pode acarretar sementes avariadas, inviáveis para comercialização. Em contrapartida, deixar as sementes secar a campo pode trazer economia em relação à secagem artificial.

Quando se trabalha com linhagem, a colheita é feita em espigas em razão da finalidade dos estudos dos materiais para geração de novos híbridos, sendo esse tipo de colheita o mais indicado porque, como se deseja estudá-lo, o ideal é que as sementes não sofram danos e possam ser usadas para multiplicação mais à frente.

Segundo Brooker et al. (1992), o conteúdo de água inicial e final das sementes é o principal parâmetro que pode estar associado à perda de qualidade das sementes durante o processo de secagem. Entre os diversos fatores que podem afetar a qualidade

das sementes, estão as condições de secagem, temperatura, volume e pressão estática do ar de secagem, taxa de secagem, umidade relativa e método de secagem (Schuh et al., 2013).

Schuh et al. (2013), estudando seis linhagens de milho com secagem artificial, com temperatura de secagem de 43°C, mostraram que esta temperatura acarreta perdas fisiológicas qualitativas.

2.4 Qualidade fisiológica de sementes de milho

A qualidade fisiológica das sementes pode ser averiguada usando os testes de vigor e de germinação. Os testes de vigor são empregados em programas internos de controle de qualidade pelas empresas sementeiras. Entretanto, há necessidade da escolha de métodos eficientes que possibilitem a obtenção de respostas rápidas para a tomada de decisões relacionadas ao manuseio, comercialização dos lotes ou até mesmo ao descarte dessas sementes.

O mercado brasileiro de sementes dispõe de muitas variedades de milho que atendem a produtores de todos os níveis técnicos. A produção de sementes de alta qualidade fisiológica requer estudos sobre o manejo antes da implantação e após a maturidade (Nascimento, 2013).

De acordo com o mesmo autor, pureza genética, germinação uniforme, vigor, pureza física e qualidade sanitária são atributos principais que a semente deve ter para alcançar uma boa comercialização, e isto irá depender de fatores como características da espécie, variedade, condições do ambiente durante o desenvolvimento, manejo correto de preparo de solo, tratos culturais, época e procedimento de colheita, método de secagem e práticas de armazenamento.

Na produção do milho, a semente pode representar até 19% do custo total (EMBRAPA, 2013). A colheita é uma etapa importante na produção de sementes e influencia significativamente na sua qualidade. Por isso, deve ser feita no momento adequado e seguir recomendações técnicas para reduzir ao máximo as possíveis perdas qualitativas e quantitativas (Faria, 2003).

Na tecnologia das sementes, germinação é definida como a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião que darão origem a uma plântula normal ou até mesmo anormal sob condições ambientais favoráveis (Brasil, 2009).

Para avaliar a máxima germinação da semente, faz-se o teste de germinação, obrigatoriamente em laboratório, o qual tem sido mais amplamente utilizado para avaliar a qualidade de sementes, em conjunto com outros testes. No programa de melhoramento genético, estudando linhagens para sua multiplicação para gerar novos híbridos, o teste de germinação é imprescindível para que se possa chegar aos melhores resultados.

Segundo Grzybowski et al. (2015), o uso de testes de vigor, associado ao de germinação, vem sendo utilizado rotineiramente pelas empresas produtoras de sementes dentro do controle interno de qualidade, a fim de estimar o potencial de desempenho em campo, tanto em condições favoráveis como adversas.

O teste de condutividade elétrica tem sido considerado por pesquisadores como um bom indicador da emergência de plântulas em campo (Carvalho et al., 2009). Este teste é um bom indicador do vigor de sementes, é um teste rápido por estar relacionado com eventos iniciais da sequência de deterioração das sementes como a degradação das membranas celulares e a redução das atividades respiratórias e biossintéticas (Delouche & Baskin, 1973).

O teste de tetrazólio é um teste de vigor e um ótimo fornecedor de informações sobre a viabilidade das sementes, além de ser um teste rápido, sendo ainda fator fundamental em programas de controle de qualidade (França Neto & Krzyzanoski, 2009).

Para as sementes de milho, os resultados do teste de tetrazólio normalmente correspondem às porcentagens de plântulas normais obtidas em teste de germinação, sendo realizado em condições altamente favoráveis, como, por exemplo, temperatura ideal, luminosidade, disponibilidade hídrica e uso do substrato ideal, incluindo o tratamento fungicida (Dias & Barros, 1999).

A realização do teste de canteiro em areia ou até mesmo em solo é importante para ter mais informações de como as sementes oriundas de linhagens ou até mesmo híbridos de milho irão se comportar no campo de sementes propriamente dito. Este teste fornece condições ideais para as sementes, como, por exemplo, disponibilidade hídrica, profundidade e espaçamento recomendados para a cultura.

Leite Junior et al. (2020), avaliando sementes de milho em teste de canteiro em condições de déficit hídrico e com o solo na capacidade de campo, obtiveram resultados promissores de emergência no tratamento em que havia água disponível para as

sementes, reforçando que a água é essencial para o bom desenvolvimento inicial das plântulas.

Entre os vários testes utilizados para avaliar o vigor das sementes, tem-se o teste de envelhecimento acelerado, um dos mais utilizados no Brasil e no mundo, particularmente para sementes de milho e soja (Hampton & Tekrony, 1995; Marcos Filho, 1999). Este teste tem como base o fato de que a taxa de deterioração das sementes é aumentada consideravelmente pela sua exposição a níveis muito altos de temperatura e umidade relativa (Marcos Filho, 1999). Nessas condições, as sementes de menor qualidade fisiológica deterioram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, sendo este teste feito após o período de envelhecimento acelerado das sementes (Torres & Marcos Filho, 2001).

Venâncio et al. (2012), estudando o envelhecimento acelerado em sementes de milho, observaram que o vigor das sementes foi afetado pelo aumento da temperatura e do tempo de permanência na câmara de envelhecimento.

Em função dos fatos relatados, realizar testes de qualidade de sementes em linhagens de milho é primordial para um programa de melhoramento genético, tendo em vista que as linhagens com melhores características fisiológicas serão utilizadas para formação de novos híbridos que serão disponibilizados no mercado.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O presente trabalho foi conduzido em campo, na área experimental do IF Goiano - Campus Ceres e no Laboratório de Análise de Sementes (LAS), localizados na Rodovia GO 154, Km 03, Zona Rural, Ceres, GO. O município está localizado na região do Centro Goiano, nas coordenadas geográficas 15°21'01,56" S de latitude e 49°35'53,87" O de longitude e 566 m de altitude.

O clima da região é classificado como Aw, segundo Koppen, com temperatura média anual de 26,3 °C e precipitação média de 1.800 mm, sendo considerado tropical, caracterizado como quente e úmido, com duas estações definidas, uma chuvosa e outra seca coincidente com o inverno, variando de quatro a seis meses. Os dados de umidade relativa do ar (Figura 2), temperatura (Figura 3) e pluviosidade foram coletados diariamente no período experimental na estação meteorológica do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres.

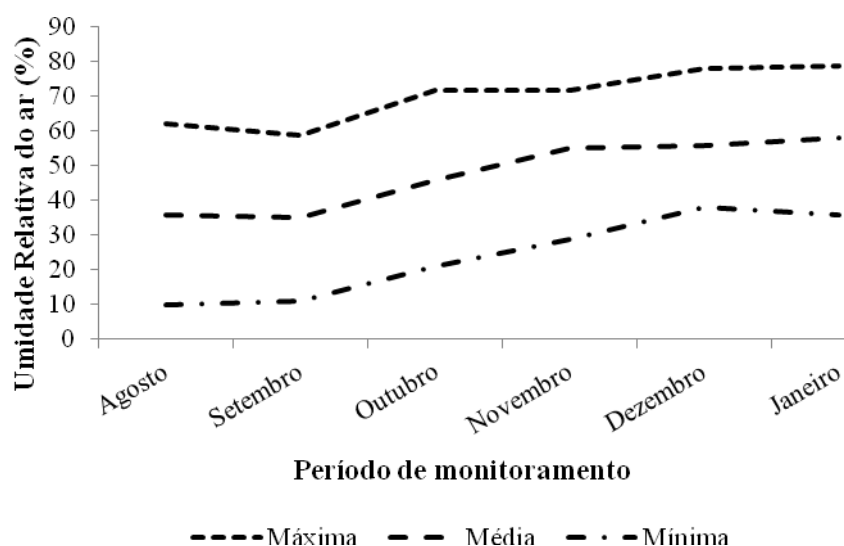


Figura 2. Umidade máxima, média e mínima no período de agosto a janeiro de 2020, os dados de umidade relativa do ar, temperatura e pluviosidade foram coletados diariamente no período experimental na estação meteorológica do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres – GO. Fonte: Arquivo Pessoal (2020).

Como é visto na Figura 2, a umidade relativa do ar máxima variou de 79% a 59% e a mínima de 11% a 38%. Para o bom desenvolvimento da cultura, é indicado que na época de floração a umidade relativa do ar esteja acima de 66% (Galvão, 2015). A umidade para o período foi a ideal para a cultura do milho.

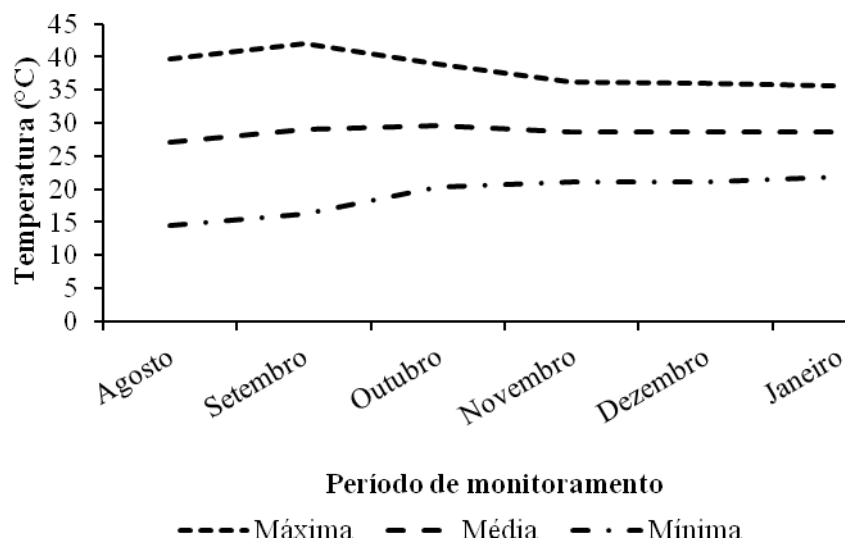


Figura 3. Temperatura máxima, média e mínima no período de agosto a janeiro de 2020, os dados de umidade relativa do ar, temperatura e pluviosidade foram coletados diariamente no período experimental na estação meteorológica do Instituto Federal Goiano – Campus. Fonte: Arquivo Pessoal (2020).

A Figura 3 mostra que a temperatura máxima na época da realização do experimento foi de 42°C, enquanto a mínima foi de 16,2°C. A temperatura ideal para o desenvolvimento da cultura do milho, da emergência à floração, está compreendida entre 24°C e 30 °C (Cruz et al., 2010). Então, a temperatura para o período da realização do presente trabalho foi ideal para a cultura do milho.

3.2 Caracterização do solo

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho, de relevo plano. Foi feita a análise das características químicas e físicas do solo da área experimental, Tabela 2, no Laboratório de Solos do IF Goiano – Campus Ceres-GO. A metodologia de coleta das amostras do solo em campo foi feita de acordo com a descrita por Arruda et al. (2014).

Tabela 2. Análise química e física do solo da área experimental. Ceres - GO, 2019.

Areia	Silte	Argila	pH	M.O	Ca	Mg	Al	H + Al	K	T	K	P	V	m
---gKg---			em H ₂ O	--gdm ³ --				--cmol _c dm ³ --			--m _g dm ³ --		--%--	
336	77	586	6.2	17.4	3.0	1.6	0.0	1.3	0.4	6.3	166.7	15.8	79.5	0.0

3.3 Caracterização do experimento

O delineamento experimental em campo para avaliação da qualidade de sementes em função das doses e graus de umidade na colheita foi em blocos casualizados (DBC), em arranjo fatorial 5x4, em parcelas subdivididas, com 20 tratamentos, sendo cinco doses de nitrogênio (50, 110, 170, 230 e 290 kg ha⁻¹) e colheita com quatro graus de umidade (15, 25, 35 e 45% de umidade). Foram feitas quatro repetições para cada tratamento.

Para determinar o crescimento da planta, foi utilizado o teste de médias (Tukey), com arranjo fatorial 5x3, com 15 tratamentos, sendo cinco doses de nitrogênio (50, 110, 170, 230 e 290 Kg ha⁻¹) e três períodos diferentes de avaliação (estágios V10, V14 e R1). Para as variáveis altura de inserção de inserção da primeira espiga e avaliação das espigas, foi utilizado teste de médias com caracterização de experimento simples.

As dimensões do experimento foram de 17m de largura e de 39m de comprimento, totalizando uma área de 663m². Para a medida do comprimento, na separação entre e um bloco outro, o espaçamento foi de um metro. As dimensões das parcelas foram de sete metros de comprimento e espaçamento de 0,70 m, com seis linhas cada. Foram 252 plantas por parcela e 42 plantas por linha de cada parcela. Foram distribuídas seis sementes por metro linear, equivalente a uma população de 85.714,3 plantas ha⁻¹.

3.4 Caracterização da linhagem estudada

As sementes utilizadas no experimento foram doadas pela empresa Limagrain S/A, tendo sido utilizada a linhagem PGAG10051L, considerada uma linhagem genética fêmea de milho, de ciclo tardio, tendo atributos de boa produtividade, com tipo de grão semidentado, coloração amarelo alaranjada, tendo a tecnologia VIP3. Esta tecnologia é ativa contra uma grande variedade de espécies de lepidópteros (Escudero et al., 2014). No presente trabalho, a linhagem estudada apresentou a característica de ciclo tardio, totalizando 147 dias. A época de semeadura recomendada para a linhagem é o mês de fevereiro.

3.5 Instalação do experimento e tratos culturais

O preparo da área (Figuras 4 e 5) e a implantação do experimento foram feitos nos dias 22 e 23/08/2019, respectivamente. A adubação de base foi feita no dia 24/08/2019 e a semeadura, no dia 25/08/2019.



Figura 4. Preparo da área experimental com aração seguida de gradagem, Fonte: Arquivo Pessoal (2019).



Figura 5. Área experimental preparada para a sementeira. Fonte: Arquivo Pessoal (2019).

Os sulcos para a sementeira foram abertos com enxada e a sementeira feita manualmente (Figura 6). O desbaste de plantas foi feito no estágio V2.



Figura 6. Aberturas de sulcos na área experimental. Fonte: Arquivo Pessoal (2019).

A adubação de base foi feita de acordo com a análise de solo e com os parâmetros das Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Goiás - 5ª Aproximação (1988). Foi utilizada a fórmula 4-30-10 nas doses de 20 kg ha⁻¹ de N, 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O para o plantio.

A adubação com P₂O₅ foi feita na sementeira. Para a adubação de cobertura, foram aplicados 90 kg ha⁻¹ de K₂O, parcelados em quatro vezes, nas fases V2, V4, V6 e V8. As cinco doses de N (50, 110, 170, 230 e 290 kg ha⁻¹) foram aplicadas em cobertura e parcelada nos estádios V2, V4, V6 e V8, e a fonte utilizada foi a ureia.

Todas as adubações foram feitas manualmente, com clima fresco, sem sol, com o solo úmido e incorporadas ao solo.

O manejo de plantas invasoras foi feito com uma única aplicação do herbicida Roundup®, seguindo as recomendações da cultura. A aplicação foi necessária somente uma única vez, quando as plantas de milho estavam em seu estágio V6.

O manejo de pragas foi feito duas vezes, quando as plantas estavam em seu estágio V4 e V8. Foi aplicado o inseticida Dermacor® para o controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e da lagarta rosca (*Agrotis ipsilon*).

Foi utilizado o fungicida Score Flexi® para o controle da mancha-de-phaeosphaeria (*Phaeosphaeria maydis*), em uma única aplicação, no estágio V12, seguindo as recomendações para a cultura.

3.6 Irrigação

A montagem do sistema de irrigação por gotejamento foi feita no dia 23/08/2019 (Figura 7). O método de irrigação utilizado foi o localizado por gotejamento (Figura 8). Para o dimensionamento de irrigação do experimento, foram utilizados 960 m de mangueira gotejadora, com espaçamento de gotejadores de 20 cm e vazão de gotejador de 1,5 L h⁻¹. O turno de rega foi de três dias e a lâmina foi determinada pela evaporação do tanque Classe A, onde foi calculada 100% da evapotranspiração da cultura (ET_c). O coeficiente de cultura (k_c) utilizado foi o preconizado por Albuquerque (2010) (Tabela 3).

Tabela 3. Valores de Kc para cultura do milho (Albuquerque, 2010).

Fases	I	II	III	IV
Duração das Fases em Dias	23	29	37	11
Kc	0,30-0,50	0,80-0,85	1,05-1,20	0,80-0,95



Figura 7. Montagem do sistema de irrigação. Fonte: Arquivo Pessoal (2019).



Figura 8. Irrigação por gotejamento na área experimental. Fonte: Arquivo Pessoal (2019).

3.7 Determinação da umidade das sementes e colheita

O monitoramento das umidades das sementes começou no estágio R5. A umidade das sementes passou a ser monitorada diariamente. Colheram-se quatro espigas em pontos distintos das parcelas de cada tratamento, as quais foram despalhadas e debulhadas manualmente no Laboratório de Análises de Sementes do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres. A metodologia utilizada para a determinação da umidade foi de acordo com Brasil (2009). Foram feitas quatro colheitas de espigas de milho com quatro graus de umidade diferentes (15, 25, 35 e 45% b.u). As sementes foram submetidas aos testes laboratoriais com umidade alta e com umidade baixa. Foi feita a secagem natural, em temperatura ambiente a 25°C até chegar à umidade de 13%. A debulha foi feita manualmente.

3.8 Variáveis analisadas em campo

As variáveis analisadas em campo foram altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga, diâmetro do colmo, comprimento das espigas, diâmetro das espigas, número de sementes por fileira, número de fileira, número sementes por espiga e produtividade.

A altura de plantas de milho foi medida nos estádios V10, V14 e R1, utilizando uma trena. A altura foi medida nos estádios V10 e V14 a partir da superfície do solo até a inserção da folha bandeira no colmo das plantas na base do pendão, na fase R1. Foram avaliadas cinco plantas ao acaso de cada parcela experimental. Todas as avaliações nos estádios foram feitas nas mesmas plantas de milho, as quais foram identificadas com fitas.

A altura de inserção da primeira espiga foi determinada pela medição com uma trena desde o nível do solo até o ponto de inserção da primeira espiga na fase R.

O diâmetro do colmo foi medido com um paquímetro digital nos estágios V10, V14 e R1 (Dias, 2016), em cinco plantas da área útil de cada parcela, sempre nas mesmas plantas em que foi medida a altura.

O comprimento das espigas foi feito com uma régua graduada em cinco espigas na área útil de cada parcela e de cada tratamento.

A medida do diâmetro das espigas de milho sem as palhas foi feita com um paquímetro digital na parte mediana de cinco espigas na área útil de cada parcela, de cada tratamento.

O número de sementes por fileira das espigas de milho foi feito com a contagem de cinco espigas por parcela da área útil.

O número de fileiras das espigas de milho foi feito pela simples contagem de cinco espigas de cada parcela de cada tratamento.

O número de sementes por espiga de milho foi feito com a amostra de cinco espigas e feita a multiplicação do número de sementes por fileira pelo número de fileiras da espiga.

A produtividade de milho foi feita nas quatro colheitas, tendo sido selecionadas cinco espigas colhidas ao acaso de cada parcela de cada tratamento. As espigas foram debulhadas manualmente e as sementes pesadas. Com os dados da massa de sementes, foi feita extrapolação para kg ha^{-1} e corrigida sua umidade para 13% b.u.

Para a proteção das espigas em campo, foram utilizados sacos kraft em todas as parcelas de todos os tratamentos para impedir o ataque de pragas e pássaros (Figura 12).



Figura 9. Espigas protegidas com saco Kraft. Fonte: Arquivo Pessoal (2019).

3.9 Variáveis analisadas em laboratório

Foram escolhidas cinco espigas ao acaso de cada parcela de cada tratamento para os testes laboratoriais, tendo a umidade das sementes sido corrigida para 13%.

As variáveis analisadas em laboratório foram grau de umidade, teste padrão de germinação, peso de mil sementes, condutividade elétrica, teste de tetrazólio, teste de envelhecimento acelerado, sementes infestadas e teor de nitrogênio nas sementes.

Para o teste de grau de umidade (GU), foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes para cada tratamento. As amostras foram pesadas em balança de precisão 0,001g e, posteriormente, levadas à estufa com 105°C por 24 horas (Brasil, 2009). Após, as sementes foram colocadas em um dessecador e pesadas. O grau de umidade foi obtido pela fórmula:

$$\% \text{ de umidade (GU)} = \frac{100 (P-p)}{P - t}$$

Em que:

P = peso inicial, peso do recipiente mais o peso da semente úmida

p = peso final, peso do recipiente mais o peso da semente seca

t = tara, peso do recipiente

O teste padrão de germinação (TPG) foi feito com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, em rolo de papel germitest umedecido com água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel, posteriormente, colocadas em germinador de câmara a 25°C. A contagem da germinação foi feita no 7º dia. As plântulas foram identificadas como plântulas normais, anormais e sementes mortas. (Brasil, 2009). Foram consideradas plântulas normais aquelas que tinham todas as suas estruturas bem desenvolvidas, completas e saudáveis. As plântulas que não mostraram seu potencial de continuar seu desenvolvimento apresentando deformações e danificações em suas estruturas foram consideradas anormais. No final do teste, as sementes que se apresentaram amolecidas e não apresentaram nenhum sinal de germinação foram consideradas mortas.

O peso de mil sementes (PMS) foi calculado pela pesagem de oito repetições de 100 sementes de cada tratamento (Brasil, 2009). Foi utilizada uma balança de precisão com quatro casas decimais.

Para o teste de condutividade elétrica (CE) de sementes de milho, foram utilizadas quatro subamostras de 25 sementes por tratamento. As sementes foram pesadas em balança de precisão (0,0001g) e colocadas em recipientes plásticos com 75 mL de água destilada. Foi utilizada uma testemunha (padrão) contendo somente 75 mL de água destilada. As amostras foram submetidas em germinador tipo *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) à temperatura de 25 °C por 24 horas, após, foi feita a leitura em um condutivímetro de bancada (Marcos Filho et al., 1987). Para obtenção dos resultados foram utilizadas as fórmulas:

$$X - Y = Z (\mu\text{S cm}^{-1})$$

$$\text{Condutividade elétrica} = \frac{Z}{M}$$

Em que:

X = leitura das amostras

Y = leitura da amostra padrão

Z = resultado expresso em $\mu\text{S cm}^{-1}$

M = massa das sementes

Os resultados finais foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$.

Para o teste de tetrazólio (TZ) em sementes de milho, foram feitas duas repetições de cada parcela de cada tratamento com 50 sementes cada. Foi feito um pré-umedecimento durante 16 horas a 25°C em BOD. Depois de retiradas do pré-umedecimento, as sementes foram cortadas com corte de bissecção longitudinal, mediano, através do embrião e endosperma, tendo sido utilizada uma lâmina para tal procedimento. Após o corte, as sementes foram submersas em sal de tetrazólio a uma concentração de 0,1% por 4 horas em temperatura de 35°C em BOD. (Brasil, 2009).

Para a obtenção dos resultados, as sementes foram identificadas como viáveis e inviáveis em função da coloração do seu embrião. Foram consideradas sementes viáveis aquelas coloridas completamente e como inviáveis aquelas não coloridas ou com coloração não bem definida e com danificação no embrião.

Para o teste de envelhecimento acelerado (EA), as sementes de milho foram colocadas em caixas tipo gerbox com tela, de forma tal que pudesse ter a quantidade suficiente para conter 200 sementes.

No interior das caixas gerbox, foram colocadas 40 mL de água destilada e, após, as amostras foram colocadas em BOD a 45°C por um período de 72 horas (Dutra, 2004). Posteriormente, as sementes foram submetidas ao teste padrão de germinação, avaliando as plântulas em normais, anormais e sementes mortas (Brasil, 2009). Os padrões de determinação de plântulas normais, anormais e sementes mortas foram os mesmos usados no teste padrão de germinação.

O teste de sementes infestadas foi feito com duas repetições de 100 sementes de cada parcela dos tratamentos, foram utilizados para a homogeneização cinco espigas

de cada tratamento. Posteriormente, foram examinadas individualmente as 100 sementes das duas repetições, observando se havia ou não orifícios de saída de insetos. As sementes infestadas foram separadas e contabilizadas. Para obtenção dos resultados, expressos em porcentagem, foi feita a média das sementes danificadas por insetos das duas repetições (Brasil, 2009).

O teor de nitrogênio nas sementes de milho foi aferido no Laboratório de Análises Agropecuárias Solo e Companhia, em Goiânia, GO. As sementes utilizadas para o teste foram oriundas da última colheita quando estavam com 15% de umidade. Foram feitas três repetições de cada tratamento com 200g cada. Foi utilizado o método de Kjeldhal (1883), que se baseia na digestão em ácido sulfúrico em presença de catalisadores, seguido de alcalinização e destilação por arraste a vapor para captura da amônia em solução de ácido bórico e determinação do amônio por titulação. Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

3.10 Emergência de plântulas em canteiro

A avaliação da emergência de plântulas de milho foi feita em canteiros, utilizando o substrato areia com quatro repetições de 50 sementes de cada tratamento. As plântulas foram contadas como normais aos sete dias após a semeadura (Bono et al., 2008).

3.11 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade e quando houve significância foi aplicada a análise de regressão utilizando o programa estatístico SISVAR versão 2011. Os gráficos foram elaborados no SigmaPlot v. 12.5, SYSTAT SOFTWARE versão 2013.

4. RESULTADOS

4.1 Variáveis analisadas em campo

4.1.1 Altura de plantas, diâmetro do colmo de plantas de milho, comprimento das espigas, diâmetro das espigas de milho, altura de inserção da primeira espiga, número de sementes por fileira, número de sementes por espiga, números de fileira.

A Tabela 4 mostra os resultados da análise de variância para as variáveis altura de plantas (AP) e diâmetro do colmo das plantas (DC). Como pode ser observado, houve significância a 5% de probabilidade para os estádios e doses de N, ou seja, as doses de N influenciaram na altura de plantas.

Tabela 4. Análise de variância para altura de plantas de milho e diâmetro do colmo de plantas de milho (DC) em relação aos estádios da linhagem de milho (V10, V14 e R1) e às doses de N (50, 110, 170, 230 e 290 kg de N ha⁻¹). Ceres, GO. 2019.

FV	GL	AP	DC
Bloco	3	0,0 ^{ns}	0,0**
Estádio	2	3,46**	0,50**
Resíduo 1	6	0,0	0,0
Doses de N	4	0,20**	0,0 ^{ns}
Int Dose N x Estádio	8	0,01**	0,0 ^{ns}
Resíduo 2	36	0,0	0,0
CV %		2,01	1,64
CV %		2,87	1,81

QM: quadrado médio; GL: grau de liberdade; CV: coeficiente de variação; ^{ns} não significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade; ** significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se na Figura 10 resposta positiva aos tratamentos, visto que, com aumento das doses de N, houve também aumento na altura das plantas de milho. O tratamento 4 (230 kg de N ha⁻¹) mostrou maior altura de plantas nos estádios V14 e R1. A dose máxima de N do tratamento 5 (290 kg de N ha⁻¹) mostrou resultado de altura inferior ao tratamento 4 (230 kg de N ha⁻¹) nos estádios V14 e R1. Os resultados do diâmetro do colmo mostraram maior diâmetro no estádio R1 das plantas da linhagem de milho.

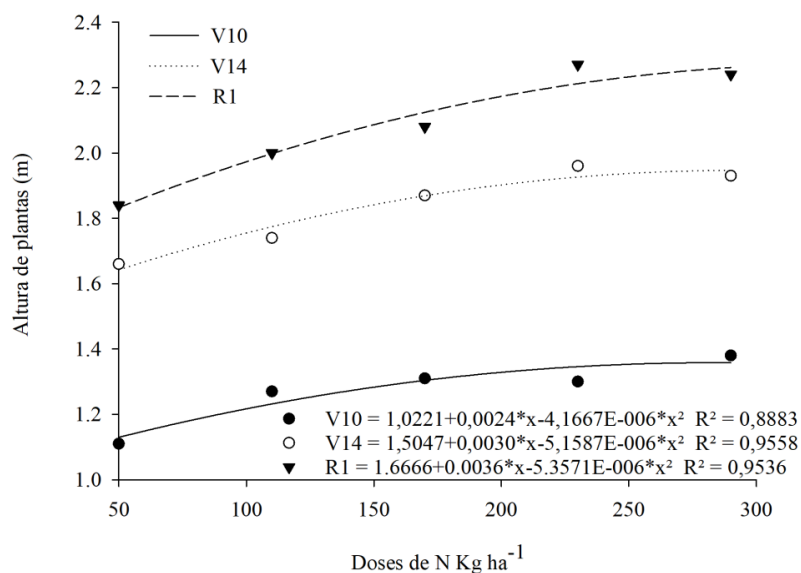


Figura 10. Altura de plantas de milho nos estágios V10, V14 e R1 em relação às doses de N (50, 110, 170, 230 e 290 kg de N ha⁻¹). Ceres GO, 2019.

A Tabela 5 mostra os resultados da análise de variância das variáveis comprimento das espigas de milho (CESP) e diâmetro das espigas de milho (DESP). Como pode ser observado, houve interação das variáveis tanto para graus de umidade da colheita quanto para doses de N. A dose de 50 kg de N ha⁻¹ apresentou maior comprimento em comparação com as outras doses estudadas neste trabalho, a dose de 290 kg de N ha⁻¹ apresentou comprimento menor. Na variável diâmetro das espigas, quando foram colhidas com 45% de umidade, elas apresentaram diâmetro maior, provavelmente em razão de as espigas deverem ter maior quantidade de água presentes, pois, conforme foram diminuindo os graus de umidade, o diâmetro foi diminuindo.

Tabela 5. Análise de variância para o comprimento das espigas (CESP) e diâmetro do colmo da espiga (DESP), em relação aos graus de umidade da colheita (GUC) (45%, 35%, 25% e 15% de umidade) e às doses de N (50, 110, 170, 230 e 290 kg de N ha⁻¹). Ceres, GO. 2019.

FV	GL	CESP	DESP
Bloco	3	0,07 ^{ns}	0,68 ^{ns}
GUC	3	0,77**	5,22**
Resíduo 1	9	0,12	0,19
Doses de N	4	6,06**	55,15**
Int DN x C	12	0,39 ^{ns}	1,91**
Resíduo 2	48	0,28	0,32
CV %		1,85	1,16
CV %		2,82	1,5

QM: quadrado médio; GL: grau de liberdade; CV: coeficiente de variação; ^{ns} não significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade; ** significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade.

A Tabela 6 mostra os resultados das análises de variância para as variáveis altura de inserção da primeira espiga, número de sementes por fileira, número de fileira e número de sementes por espiga. Como pode ser observado na Tabela 6, NSF, NSE e NF não obtiveram significância para as doses de N estudadas neste trabalho, ou seja, as doses de N não interferiram no número de sementes por fileira, espiga e no número de fileiras. Apenas para altura de inserção da primeira espiga, houve interação significativa em relação às doses de N.

Tabela 6. Análise de variância para altura de inserção da primeira espiga (AIPE), número de sementes por fileira (NSF), número de fileira (NF), número de sementes por espiga (NSE), em função das doses de N (50, 110, 170, 230 e 290 kg de N ha⁻¹). Ceres, GO. 2019.

FV	GL	AIPE	NSF	NF	NSE
Bloco	3	0,0 ^{ns}	0,98 ^{ns}	0,17 ^{ns}	151,65 ^{ns}
Doses de N	4	0,0**	0,25 ^{ns}	0,13 ^{ns}	58,55 ^{ns}
Resíduo	12	0,00	1,31	0,17	292,15
CV%		0,59	3,86	3,74	4,82

QM: quadrado médio; GL: grau de liberdade; CV: coeficiente de variação; ^{ns} não significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade; ** significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade.

A Figura 11 mostra que o tratamento 4 (230 kg de N ha⁻¹) proporcionou maior altura de inserção da primeira espiga, com média de 1,35 m.

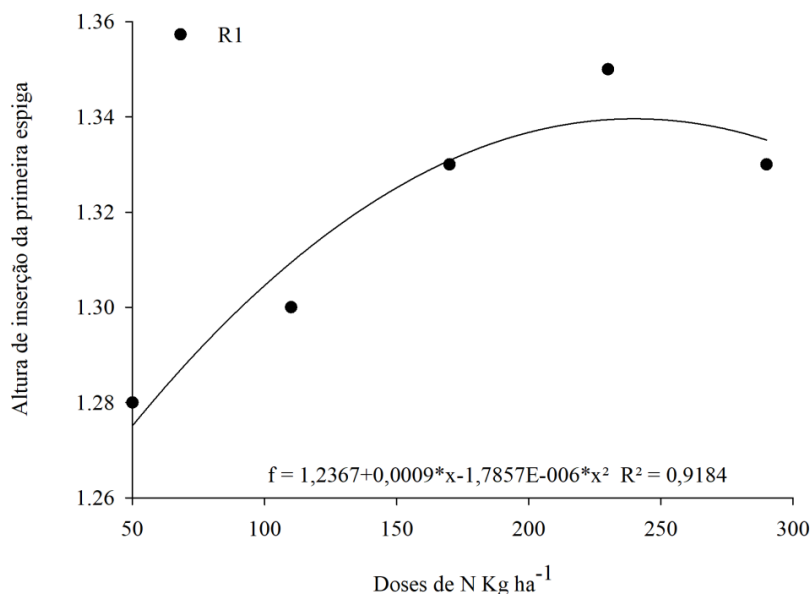


Figura 11. Altura de inserção da primeira espiga de milho em relação às doses de N (50, 110, 170, 230 e 290 kg de N ha⁻¹). Ceres GO, 2019.

4.2 Variáveis analisadas em laboratório, emergência em canteiro, sem e com o processo de secagem, e produtividade.

A Tabela 7 mostra a análise de variância das variáveis grau de umidade (GU), teste padrão de germinação (TPG), peso de mil sementes (PMS), condutividade elétrica (CE), tetrazólio (TZ), envelhecimento acelerado (EA), sementes infestadas (SI), canteiro em areia (CA) e produtividade (PROD), parâmetros avaliados com as sementes sem o processo de secagem e com o processo de secagem (sementes a 13% de umidade). A produtividade das sementes foi calculada somente quando atingiram 13% de umidade.

Analisando as variáveis que não passaram pelo processo de secagem, pode-se observar que as variáveis GU, PMS e SI apresentaram significância para o fator grau de umidade de colheita, já para o TPG, CE, TZ, EA e CA, houve interação entre as doses de N e colheita.

A Figura 12 mostra o resultado do TPG em relação às doses de N e aos graus de umidade das colheitas. As sementes em todas as doses de N estudadas apresentaram melhores resultados de germinação quando colhidas com grau de umidade de 25%.

Tabela 7. Análise de variância para grau de umidade (GU), teste padrão de germinação (TPG), peso de mil sementes (PMS), condutividade elétrica (CE), tetrazólio (TZ), envelhecimento acelerado (EA), sementes infestadas (SI), canteiro de areia (CA), sementes sem secagem e com secagem (13% de umidade). Ceres, GO, 2019.

ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AS VARIÁVEIS SEM O PROCESSO DE SECAGEM										
FV	GL	GU	TPG	PMS	CE	TZ	EA	SI	CA	
Bloco	3	0,02 ^{ns}	33,83 ^{ns}	591,61 ^{ns}	13,40 ^{ns}	2,07 ^{ns}	45,53 ^{ns}	1,68 ^{ns}	45,54 ^{ns}	
GUC	3	3286,21**	23354,76**	49094,59**	10624,58**	13866,61**	22332,23**	490,05**	24598,64**	
Resíduo 1	9	0,11	38,4	287,53	6,4	2,75	20,58	1,68	28,95	
Doses de N	4	0,05 ^{ns}	145,91**	202,40 ^{ns}	65,60**	19,51**	99,01**	0,26 ^{ns}	203,31**	
Int. DN x GUC	12	0,15 ^{ns}	209,19**	228,06 ^{ns}	84,19**	15,14**	149,67**	0,26 ^{ns}	166,64**	
Resíduo 2	48	0,17	20,42	223,70	4,28	2,87	19,81	0,23	25,64	
CV%		1,13	11,38	5,04	6,1	2,16	8,72	52,42	9,33	
CV%		1,4	8,3	4,45	4,99	2,2	8,55	19,6	8,78	
ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AS VARIÁVEIS COM O PROCESSO DE SECAGEM (13% umidade)										
FV	GL	GU	TPG	PMS	CE	TZ	EA	SI	CA	PROD
Bloco	3	0,81 ^{ns}	1,68 ^{ns}	63,79 ^{ns}	3,60**	2,40 ^{ns}	1,83 ^{ns}	0,10 ^{ns}	1,93 ^{ns}	1184981,67**
GUC	3	0,03 ^{ns}	10898,98**	247,51	3085,42**	14470,50**	12297,30**	696,20**	11142,30**	40114369,11**
Resíduo 1	9	0,19	7,72	42,66	0,69	1,67	2,2	0,1	1,34	127346
Doses de N	4	0,35 ^{ns}	27,71**	19,03 ^{ns}	3,40 ^{ns}	14,05**	65,42**	1,04 ^{ns}	19,17**	411572,41 ^{ns}
Int. DN x GUC	12	0,16 ^{ns}	19,16**	61,55 ^{ns}	4,78**	13,37**	37,42**	1,04**	14,43**	320347,22 ^{ns}
Resíduo 2	48	0,17	4,71	33,39	1,86	2,49	1,85	0,48	2,41	182810,48
CV%		3,27	3,7	2,39	1,04	1,69	1,98	10,72	1,52	7,74
CV%		3,14	2,89	2,12	1,7	2,05	1,82	23,69	1,96	9,28

QM: quadrado médio; GL: grau de liberdade; CV: coeficiente de variação; ^{ns} não significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade; ** significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade.

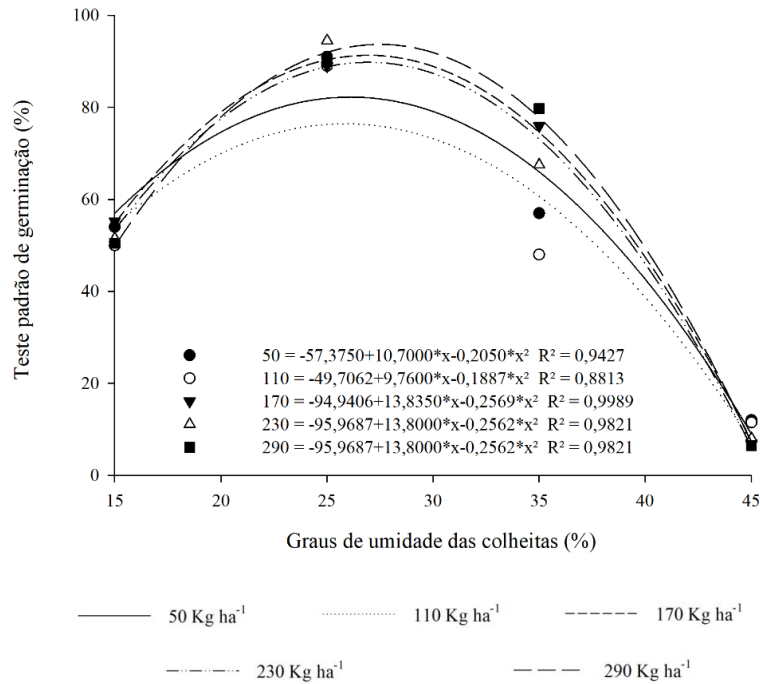


Figura 12. Resultado de TPG em relação aos quatro graus de umidade das colheitas (45, 35, 25, 15% de b.u) e às doses de N (50, 110, 170, 230 e 290 kg ha⁻¹), sementes sem o processo da secagem. Ceres GO, 2019.

A Figura 13 mostra o resultado do peso de mil sementes em relação aos quatro graus de umidade. As sementes, quando colhidas com maior grau de umidade (45%), apresentaram maior peso para mil sementes, quanto colhidas com menor grau de umidade das sementes (15%), apresentaram menor peso para mil sementes.

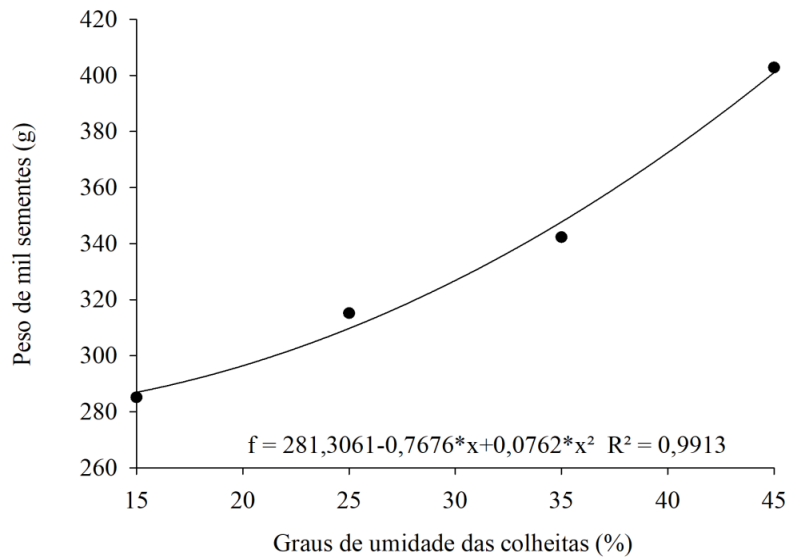
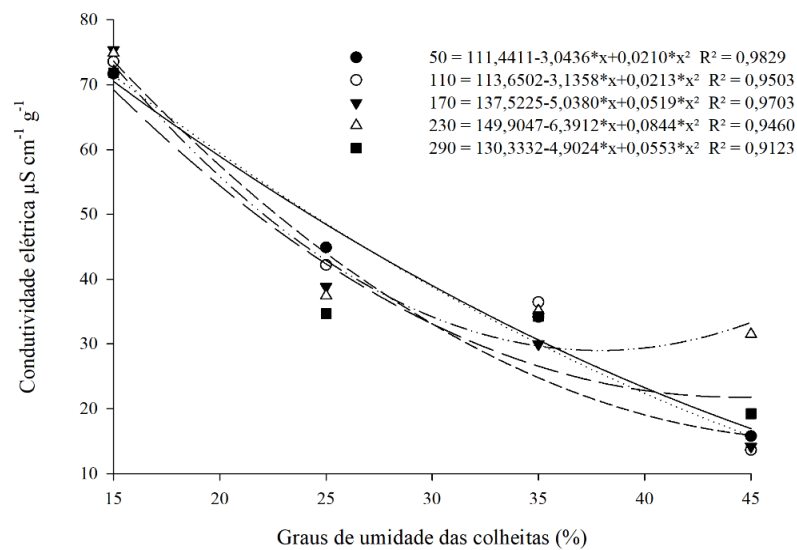


Figura 13. Peso de mil sementes em relação aos quatro graus de umidade, sementes sem o processo da secagem. Ceres GO, 2019.

A Figura 14 mostra o resultado da condutividade elétrica em relação às doses de N e os graus de umidade das colheitas. Quando as sementes foram colhidas com grau de umidade em 15%, aquelas com as doses de N estudadas apresentaram maiores resultados para condutividade elétrica.



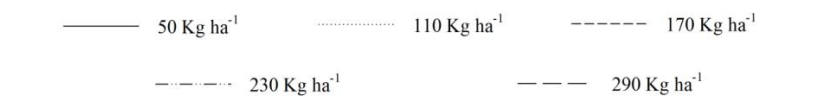


Figura 14. Condutividade elétrica em relação aos quatro graus de umidade das colheitas e às doses de N, sementes sem o processo da secagem. Ceres GO, 2019.

A Figura 15 mostra o resultado do teste de tetrazólio em relação às doses de N e aos graus de umidade. As sementes da linhagem de milho apresentaram melhores resultados quando foram colhidas com grau de umidade de 25%.

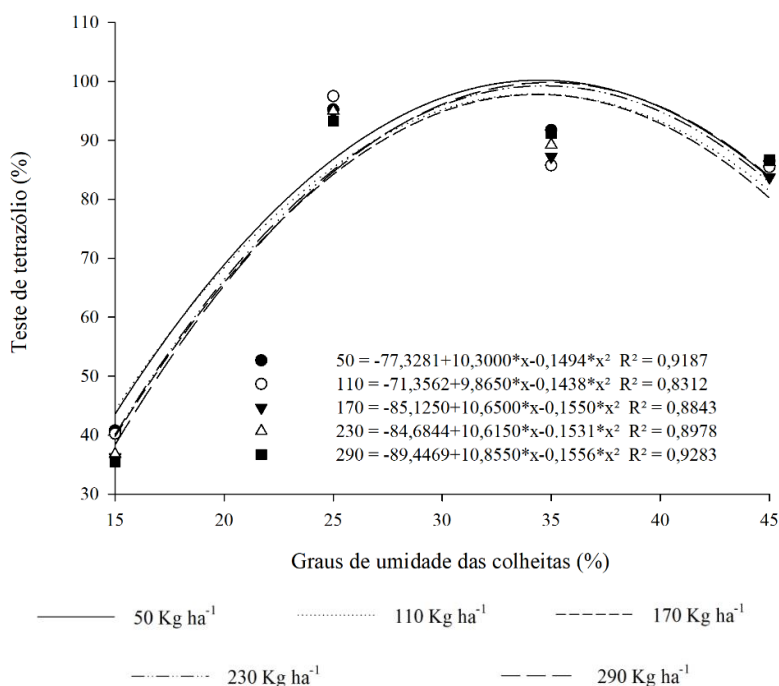


Figura 15. Teste de tetrazólio em relação aos quatro graus de umidade das colheitas e às cinco doses de N, sementes com bulbo úmido, sem o processo da secagem. Ceres GO, 2019.

A Figura 16 mostra o resultado do envelhecimento acelerado em relação às doses de N e aos graus de umidade das colheitas. As sementes da linhagem de milho com as doses de N estudadas, quando submetidas ao teste de envelhecimento acelerado com as sementes colhidas com 45% de grau de umidade, apresentaram resultados inferiores em comparação com as sementes que tiveram colheita apresentando 25%.

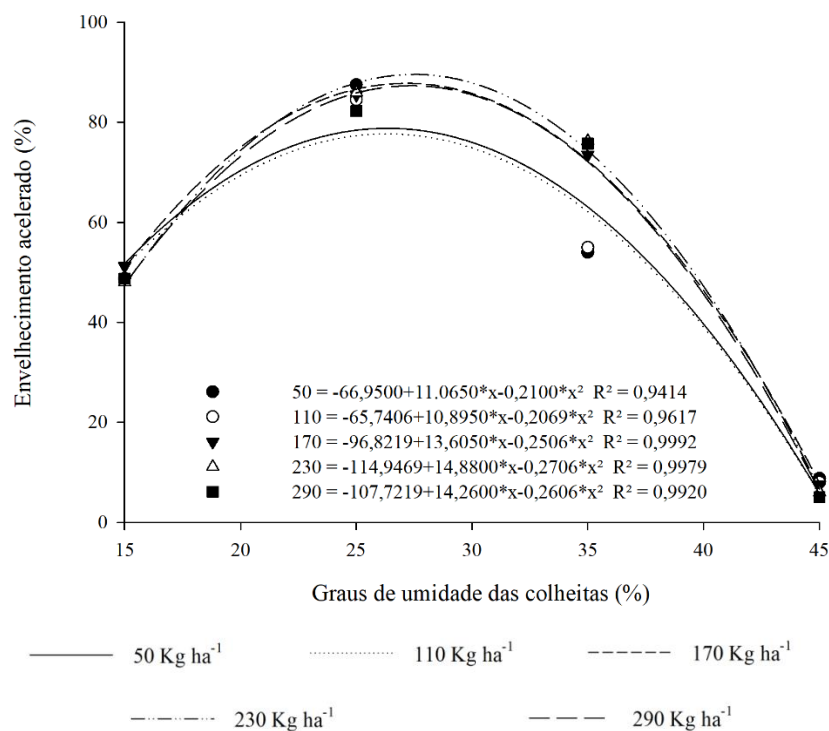


Figura 16. Teste de envelhecimento acelerado em relação aos quatro graus de umidade das colheitas e às cinco doses de N, sementes com bulbo úmido, sem o processo da secagem. Ceres GO, 2019.

A linhagem de milho estudada neste trabalho apresentou infestação das sementes somente quando colhidas com 15% de umidade, apresentando em torno de 10% de infestação, resultado considerado extremamente alto para infestação das sementes de milho, o que provavelmente explica que as sementes foram fazendo seu processo de secagem ao pé da planta, tendo se tornado susceptíveis ao ataque de patógenos. Quando as sementes foram colhidas com maiores graus de umidade, elas não apresentaram resultado de infestação.

A Figura 17 mostra o resultado do canteiro com substrato areia em relação às doses de N e aos graus de umidade. Pode-se observar que, quando as sementes foram colhidas com 45% de umidade e foram submetidas ao teste de canteiro, a emergência foi muito baixa em comparação com as sementes com 25%.

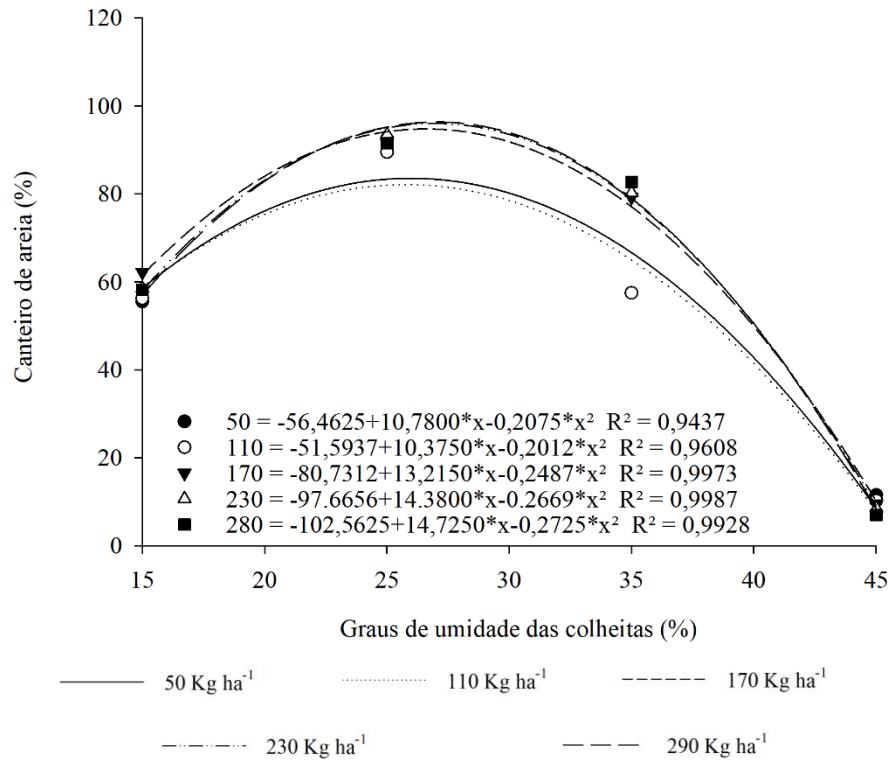


Figura 17. Canteiro de areia em relação aos quatro graus de umidade das colheitas e às cinco doses de N, sementes com e sem o processo da secagem. Ceres GO, 2019.

Analisando as variáveis que passaram pelo processo de secagem, na Figura 18 tem-se o TPG em relação às doses de N e aos graus de umidade das colheitas com as sementes já submetidas à secagem. Pode-se observar que as sementes colhidas aos 25% de umidade, quando submetidas aos 13% de umidade, apresentaram melhores resultados de germinação para todas as doses de N estudadas.

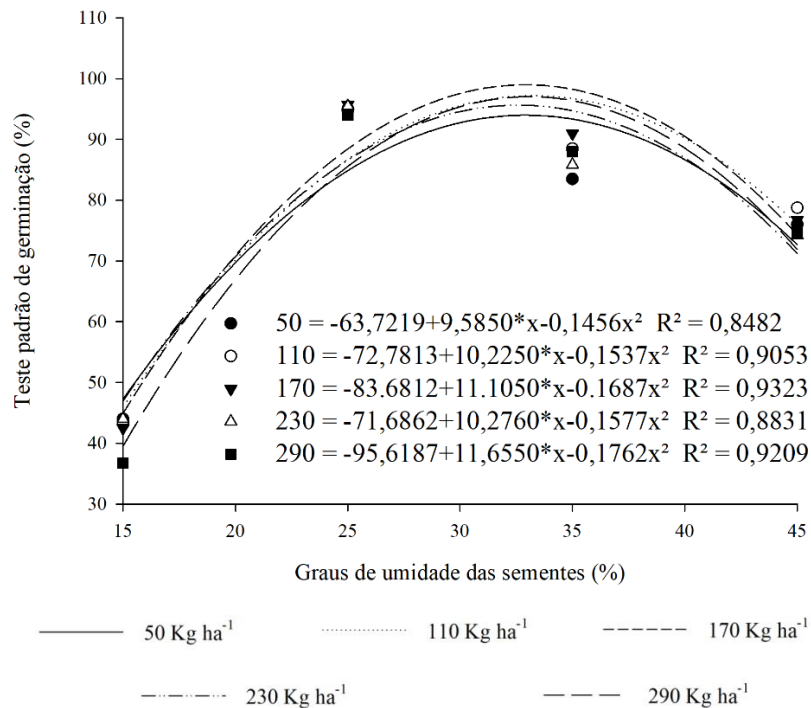


Figura 18. TPG das sementes de milho com umidade corrigida a 13% em relação às doses de N e aos graus de umidade das colheitas, sementes com bulbo seco, submetidas ao processo da secagem. Ceres GO, 2019.

A Figura 19 mostra o resultado do peso de mil sementes (PMS) em relação aos graus de umidade das colheitas, com as sementes já submetidas à secagem a 13%. Observa-se que as sementes colhidas aos 15% de b.u, quando submetidas à secagem a 13% de umidade, apresentaram peso de mil sementes maior em comparação com as sementes colhidas com 45% de umidade.

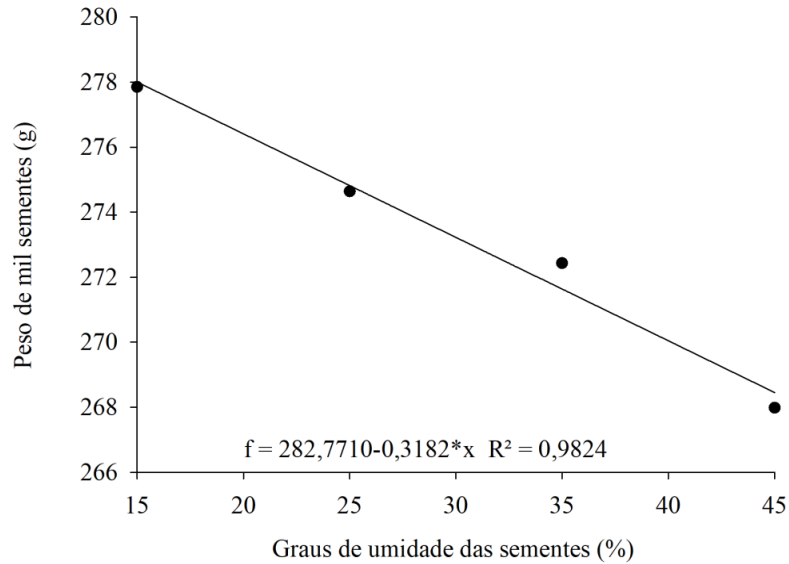


Figura 19. PMS com sementes de umidade corrigida a 13% em relação aos graus de umidade das colheitas, semente submetidas ao processo da secagem. Ceres GO, 2019.

A Figura 20 mostra o resultado da condutividade elétrica (CE) em relação às doses de N e aos graus de umidade das colheitas com as sementes já submetidas à secagem. E observa-se que sementes colheitas com 45% de umidade, posteriormente passadas pelo processo de secagem, apresentaram resultado de condutividade elétrica maior.

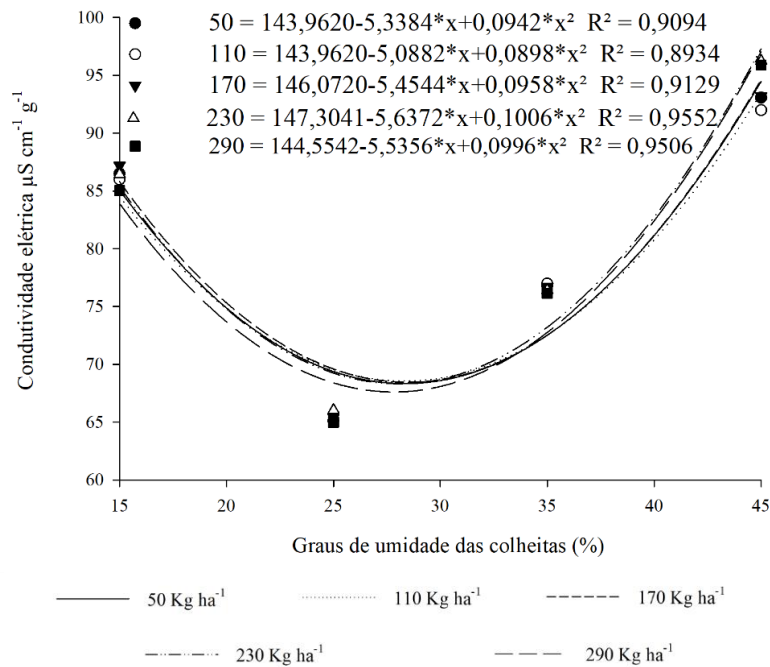


Figura 20. CE com sementes de umidade corrigida a 13% em relação às doses de N e aos graus de umidade das colheitas submetidas ao processo da secagem. Ceres GO, 2019.

A Figura 21 mostra o resultado do teste de tetrazólio em relação às doses de N e aos graus de umidade das colheitas com as sementes já submetidas à secagem. Pode-se observar que as sementes com colheita a 25% de umidade, mesmo sendo submetidas à secagem a 13% de umidade, apresentaram resultado de vigor melhor.

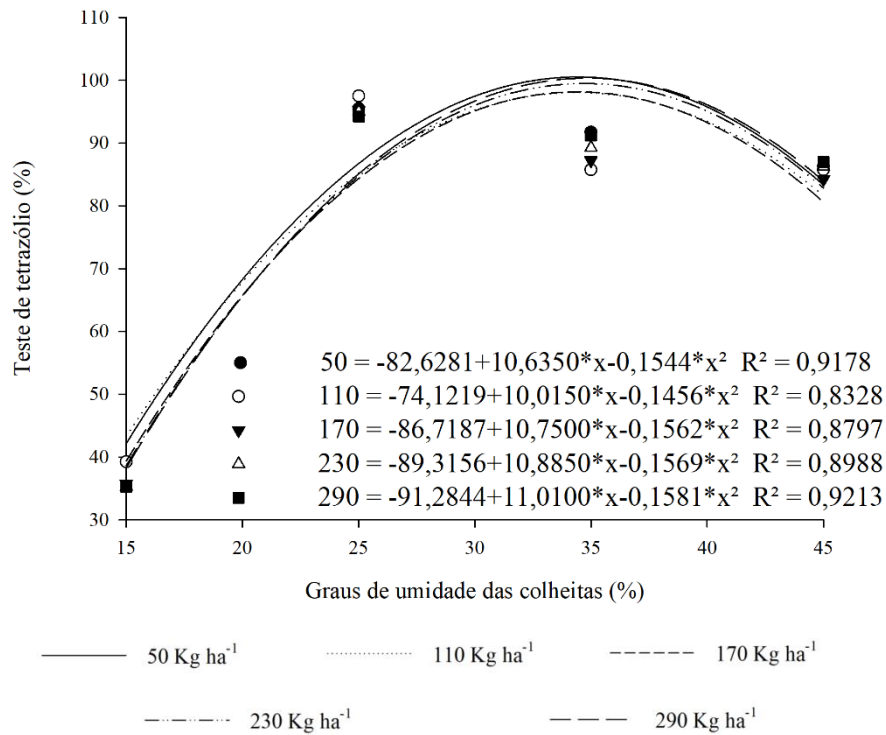


Figura 21. TZ com sementes de umidade corrigida a 13% em relação às doses de N e aos graus de umidade das colheitas submetidas ao processo da secagem. Ceres GO, 2019.

A Figura 22 mostra o resultado do envelhecimento acelerado em relação às doses de N e aos graus de umidade das colheitas com as sementes já submetidas à secagem a 13% de umidade. Como pode ser visto, as sementes colhidas com 25% de umidade obtiveram melhores resultados de envelhecimento acelerado.

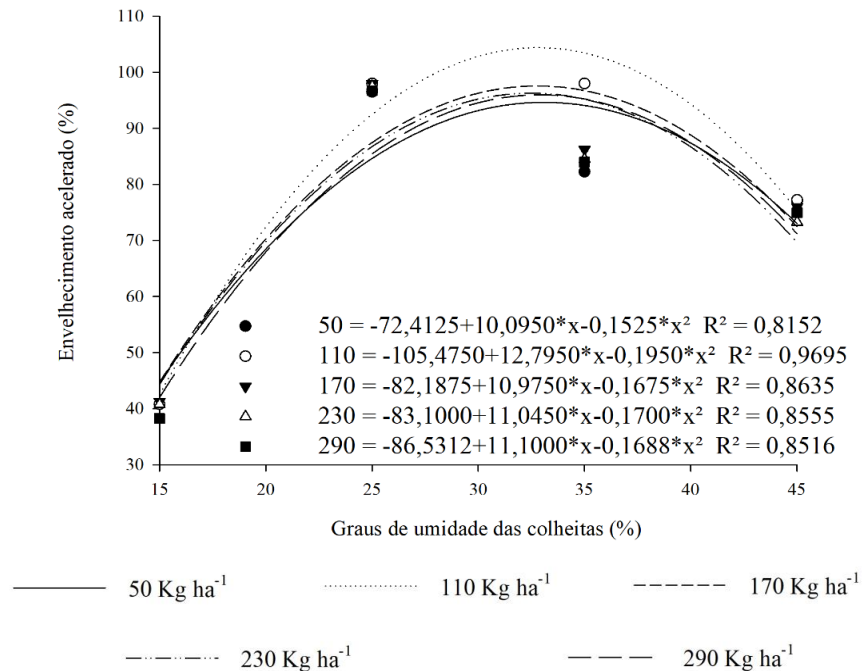


Figura 22. EA com sementes de umidade corrigida a 13% em relação às doses de N e aos graus de umidade das colheitas, sementes submetidas ao processo da secagem. Ceres GO, 2019.

. Observou-se que sementes colhidas com 15% de umidade, mesmo submetidas à secagem para chegar a 13% de umidade, apresentaram alto teor de infestação.

A Figura 23 mostra o resultado do canteiro em areia em relação às doses de N e aos graus de umidade das colheitas com as sementes já submetidas à secagem. As sementes colhidas com 25% de umidade apresentaram melhor resultado de emergência em canteiro de areia.

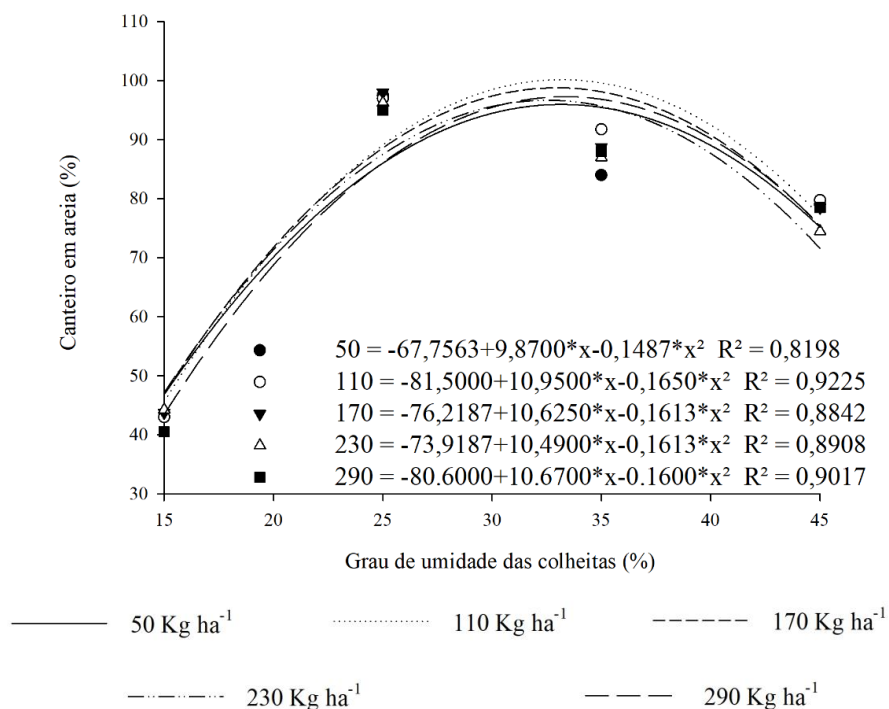


Figura 23. CA com sementes de umidade corrigida a 13% em relação às doses de N e aos graus de umidade das colheitas submetidas ao processo da secagem. Ceres GO, 2019.

A produtividade obteve significância para o fator grau de umidade das colheitas como pode ser observado na Tabela 7 e apresentado na Figura 24, pois quanto mais alta a umidade (45% de umidade) das sementes, menor a produtividade, e quanto menor o grau de umidade (15% de umidade), maior a produtividade.

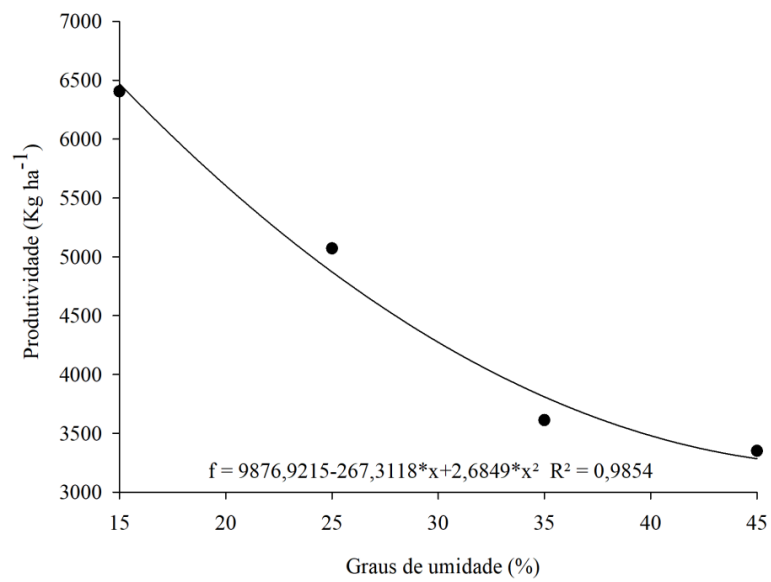


Figura 24. Produtividade em relação aos graus de umidade das quatro colheitas. Ceres GO, 2019.

5. DISCUSSÃO

A linhagem de milho estudada neste trabalho foi responsiva ao aumento das doses de nitrogênio apenas quanto à altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga e qualidade fisiológica de sementes, mas não quanto ao diâmetro do caule, conteúdo de nitrogênio na semente, comprimento e diâmetro de espigas, número de sementes por fileira, número de sementes por espiga, número de fileira e produtividade. Uma vez que não há estudos prévios do genótipo estudado, essas são observações inéditas que revelam seu comportamento de capacidade de resposta à baixa disponibilidade de nitrogênio, assim como de resposta ao aumento de nitrogênio no solo.

O incremento de nitrogênio no solo por fertilizantes químicos comumente promove melhorias no desenvolvimento de plantas e também de produção em genótipos comerciais de milho (Batista et al., 2019; Besen et al., 2020; Lins et al., 2020), no entanto, as diferentes cultivares têm graus diferentes de responsividade ao nitrogênio.

Em se tratando de linhagens objeto deste trabalho, a variação de respostas de milho ao nitrogênio costuma ser ainda mais expressiva que entre as cultivares híbridas em função de menor interferência sobre as características herdadas de seus ancestrais (Liu et al., 2009; Abdel-Ghani et al., 2013; Al-Nagar et al., 2015).

Essa capacidade de resposta ao nitrogênio pode favorecer ou desfavorecer cruzamentos genéticos que resultem em cultivares comerciais por ser uma característica que pode ser transferida geneticamente (Lafitte & Edmeades, 1995; Meseke et al., 2013; Kamara et al., 2014).

Embora a maioria das linhagens de milho estudadas quanto à tolerância à baixa disponibilidade de nitrogênio tenham respostas bastante variáveis, assim como são variáveis quanto à capacidade de responder ao aumento de nitrogênio sobre aspectos de produção, há relato de linhagens que não apresentam nenhuma resposta em função do aumento de doses (Balko & Russel, 1980), assim como observado neste estudo.

Além de aspectos de produção, as respostas de linhagens ao aumento de nitrogênio também podem ocorrer em relação a outros fatores, isolados ou combinados, como altura de planta, polinização, tempo necessário à reprodução, senescência foliar, arquitetura da planta, produção de biomassa, diâmetro de colmo, área foliar (Balko & Russel, 1980; Bertin & Gallais, 2000; D'Andrea et al., 2006), tal qual

observado neste trabalho, com resposta de aumento apenas para altura de planta e de inserção da espiga.

Há de se salientar que o fato de não ter havido incremento de produtividade, na medida em que houve aumento das doses de nitrogênio, revela que o cultivo da linhagem estudada poderia ocorrer, sem prejuízo à produção, com a menor dose de N testada, 50 kg N ha⁻¹, o que diminuiria os custos de produção. Além do mais, produtividade superior a 6.000 kg ha⁻¹, como a observada neste trabalho, está em bom patamar em se tratando de linhagem (Menkir et al., 2004; Soares et al., 2011), o que evidencia que o genótipo em questão tem alta eficiência no uso de nitrogênio. Isso significa que o fato de uma linhagem não responder ao aumento de nitrogênio não implica, necessariamente, baixa eficiência de seu uso.

Ressalta-se ainda um crescente interesse por genótipos de milho que se desenvolvem e produzem bem em solos pobres em nitrogênio (Lafitte & Edmeades, 1995), até mesmo porque o crescente empobrecimento de nitrogênio em áreas agricultáveis é um dos fatores considerados limitantes para a sustentabilidade humana, face aos recursos globais disponíveis (Steffen et al., 2015).

Fatores que podem estar envolvidos na eficiência do uso de nitrogênio nas linhagens são o volume, massa, razão de massa de raiz/parte aérea e distribuição do sistema radicular, embora não tenham sido objeto de investigação do presente trabalho.

A influência de fatores hereditários sobre o desenvolvimento do sistema radicular foi considerada de média a alta, quando analisadas 74 linhagens de milho (Abdel-Ghani et al., 2013), tornando as raízes um fator de alta relevância em seleção de linhagens por ser uma característica passível de transferência às futuras cultivares comerciais (Meseka et al., 2013).

Analisando aspectos morfológicos, um sistema radicular desejado é aquele que propicia a exploração de maior área durante a aquisição de nutrientes, especialmente em ambientes com baixa disponibilidade de nitrogênio (Abdel-Ghani et al., 2013). Liu et al. (2009), estudando duas linhagens de milho, uma muito responsiva ao nitrogênio e a outra pouco responsiva, observaram que a linhagem muito responsiva detinha maior volume de massa e de raízes e que essa grandeza do sistema radicular estava positivamente correlacionada com a produção.

Ao analisar a importância de um sistema radicular em genótipo pouco responsivo ao nitrogênio, mas com alta eficiência em seu uso, como a linhagem estudada neste trabalho, tal qual discutido acima, e sabendo que o tamanho que um

sistema radicular pode atingir é uma característica influenciada pela genética, há de se considerar que outras características para além de volume, distribuição e massa radicular sejam importantes na aquisição de nitrogênio, de modo que o genótipo suporte a mesma produtividade ainda que com uma variação entre 290 kg N ha^{-1} e 50 kg N ha^{-1} , como observado neste estudo.

Neste sentido, presume-se que a aquisição de nitrogênio também seja influenciada pela capacidade do genótipo em regular para mais ou para menos a absorção de íons nitrogenados através da atividade das proteínas transportadoras de membrana.

Considera-se que essa regulação possa contribuir com o armazenamento de alguns desses íons para uso futuro, suprindo os momentos de alta demanda da planta, assim como também que a planta seja capaz de diminuir a absorção excessiva de íons nitrogenados tóxicos, quando em abundância no solo, e assim evitar toxidez pela aquisição de íons que não podem ser armazenados em momentos em que já não haja suficiente aparato bioquímico para imediata assimilação.

É comum aumento na produção e na atividade de proteínas de transporte de NO_3^- e NH_4^+ no sistema radicular, que são as formas iônicas nitrogenadas absorvíveis pelas raízes (Kusano et al., 2011), como resposta rápida ao aumento do nitrogênio no solo. No entanto, estudos comprovam que esse comportamento é distinto entre linhagens de milho (Gu et al., 2013; Zamboni et al., 2014).

Presume-se que esse rápido aumento de aquisição de nitrogênio, acima da demanda momentânea, ocorra como forma de prevenção à escassez, pelo fato de ser um nutriente muito dinâmico no solo, com perdas elevadas, ao mesmo tempo em que é necessário em grande quantidade para o crescimento vegetal. Para ambos os íons, são conhecidos transportadores de alta e de baixa afinidade.

Em condição de baixa disponibilidade de nitrogênio, espera-se aumento de síntese e de atividade de transportadores de alta afinidade, enquanto a atividade de transportadores de baixa afinidade necessita de alta disponibilidade de nitrogênio (Von Wirén et al., 2000).

Por outro lado, percebe-se uma rápida perda de atividade de transportadores, especialmente de alta afinidade, em plantas que ultrapassam um ótimo de suprimento de nitrogênio, como forma de reduzir a absorção (Glass, 2003) e, assim, evitar o efeito tóxico desses íons em altas concentrações na célula, sem que sejam imediatamente

assimilados, especialmente em se tratando de um íon prontamente assimilável, o amônio (Glass et al., 2002).

Havendo excessiva quantidade de nitrogênio no solo e mais íons nitrogenados na célula do que a capacidade que as enzimas glutamina sintetase, glutamato sintase e aminotransferases conseguem assimilar, percebe-se uma rápida queda da atividade das proteínas responsáveis pela absorção, o que representa uma fina regulação entre as proteínas de assimilação e absorção (Lee et al., 1992). Para além dessa queda da atividade de absorção, também pode haver efluxo desses íons a partir das raízes, promovendo aumento de perdas econômicas, potencializando danos ambientais (Glass, 2003).

Considerando que estudos prévios têm observado alteração na aquisição de nitrogênio em função da atividade de proteínas de absorção entre linhagens, embora não investigado neste estudo, evidências fenotípicas permitem inferir sobre a capacidade de regular a aquisição de nitrogênio da linhagem estudada.

Ao considerar que o nitrogênio é um elemento fundamental à produção e que a linhagem utilizada neste trabalho teve produtividade elevada e inalterada entre tratamentos de 50 a 290 kg N ha⁻¹, presume-se que tenha boa capacidade de aquisição de nitrogênio, mesmo na mais baixa dose testada. Isso denota boa regulação das proteínas envolvidas com a absorção, em que o número e a atividade daquelas de alta afinidade podem aumentar em condição de baixa disponibilidade de nitrogênio no solo. Observado aumento no crescimento das plantas em função do aumento de nitrogênio, presume-se também habilidade do genótipo em aumentar a atividade das proteínas de absorção em resposta rápida ao aumento de nitrogênio.

Ainda, o fato de que nenhum aspecto fenológico das plantas denotava toxidez por excesso de nitrogênio, mesmo no tratamento com 290 kg N ha⁻¹, evidencia boa regulação na atividade de proteínas de membrana, evitando absorção excessiva, acima da capacidade de assimilação. Essa evidência se fortalece ainda mais quando se analisa o potencial de toxidez do fertilizante utilizado neste estudo, a ureia.

A forma final de disponibilização de nitrogênio às plantas por esse fertilizante é o NH₄⁺ (Catani & Bataglia, 1969), íon com alto potencial de toxidez e que, portanto, não pode ser armazenado pela célula, diferentemente de NO₃⁻, disponibilizado por fertilizantes nítricos, que poderia ser armazenado com baixo potencial de dano à célula até certo limite de concentração (Fan et al., 2007).

Ao considerar que não houve aumento de produtividade neste estudo, se este for o objetivo final do cultivo da linhagem, é possível concluir que altas doses de nitrogênio representam um desperdício, ou ainda um risco potencial de contaminação ambiental por conta de íons nitrogenados não aproveitados pela planta.

Além de a linhagem estudada não ser responsiva ao aumento de nitrogênio sobre a produção de sementes, ela também não foi responsiva ao aumento de nitrogênio total nas sementes. É comum o aumento na disponibilidade de nitrogênio no ambiente promover aumento no conteúdo de nitrogênio nos grãos (thiraporn et al., 1992).

O fato de esse comportamento não ter sido observado neste estudo indica uma regulação em função do genótipo. Considerando a íntima relação entre o conteúdo de nitrogênio e o de proteína (AOAC, 1970; Tsai et al., 1983), é possível observar a importância do aspecto hereditário sobre o conteúdo destes compostos em grãos de milho em vários outros estudos (Uribe-larrea et al., 2004; Flint-Garcia et al., 2009; Tsai et al., 1992), os quais relataram estreita relação entre a capacidade de acúmulo de proteína ou nitrogênio em grãos de genótipos específicos em função da capacidade genética de seus ancestrais.

Diversas pesquisas mostram que o conteúdo de nitrogênio ou de proteína nos grãos costuma aumentar na medida em que há aumento da disponibilidade de nitrogênio no ambiente (Tsai et al., 1983; Uribe-larrea et al., 2004; Ohland et al., 2005; Riedell et al., 2009; mendonça et al., 1999; Souza et al., 2016).

De acordo com Tsai et al. (1992), comumente, genótipos que respondem bem ao aumento de produção em função do aumento de nitrogênio costumam ter aumento de conteúdo proteico nos grãos. No caso do presente trabalho, não houve aumento de nitrogênio, tendo sido observado que o teor de nitrogênio total no grão ficou em torno de 1,5% em todos os tratamentos.

É importante ressaltar que, embora a linhagem estudada não seja responsiva ao aumento de nitrogênio no solo quanto à produção e conteúdo de nitrogênio na cariopse, além de ter tido produtividade compatível com a de outras linhagens, como previamente abordado, também teve o teor de nitrogênio total nos grãos compatível com híbridos comerciais (Ohland et al., 2005; Lošák et al., 2010), o que é uma observação importante em se tratando de linhagem, ao almejar sua utilização em cruzamentos que visem à qualidade de grãos nas novas cultivares.

Além da qualidade de grãos, do ponto de vista de composição química, o nitrogênio também está envolvido na qualidade fisiológica de sementes de milho. De

acordo com os resultados obtidos neste trabalho, o aumento de nitrogênio desencadeou alteração no percentual de germinação, quando analisados com o teste padrão e envelhecimento acelerado, emergência no canteiro de areia, o vigor, analisado por condutividade elétrica, e a viabilidade, analisada pelo teste do tetrazólio.

Estudos têm relacionado a qualidade fisiológica de sementes de milho ao aumento de nitrogênio no ambiente, sejam cultivares (Imolesi et al., 2001; Oliveira Gondim et al., 2006; Zucareli et al., 2012) ou linhagens (IMOLESI et al., 2001). Tanto nas cultivares quanto nas linhagens, o aumento de nitrogênio induziu aumento ou diminuição de qualidade fisiológica, evidenciado por vários indicadores, o que mostra influência do genótipo em resposta ao nitrogênio sobre a qualidade de sementes.

Ao considerar a colheita feita com cariopses com 35% de umidade, período inicial da maturidade fisiológica do milho (Guissem et al., 2002a; Santos, 2006), observou-se neste trabalho que doses de nitrogênios superiores a 170 kg N ha⁻¹ promoveram maior percentual de germinação tanto pelo teste padrão quanto pelo envelhecimento acelerado e canteiro de areia, indicando responsividade do genótipo ao aumento de nitrogênio para estas variáveis. Resposta similar foi observada quando as sementes foram submetidas à secagem a partir de 35% até 13% de umidade, percentual padrão de armazenamento (Santos, 2006).

Em outro estudo, o aumento de nitrogênio em nada alterou o percentual de germinação (Zucareli et al., 2012). Oliveira Gondim et al. (2006), estudando 14 genótipos de milho, observaram que todos tinham alta qualidade fisiológica de sementes quando cultivados com alta disponibilidade de nitrogênio, mas apenas três se mantiveram com alta qualidade sob baixa disponibilidade de nitrogênio, característica de interesse no âmbito do melhoramento genético.

Na pesquisa desenvolvida por Imolesi et al. (2001), fica evidente o efeito do genótipo sobre a qualidade fisiológica de sementes, tanto de híbridos quanto de linhagens, ao observarem que o aumento de nitrogênio, ao mesmo tempo em que provocava aumento de germinação em alguns genótipos, provocava diminuição em outros, enquanto outros genótipos eram indiferentes. No entanto, é importante destacar que nesta mesma pesquisa, entre nove genótipos, apenas um teve aumento de condutividade elétrica com o aumento de nitrogênio.

Além da influência do nitrogênio, o estudo do percentual de umidade de colheita sobre aspectos de qualidade de sementes se faz importante para linhagens, uma vez que o objetivo de seu cultivo é exatamente produzir sementes de boa qualidade para uso

reprodutivo. O momento ideal para a colheita de milho, visando ao rendimento e à qualidade, é após a maturação fisiológica, com melhor desempenho entre 22 e 26% (Galindo et al., 2017), desde que seja rapidamente dessecado até em torno de 13% de umidade antes do armazenamento (Santos, 2006).

No entanto, nem todos os produtores têm acesso a dessecadores, necessitando manter as espigas no campo para dessecamento natural, e nem sempre a logística permite rapidez entre a colheita e o dessecamento forçado. A existência dessas situações, somadas a possíveis variações entre o teor de umidade e a maturidade fisiológica em diferentes genótipos (Guissem et al., 2002b), justifica uma análise de qualidade fisiológica das sementes quando as cariopses são colhidas em diferentes graus de umidade e também quando dessecadas a partir de diferentes graus de umidade ao percentual de armazenamento.

Ao analisar o percentual de germinação em diferentes graus de umidade, percebe-se que foi no teor de 45% que ocorreu o mais baixo percentual, seja em teste padrão, pelo envelhecimento acelerado ou emergência em canteiro de areia, o que evidencia uma maturidade fisiológica ainda não atingida, não estando as sementes prontas para o metabolismo germinativo, muito embora já seja um momento de alto acúmulo de massa.

Considera-se que neste percentual de umidade as sementes ainda tenham uma alta supressão à germinação positivamente regulada pelo ácido abscísico, efeito este que perde força à medida que aumenta naturalmente o grau de dessecação, favorecendo a germinação pela ação da giberelina. Esta evidência se fortalece ao se observar que genótipos de milho deficientes em ácido abscísico germinam precocemente, antes de atingir a maturidade fisiológica (White et al., 2000).

A dessecação, no entanto, desfavorece a ação do ácido abscísico e, conseqüentemente, favorece a ação de enzimas envolvidas com o metabolismo germinativo como a α -amilase (Oishi & Bewley, 1990), o que se evidencia neste presente trabalho ao observar que ocorreu elevado aumento nos percentuais de germinação em teores de umidade inferiores a 45% e também ao dessecar as sementes de 45% para 13% de umidade.

O percentual de germinação a 35% de umidade foi onde ocorreu maior efeito do teor de nitrogênio sobre a germinação, tendo a adubação nitrogenada acima de 170 kg N ha⁻¹ favorecido os maiores percentuais, seja pelo teste padrão, envelhecimento acelerado ou pela emergência em canteiro de areia.

Em estudo prévio com linhagens de milho, Limami et al. (2002) observaram que o conteúdo de glutamina e/ou a atividade de glutamina sintetase aumentam durante a germinação e que a glutamina pode se comportar como um dreno para o amônio resultante de hidrólise proteica ou de desaminação e ainda que a atividade da enzima favorece a síntese de glutamina a ser utilizada na formação de vários outros aminoácidos necessários ao desenvolvimento da plântula.

Considerando que o adubo utilizado neste estudo disponibiliza nitrogênio na forma de amônio, presume-se que maiores doses de nitrogênio tenham favorecido a ação da glutamina sintetase, favorecendo a germinação. No entanto, houve redução do efeito do teor de nitrogênio sobre o percentual de germinação quando testado o grau de umidade de 15% e também quando as cariopses foram dessecadas a 13% a partir de diferentes graus de umidade, o que fortalece ainda mais a evidência da ação da glutamina sintetase, uma vez que é uma enzima que tem atividade reduzida à medida que se diminui o conteúdo de água nos tecidos (Li et al., 2017).

O percentual de germinação com grau de umidade a 15%, seja utilizando o teste padrão, o envelhecimento acelerado ou emergência em canteiro, ou cariopses dessecadas a 13%, foi o menor em comparação com os demais graus de umidade dentro do período de maturação fisiológica. Esta resposta mostra que o dessecamento natural a campo ou a demora para colheita e dessecação, após a maturação fisiológica, poderia causar expressiva perda de qualidade fisiológica da semente.

Essas perdas podem ser decorrentes de vários fatores, incluindo danos causados por infestações, insolação, ventos, temperatura, pássaros e chuvas (Santos, 2006). Como era de se esperar, percebe-se uma relação direta entre esse baixo percentual de germinação a 15% de umidade e o menor vigor, denotado pela alta condutividade elétrica, e menor viabilidade, denotada pelo teste do tetrazólio.

A viabilidade de sementes depende naturalmente da integridade física de células e tecidos, podendo ser evidenciada pela condutividade elétrica. Maior condutividade significa maior número de eletrólitos, derivados de lixiviação decorrente de danos físicos nas células. Em se tratando de células vegetais de fanerógamas, portanto, eucarióticas, a homeostase celular depende muito da integridade das membranas (Blazek et al., 2015), permitindo, assim, atividades metabólicas não compatíveis ocorrendo ao mesmo tempo em diferentes compartimentos celulares isolados por biomembranas.

O vigor da semente, conseqüentemente, também depende dessa integridade física. A secagem, seja natural ou artificial, é um dos fatores que podem elevar os danos físicos das membranas em decorrência de impactos mecânicos, aumentando processos como peroxidação de lipídeos e estresse oxidativo celular (Pérez-Rodríguez et al., 2017; Pagano et al., 2019), acelerando, portanto, a morte e a perda de viabilidade.

Limites de secagem e técnicas adequadas são, portanto, fundamentais para a preservação da integridade física e da qualidade das sementes. Outro fator importante que pode levar a célula à morte é a temperatura à qual a semente é exposta durante a secagem, uma vez que altas temperaturas também podem desencadear estresse oxidativo (Liu et al., 2019). A capacidade de as linhagens tolerarem altas temperaturas, com atenuação de conseqüências indesejáveis, é um fator relevante, pois é um caráter analisado com base em proteínas de choque térmico, passível de transmissão a futuras gerações (José et al., 2004).

O alto percentual de sementes infestadas, tomando como base Almeida et al. (2012), observado neste trabalho, pode ter sido favorecido pelas intempéries do ambiente, incluindo alta insolação e chuvas que ocorreram durante o dessecamento a campo. A maior infestação observada em grãos dessecados a 13%, comparativamente aos de 15%, é outra evidência que fortalece a ideia de aumento de danos físicos ocorridos durante a dessecação.

Os tratamentos que tiveram melhores percentuais de germinação foram exatamente aqueles em que foram observadas as menores condutividades elétricas e a maior reação com o tetrazólio, sementes com 25 e 35% de umidade, e também quando a partir dessas umidades foram dessecadas até 13%. No entanto, o rendimento produtivo foi maior no percentual de 15% de umidade, indicando que o maior rendimento quantitativo nem sempre está relacionado à melhor qualidade fisiológica.

A perda ou ganho de produção em função do teor de água no grão no momento da colheita é tido como um fator característico do genótipo (Gambín et al., 2007; Galindo et al., 2017) ou da interação poligênica genótipo x ambiente (Schimildt et al., 2011), resultando em uma relação entre o acúmulo de biomassa em função do grau de umidade da cariopse (Gambín et al., 2007).

Considerando essa premissa, a linhagem estudada no presente trabalho tem alta capacidade de continuar o acúmulo de biomassa nas sementes, mesmo com baixos conteúdos de água. Isso se revela ao se observar que o maior peso de 1.000 sementes dessecadas a 13% foi daquelas com 15% de umidade, e também a maior produtividade

ocorreu no tratamento com grau de umidade de 15%, enquanto, para outros genótipos, a umidade de grãos no momento da colheita que melhor se traduziu em produtividade variou de 22 a 26% (Galindo et al., 2017), com aumento potencial de perda de massa por atividade respiratória quando a colheita é feita com menos de 18% de umidade (Marques et al., 2011).

Considerando que o cultivo de linhagem visa a aspectos reprodutivos, a qualidade fisiológica de sementes se sobrepõe ao rendimento produtivo. Neste caso, a colheita feita entre 25 e 35% de umidade, posteriormente passada pelo processo de secagem ou não a 13%, correspondeu às umidades que propiciaram melhor qualidade de sementes.

O sistema de irrigação por gotejamento adotado no presente trabalho traz resultados positivos. Boas et al. (2011) afirmam que o sistema de irrigação por gotejamento apresenta vantagens, entre elas maior eficiência na adubação, uso de água e maior produtividade. A irrigação por gotejamento juntamente com parcelamentos em cobertura propicia resultados promissores. Souza et al. (2016) enfatizam o uso da irrigação localizada por gotejamento associado à nutrição mineral de plantas.

6. CONCLUSÕES

A linhagem estudada tolera baixa disponibilidade de nitrogênio, tem alta eficiência no seu uso e é pouco responsiva ao seu aumento no solo, mantendo as variáveis de produção e de conteúdo de nitrogênio na cariopse em alto patamar, mas sem variação significativa com oferta de 50 a 290 kg N ha⁻¹, respondendo positivamente ao aumento das doses apenas em altura das plantas.

Evidências fenológicas e de produção denotam suficiente eficiência regulatória quanto à aquisição de nitrogênio do solo.

A linhagem responde positivamente ao aumento de nitrogênio no percentual de germinação, com melhores resultados acima de 170 kg N ha⁻¹.

A secagem das sementes a 13%, a partir do elevado grau de umidade de 45%, favorece expressivo aumento de mais de 70% no percentual de germinação, indicando alta plasticidade do metabolismo germinativo.

A linhagem tem alta capacidade de acúmulo de biomassa nas cariopses mesmo com baixo teor de umidade, de tal modo que os maiores valores das variáveis de produção, peso de grãos e produtividade, ocorreram quando a colheita foi feita com grãos contendo 15% de umidade, dessecados ou não.

O grau de umidade da cariopse de 15% durante a colheita é o que melhor propicia rendimento produtivo, não correspondendo ao que melhor propicia qualidade fisiológica de sementes, 25 e 35%, quando foram observadas as menores condutividades elétricas, maior reação com o tetrazólio e maiores percentuais de germinação com teste padrão, envelhecimento acelerado e emergência em canteiro de areia, com ou sem dessecamento a 13%.

Considerando uma linhagem, foram observadas características desejáveis e passíveis de transmissão genética, como alta tolerância à baixa disponibilidade de nitrogênio, adequada regulação da aquisição de nitrogênio, adequado conteúdo de nitrogênio nas cariopses, resposta positiva ao nitrogênio quanto ao percentual de germinação e capacidade de acúmulo de biomassa em grãos com baixo teor de umidade.

Recomenda-se aplicar a dose 170 kg de nitrogênio, parcelada em quatro vezes, para adubação em cobertura da linhagem de milho estudada neste trabalho.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdel-Ghani, A.H; Kumar, B.; Reyes-Matamoros, J; Gonzalez-Portilla, P; Jansen, C; Martin, J.P.S; Lubberstedt, T. Genotypic variation and relationships between seedling and adult plant traits in maize (*Zea mays* L.) inbred lines grown under contrasting nitrogen levels. *Euphytica*, v.189, p.123–133, 2013. <https://doi.org/10.1007/s10681-012-0759-0>
- Ahlgren, S.; Baky, A.; Bernesson, S.; Nordberg, A.; Norén, O.; Hansson, P. A. Ammonium nitrate fertilizer production based on biomass - environmental effects from a life cycle perspective. *Bioresource Technology*, v.99, n.17, p.8034-8041, 2008.
- Ahrens, D.C.; Barros, A.S.R.; Villela, F.A.; Lima, D. Qualidade de sementes de milho (*Zea mays* L.) sob condições de secagem intermitente. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.55, n.2, p.320-325, 1998.
- Albuquerque, P.E.P. de. Estratégias de Manejo de Irrigação: Exemplos de Cálculo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 25p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 136).
- Almeida, F.A.C.; Silva Júnior, P.J.; Silva, J.F.; Lino, T.F.L.; Silva, R.G. Infestação e germinação em sementes de milho tratadas com extratos de *Piper nigrum* e *Annona squamosa*. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.14, n. especial, p.457-471, 2012. DOI:10.15871/1517-8595/rbpa.v14nEspecialp457-471
- Al-Naggar, M.M.; Shabana, R; Atta, M.M.M; Al-Khalil, T.H. Regression of Grain Yield of Maize Inbred Lines and Their Diallel Crosses on Elevated Levels of Soil-Nitrogen. *International Journal of Plant & Soil Science*, v.4, n.6, p.499-512, 2015. DOI:10.9734/IJPSS/2015/14228
- Alves, W.M; Faroni, L.D; Queiroz, D.M.; Corrêa, P.C; Galvão, J.C.C. Qualidade dos grãos de milho em função da umidade de colheita e da temperatura de secagem. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, n.3, p. 469-474, 2001. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662001000300017>
- Alves, B.M.; Cargnelutti Filho, A.; Toebe, C.B.M.; Silva, L.P. Divergência genética de milho transgênico em relação à produtividade de grãos e da qualidade nutricional. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.45, n.5, p.884-891, 2015. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140471>
- AOAC – Association of Official and Agricultural Chemistry. Official methods of analysis of the AOAC. 11.ed. Washington, DC, 1970. 1015p.
- Arruda, M.R.; Moreira, A.; Pereira, J.C.R. Amostragem e cuidados na coleta de solo para fins de fertilidade. Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos 115. 18p. 2014.
- Barbosa, W.S.S. Milho cultivado sob diferentes lâminas de irrigação e adubação nitrogenada. Dissertação de mestrado. UFA, 2017.

- Barros, M.F.L. Comportamento nutricional de linhagens de milho em sistemas irrigados no submédio do vale do São Francisco. Juazeiro-BA: UNIVASF, 2019. 52p. Dissertação Mestrado.
- Batista, V.V; Oligini, K.F; Giaretta, R; Rabelo, P.R; Adami, P.F; Link, L. Densidade de plantas e doses de nitrogênio no cultivo de milho safrinha no Paraná. *Agrarian*, n.12, v.45, p.296-307, 2019. DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v12i45.7485>
- Balko, L. G.; Russell, W. A. Response of Maize Inbred Lines to N Fertilizer 1. *Agronomy Journal*, v.72, n.5, p.723-728, 1980.
- Besen, M.R; Ribeiro, R.H.; Goetten, M.; Fioreze, S.L; Guginski-Piva, C.A; Piva, J.T. Produtividade de milho e retorno econômico em sistema integrado de produção com doses de nitrogênio. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v.19, n.1, p.94-103, 2020. DOI:10.5965/223811711912020094
- Bertin, P.; Gallais, A. Genetic variation for nitrogen use efficiency in a set of recombinant maize inbred lines. I. Agrophysiological results. *Maydica*, v.45, n.1, p.53-66, 2000.
- Boas, R.C.V.; Pereira, G.M.; Reis, R.P.; Júnior, J.A.L.; Consoni, R. Viabilidade econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura da cebola. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, p. 781-788, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000400018>
- Bono, J. A.M; Rodrigues, A. P. D. C; Mauad, M; Albuquerque, J. C; Yamamoto, C. R; Chermouth, K. S; Freitas, M. E. Modo de aplicação de fertilizantes nitrogenados na qualidade fisiológica de sementes de milho. *Agrarian*, v.1, n.2, p.91-102, 2008.
- Borges, I. D. Avaliação de épocas de aplicação da cobertura nitrogenada, fontes de nitrogênio e de espaçamento entre fileiras na cultura do milho. 2003. Lavras-MG: Universidade Federal de Lavras (UFLA), 2003. 73p. Dissertação Mestrado.
- Blazek, A. D.; Paleo, B. J.; Weisleder, N. Plasma membrane repair: a central process for maintaining cellular homeostasis. *Physiology*, v.30, n.6, p.438-448, 2015. doi:10.1152/physiol.00019.2015
- Brasil. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.
- Bredemeier, C.; Mundstock, C. M. Regulação da Absorção e Assimilação do Nitrogênio nas Plantas. *Revista Ciência Rural*, Santa Maria-RS, v.30, n.2, p.365-372, 2000. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782000000200029>
- Brooker, D.B.; Bakker-Arkema, F.W.; Hall, C.W. Drying and storage of grains and oilseeds. New York: van Nostrand Reinhold, 1992. 450p.
- Cadore, R.; Costa Netto, A. P.; Reis, E. F.; Ragagnin, V. A.; Freitas, D. S.; Lima, T. P.; Rossato, M.; D'Abadia, A. C. A. Híbridos de milho inoculados com *Azospirillum*

- brasiliense* sob diferentes doses de nitrogênio. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.15, n.3, p. 398-409, 2016. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v15n3p398-409>
- Caione, S.; Lazarini, E.; Parente, T. L.; Pivetta, R. S.; Souza, L. G. M. Nitrogênio e molibdênio para milho irrigado em região de cerrado de baixa altitude. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.15, n.3, p. 418-427, 2016. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v15n3p418-427>
- Cancellier, L. L., Afférri, F. S., Adorian, G. C., Rodrigues, H. V. M., Melo, A. V., Pires, L. P. M., Cancellier, E. L. Adubação orgânica na linha de semeadura no desenvolvimento e produtividade do milho. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.32 n.2, p.527-540, 2011. DOI: [10.5433/1679-0359.2011v32n2p527](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n2p527)
- Cantarella, H.; Trivelim, P. C. O.; Contin, T. L. M.; Dias, F. L. F.; Rossetto, R.; Marcelino, R.; Coimbra, R. B.; Quaggio, J. A. Ammonia volatilisation from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. Scientia Agricola, v.65, n.4, p.397-401, 2008. DOI: [10.1590/S0103-90162008000400011](https://doi.org/10.1590/S0103-90162008000400011)
- Carvalho, L. F.; Sedyama, C. S.; Dias, D. C. F.; Reis, M. S.; Moreira, M. A. Teste rápido de condutividade elétrica e correlação com outros testes de vigor. Revista Brasileira de Sementes, v.31, n.1, p.239-248, 2009.
- Catani, R. A.; Bataglia, O. C. A determinação direta do nitrogênio nítrico, amoniacal e amídico (uréia) em fertilizantes. Esc. Super. Agric. Luiz de Queiroz, p. 9-19, 1969. <https://doi.org/10.1590/S0071-12761969000100002>
- Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás. Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás. 5ª Aproximação. UFG/EMGOPA, 1988. 101p. (Convênio. Informativo Técnico, 1).
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira, v.6. – Safra 2018/2019, n.10 – Décimo levantamento. Brasília: CONAB, 2019a. 113p. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra/gaos>>. Acesso em: 17 mar.2020.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, 6º levantamento, março, 2019b. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 20 maio 2020.
- Cruz, J. C.; Monteiro, J. A.; Santana, D. P.; Garcia, J. C.; Bahia, F. G. F. T. C.; Sans, L. M. A.; Pereira Filho, I. A. Recomendações técnicas para o cultivo do milho. 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI, 1996. 204 p.
- Cruz, J. C.; Pereira Filho, I. A. P.; Alvarenga, R. C.; Gontijo Neto, M. M.; Viana, J. H. M.; Oliveira, M. F.; Matrangolo, W. J. R.; Albuquerque Filho, M. R. Cultivo do milho. 6ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa milho e sorgo, Sistema de produção, 1).

- Cunha, D. A.; Coelho, A. B.; Féres, J. G.; Braga, M. J.; Souza, E. C. Irrigação como estratégia de adaptação de pequenos agricultores às mudanças climáticas: aspectos econômicos. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v.51, n.2, p.369-386, 2013. DOI:10.1590/S0103-20032013000200009
- D'Andrea, K. E.; Otegui, M. E.; Cirilo, A. G.; Eyherabide, G. Genotypic variability in morphological and physiological traits among maize inbred lines nitrogen responses. *Crop science*, v.46, n.3, p.1266-1276, 2006. DOI:10.2135/cropsci2005.07-0195
- Delouche, J.C.; Baskin, C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science and Technology*, v.1, n.2, p.427-52, 1973.
- Dias, M.C.L.L.; Barros, A.S.R. Metodologia de teste de tetrazólio em sementes de milho. In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D.; França-Neto, J.B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, 1999. p.8.4-1-8.4.10.
- Dias, D.C.F. Maturação de sementes. *Seed News*, Pelotas, v.5, n.6, p. 22-24, 2001.
- Dias, M.A.R. Desempenho agrônômico do milho com diferentes fontes e doses de nitrogênio. Uberlândia-MG: UFU – Universidade Federal de Uberlândia, 2016. 88p. Dissertação Mestrado.
- DoVale, J.C.; Fritsche-Neto, R.; Bermudez, F.; Miranda, G.V. Efeitos gênicos de caracteres associados à eficiência no uso de nitrogênio em milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.47, n.3, p.385-392, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012000300010>
- Duarte, Y.C.N. Modelos de simulação da cultura do milho: uso na determinação das quebras de produtividade (*Yield Gaps*) e na previsão de safra da cultura no Brasil. Piracicaba: USP/ESALQ, 2018. 197p. Dissertação de Mestrado.
- Duete, R.R.C.; Muraoka, T.; Silva, E.C. da; Ambrosano, E. J.; Trivelin, P.C.O. Acúmulo de Nitrogênio (15N) pelos Grãos de Milho em Função da Fonte Nitrogenada em Latossolo Vermelho. *Bragantia*, v.68, n.2, p.463-472, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052009000200021>
- Dutra, A. S.; Vieira, R. D. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja. *Ciência Rural*, v. 34, n.3, p.715-721, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000300010>
- Eck, H.U. Effects of water deficit on yield components, and water use efficiency of irrigated corn. *Agronomy Journal*, Madison, v.75, p.1035-1040, 1986.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Custos de produção do milho safrinha em destaque. Brasília: EMBRAPA, 2013.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Brasileira. Cultivo do Milho. Sistemas de produção. 9.ed., nov.2015.

- Escudero, R I.; Banyuls N.; Bel Y.; Maeztu M.; Escriche B.; Muñoz D.; Caballero, P.; Ferré, J.. A screening of five *Bacillus thuringiensis* Vip3A proteins for their activity against lepidopteran pests. *Journal of Invertebrate Pathology*, v.117, p.51-55, 2014.
- Fan, X.; Jia, L.; Li, Y.; Smith, S.J.; Miller, A.J.; Shen, Q. Comparing nitrate storage and remobilization in two rice cultivars that differ in their nitrogen use efficiency. *Journal of experimental Botany*, v.58, n.7, p.1729-1740, 2007.
- Fancelli, A. L.; Dourado Neto, D. *Produção de milho*. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.
- Faria, M.A.V.R. *Maturação de sementes de milho: aspectos físicos, bioquímicos e fisiológicos*. Lavras: Universidade Federal de Lavras (UFLA), 2003. 129p. Tese Doutorado.
- Flint-Garcia, S.A.; Bodnar, A.L.; Scott, M.P. Wide variability in kernel composition, seed characteristics, and zein profiles among diverse maize inbreds, landraces, and teosinte. *Theor Appl Genet*, v.119, p.1129–1142, 2009.
- França Neto, J.B.; Krzyzanowski, F.C. Seed vigor tests: general procedures - Tetrazolium vigor test. *Seed vigor testing handbook*. Ithaca, NY, USA: AOSA, p.227-306, 2009.
- França Neto, J.B.; Krzyzanowski, F.C.; Henning, A.A. A importância do uso de semente de soja de alta qualidade. *Informativo técnico, EMBRAPA*. 2010. 2p.
- Gambín, B. L.; Borrás, L.; Otegui, M. E. Kernel water relations and duration of grain filling in maize temperate hybrids. *Field Crops Research*, v.101, n.1, p.1-9, 2007.
- Galindo, F. S.; Zocoler, J. L.; Teixeira Filho, M. C. M.; Santini, J. M. K.; Ludkiewicz, M. G. Z.; Buzetti, S. Teor de água nos grãos, em ocasião de colheita nas perdas ocorridas no milho. *Revista de Ciências Agronômicas*, v.26, n.4, p.671-682, 2017. DOI:10.32929/2446-8355.2017v26n4p671-682
- Galvão, J.C.C.; Borém, A.; Pimentel, M.A. *Milho: do plantio a colheita*. Viçosa-MG: Editora UFV, 2015. 351p.
- Gazola, D.; Zucareli, C.; Silva, R.R.; Fonseca, I.C.B. Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.18, n.7, p.700-707, 2014.
- Glass, A. D. M.; Britto, D. T.; Kaiser, B. N.; Kinghorn, J. R.; Kronzucker, H. J.; Kumar, A.; Okamoto, M.; Rawat, S.; Siddiqi, M. Y.; Unkles, S. E.; Vidmar, J. J. The regulation of nitrate and ammonium transport systems in plants. *Journal of Experimental Botany*, v.53, p.855–864, 2002. DOI:10.1093/jexbot/53.370.855
- Glass, A. D. Nitrogen use efficiency of crop plants: physiological constraints upon nitrogen absorption. *Critical reviews in plant sciences*, v.22, n.5, p. 453-470, 2003. DOI:10.1080/713989757

- Gomes, G. P. Influência de gotejadores com saída de água tipo fenda e cilíndrica na intrusão radicular em irrigação subsuperficial na cultura do milho. Botucatu-SP: Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2019. 68p. Tese Doutorado.
- Gondim, T. C.; Rocha, V. S.; Santos, M. M.; Miranda, G. V. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho crioulo sob estresse causado por baixo nível de nitrogênio. *Revista Ceres*, v.53, n.307, p.413-417, 2006.
- Greaves, G. E.; Wang, Y.-M. Effect of regulated deficit irrigation scheduling on water use of corn in southern Taiwan tropical environment. *Agricultural Water Management*, v.188, p.115–125, 2017.
- Grzybowski, C. R. S.; Vieira, R. D.; Panobianco, M. Testes de estresse na avaliação do vigor de sementes de milho. *Revista Ciência Agronômica*, v.46, n.3, p.590-596, 2015.
- Gu, R.; Duan, F.; An, X.; Zhang, F.; Wirén, N. V.; Yuan, L. Characterization of AMT-Mediated High-Affinity Ammonium Uptake in Roots of Maize (*Zea mays* L.). *Plant Cell Physiol.* v.54, n.9, p.1515–1524, 2013.
- Guissem, J. M.; Nakagawa, J.; Zucareli, C. Qualidade fisiológica de sementes de milho-doce br 400 (bt) em função do teor de água na colheita e da temperatura de secagem. *Revista Brasileira de Sementes*, v.24, n.1, p.220-228, 2002a.
- Guissem, J. M.; Bicudo, S. J.; Nakagawa, J.; Zanotto, D.; Sansígolo, C.; Zucarelli, C.; Pavan, G. Características morfológicas e fisiológicas do milho que influenciam a perda de água do grão. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.1, n.2, p.28-37, 2002b.
- Hampton, J. G.; Tekrony, D. M. Handbook of vigor test methods. Zürich: ISTA, 1995. 117p.
- Hirel, B.; Le Gouis, J.; Ney, B.; Gallais, A. The challenge of improving nitrogen use efficiency in crop plants: towards a more central role for genetic variability and quantitative genetics within integrated approaches. *Journal of Experimental Botany*, v.58, n.9, p.2369-2387, 2007. doi: 10.1093/jxb/erm097
- Imolesi, A. S.; Pinho, E. V. R. V.; Pinho, R. G. V.; Vieira, M. G. G. C. V.; Corrêa, R. S. B. Influência da adubação nitrogenada na qualidade fisiológica das sementes de milho. *Ciência e agrotecnologia*, v.25, n.5, p.1119-1126, 2001.
- José, S. C. B. R.; Pinho, É. V. de R. von; Pinho, R. G. von; Ramalho, M. A. P.; Silva Filho, J.L. da. Controle genético da tolerância à alta temperatura de secagem em sementes de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.3, p.414-428, 2004.
- Kamara, M. M; El-Degwy, I. S; Koyama, H. Estimation combining ability of some maize inbred lines using line x tester mating design under two nitrogen levels. *Australian Journal of Crop Science*, v.8, n.9, p.1336-1342, 2014.

- Kjeldahl, J. Z. A new method for the determination of nitrogen in organic bodies. *Analytical Chemistry*, v.22, p.366-382, 1883.
- Kusano, M.; Fukushima, A.; Redestig, H.; Saito, K. Metabolomic approaches toward understanding nitrogen metabolism in plants, *Journal of Experimental Botany*, v.62, n.4, p.1439–1453, 2011. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq417>
- Lafitte, H. R.; Edmeades, G. O. Association between traits in tropical maize inbred lines and their hybrids under high and low soil nitrogen. *Maydica*, v.40, p.259-267, 1995.
- Lee, R. B.; Purves, J. V.; Ratcliffe, R. G.; Saker, L. R. Nitrogen assimilation and the control of ammonium and nitrate absorption by maize roots. *Journal of Experimental Botany*, v.43, n.11, p.1385-1396, 1992.
- Leite Júnior, M. C. R.; Rodrigues, A. S.; Fonseca, J. M.; Barbé, L. C. Dobbss, L. B.; Nicoli, A.; Batista, R. O. Bueno, M. R. Emergência de semente de milho submetida ao déficit hídrico. *Braz. J. Anim. Environ. Res.*, v.3, n.3, p.1329-1338, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34188/bjaerv3n3-050>
- Li, G.; Zhao, B.; Dong, S.; Zhang, J.; Liu, P.; Vyn, T. J. Interactive Effects Of Water And Controlled Release Urea On Nitrogen Metabolism, Accumulation, Translocation, And Yield In Summer Maize. *Sci Nat.*, v.104, n.72, p.1-12, 2017.
- Limami, A. M.; Rouillon, C.; Glevarec, G.; Gallais, A.; Hirel, B. Genetic and physiological analysis of germination efficiency in maize in relation to nitrogen metabolism reveals the importance of cytosolic glutamine synthetase. *Plant Physiology*, v.130, n.4, p.1860-1870, 2002.
- Lins, F. J. A; Ferreira, P. V; Silva, M. T; Lira, R. C; Costa, J. G; Teixeira, J. S; Santos, N. E. A; Pereira, M. G. Doses de nitrogênio na produção de grãos de genótipos de milho em superadensamento. *Brazilian Journal of Development*. v.6, n.3, p.14879-14892, 2020.
- Liu, J.; Chen, F; Olokhnuud, C; Glass, A. D. M; Tong, Y; Zhang, F; MI, G. Root size and nitrogen-uptake activity in two maize (*Zea mays*) inbred lines differing in nitrogen-use efficiency. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, v.172, n.2, p.230-236, 2009.
- Liu, J.; Hasanuzzaman, M.; Wen, H.; Zhang, J.; Peng, T.; Sun, H.; Zhao, Q. High temperature and drought stress cause abscisic acid and reactive oxygen species accumulation and suppress seed germination growth in rice. *Protoplasma*, v.256, n.5, p.1217-1227, 2019. DOI:10.1007/s00709-019-01354-6
- Lošák, T.; Hlušek, J.; Filipčík, R.; Pospíšilová, L.; Maňásek, J.; Prokeš, K.; Orosz, F. Effect of nitrogen fertilization on metabolisms of essential and non-essential amino acids in field-grown grain maize (*Zea mays* L.). *Plant, Soil and Environment*, v.56, n.12, p.574-579, 2010.

- Malavolta, F. Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 528p.
- Mar, G. D.; Marchetti, M. E.; Souza, L. C. F.; Gonçalves, M. C.; Novelino, J. O. Produção do milho safrinha em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. *Bragantia*, v.62, n.2, p.267-274, 2003.
- Marcos Filho, J.; Cicero, S.M.; Silva, W.R. Avaliação da qualidade das sementes. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.
- Marcos Filho, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B. (Eds.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: Abrates, 1999. p.1-24.
- Marques, O. J.; Dalpasquale, V. A.; Vidigal Filho, P. S.; Scapim, C. A.; Reche, D. L. Danos mecânicos em grãos de híbridos comerciais de milho em função da umidade de colheita. *Semina: Ciências Agrárias*, v.32, n.2, p.565-576, 2011.
- Mendonça, F. C.; Medeiros, R. D.; Botrel, T. A.; Frizzone, J. A. Adubação nitrogenada do milho em um sistema de irrigação por aspersão em linha. *Scientia Agricola*, v.56, n.4, p.1035-1044, 1999.
- Menkir, A.; Melake-Berhan, A.; Ingelbrecht, I.; Adepoju, A. Grouping of tropical mid-altitude maize inbred lines on the basis of yield data and molecular markers. *Theoretical and Applied Genetics*, v.108, n.8, p.1582-1590, 2004.
- Meseka, S. K.; Menkir, A.; Ibrahim, A. E. S.; Ajala, S. O. Genetic analysis of maize inbred lines for tolerance to drought and low nitrogen. *Jonares*, v.1, p.29-36, 2013.
- Museck, J.T.; Duser, D. A. Irrigated corn yield response to water. *Transactions of the ASAE. St. Joseph*, v.23, p.92-1040, 1980.
- Nascimento, A. F. Método e umidade de colheita na qualidade de sementes de milho variedade. Uberlândia-MG: Universidade Federal de Uberlândia – UFU, 2013. 54p. Dissertação Mestrado.
- Oishi, M. Y.; Bewley, J. D. Distinction between the responses of developing maize kernels to fluridone and desiccation in relation to germinability, α -amylase activity, and abscisic acid content. *Plant Physiology*, v.94, n.2, p.592-598, 1990.
- Ohland, R. A. A.; Souza, L. C. F.; Hernani, L. C.; Marchetti, M. E.; Gonçalves, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. *Ciência e Agrotecnologia*, v.29, n.3, p.538-544, 2005.
- Oliveira Gondim, T. C.; Rocha, V. S.; Santos, M. M.; Miranda, G. V. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho-crioulo sob estresse causado por baixo nível de nitrogênio. *Revista Ceres*, v.53, n.307, p.413-417, 2006.

- Oliveira, P.; Nascente, A. S.; Kluthcouski, J.; Portes, T. A. Crescimento e produtividade de milho em função da cultura antecessora. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.43, n.3, p.239-246, 2013a.
- Oliveira, G. E; Pinho, R. G. V; Andrade, T; Pinho, E. V. R. V; Santos, C. D.; Veiga, A. D. Physiological quality and amylase enzyme expression in maize seeds. *Ciência e Agrotecnologia*, v.37, p.40-48, 2013b.
- O'Neill, P. M.; Shanahan, J. F.; Schepers, J. S.; Caldwell, B. Agronomic responses of corn hybrids from different eras to deficit and adequate levels of water and nitrogen. *Agronomy journal*, v.96, n.6, p.1660–1667, 2004.
- Pagano, A.; Forti, C.; Gualtieri, C.; Balestrazzi, A.; Macovei, A. Oxidative Stress and Antioxidant Defense in Germinating Seeds. A Q&A Session. In: Hasanuzzaman, M.; Fotopoulos, V.; Nahar, K.; Fujita, M. *Reactive Oxygen, Nitrogen and Sulfur Species in Plants: Production, Metabolism, Signaling and Defense Mechanisms*, 2019. Chapter 11, p.267-289. <https://doi.org/10.1002/9781119468677.ch11>
- Paterniani, M. E. A. G. Z.; Guimarães, P. S.; Luders, R. R.; Gallo, P. B.; Souza, A. P.; Laborda, P. R.; Oliveira, K. M. Capacidade combinatória, divergência genética entre linhagens de milho e correlação com heterose. *Bragantia*, v.67, n.3, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000300012>
- Pereira, L.M; Pereira, E. M; Revolti, L. T. M; Zingaretti, S. M; Môro, G. V. Qualidade de semente, índice de conteúdo de clorofila e teor nitrogênio foliar em milho inoculado com *Azospirillum brasilense*. *Ciência Agrônômica*, v.46, n.3, 2015. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20150047>
- Pereira, L.S; Silva, E. M; Ferreira, J. O. P; Santos, V. L. G; Lima, S. C. J. G; Silva Júnior, G. B. Produtividade e eficiência de uso da água e nitrogênio pela melanciaira. *Caatinga*, v.32, n.3, p.769-777, 2019.
- Pérez-Rodríguez, J. L.; Escriba, R. C. R.; González, L.; Olmedo, J. L. G.; Martínez-Montero, M. E. Effect of desiccation on physiological and biochemical indicators associated with the germination and vigor of cryopreserved seeds of *Nicotiana tabacum* L. cv. Sancti Spíritus 96. In *Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant*, v.53, n.1, p. 440–448, 2017. DOI:10.1007/s11627-017-9857-y
- Prazeres, C. S.; Coelho, C. M. M. Heterose para qualidade fisiológica de sementes na obtenção de híbridos de milho. *Revista Brasileira de milho e sorgo*. v.15, n.1, p.124-133, 2016.
- Primavesi, A. C.; Primavesi, O.; Corrêa, L. A.; Cantarella, H.; Silva, A. G.; Freitas, A. R. Adubação Nitrogenada em capim coastcross: Efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.1, p.68-78, 2004.
- Puntel, L. A.; Pagani, A.; Archontoulis, S. V. Development of a nitrogen recommendation tool for corn considering static and dynamic variables. *European Journal of Agronomy*, v.105, p.189-199, 2019.

- Purcino, A. A. C.; Alves, V. M. C.; Parentoni, S. N.; Santos, M. X. dos. Como as Plantas Utilizam os Fertilizantes Nitrogenados. *Revista Grandes Culturas Cultivar*, Pelotas-RS, ano II, n.15, p.18-20, 2000.
- Riedell, W. E.; Pikul JR, J. L.; Jaradat, A. A.; Schumache, T. E. Crop Rotation and Nitrogen Input Effects on Soil Fertility, Maize Mineral Nutrition, Yield, and Seed Composition. *Agronomy Journal*, v.101, p.870–879, 2009.
- Rodrigues, F. Von Pinho, R. G.; Albuquerque, C. J. B.; Faria Filho, E. M.; Goulart, J. C. Capacidade de combinação entre linhagens de milho visando à produção de milho verde. *Bragantia*, v.68, n.1, p.75-84, 2009.
- Sá, M.E. Importância da adubação na qualidade de sementes. In: Sá, M.E.; Buzzeti, S. Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas. São Paulo: Ícone, 1994. Cap.4, p.65-98.
- Sangoi, L. Vargas, V. P.; Schmitt, A.; Pletsch, A. J.; Vieira, J.; Saldanha, A.; Siega, E.; Carniel, G.; Mengarda, R. T.; Júnior, G. J. P. Disponibilidade de nitrogênio, sobrevivência e contribuição dos perfilhos ao rendimento de grãos do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.35, p.183-191, 2011.
- Santos, A. O.; Prado, H., Análise de interações solo-planta-clima em zonas diferenciadas de área de cultivo de milho, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, n.1, p 101–106, 2002.
- Santos, J. P. Controle de pragas durante o armazenamento de milho. *Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica 84*. Sete Lagoas-MG: Embrapa, 2006. 20p.
- Sawazaki, E.; Paterniani, M. E. A. G. Z.; Castro, J. L. de; Gallo P. B.; Galvão, J. C. C.; Saes, L. A. Potencial de linhagens de populações locais de milho pipoca para síntese de híbridos. *Bragantia*, Campinas, v.59, n.2, p.143-151, 2000. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052000000200004>
- Schimildt, E. R.; Nascimento, A. L.; Cruz, C. D.; Oliveira, J. A. R. Avaliação de metodologias de adaptabilidade e estabilidade de cultivares milho. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.33, n.1, p.51-58, 2011. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v33i1.5817>
- Schuh, G.C.; Antunes, L. E. G.; Ferrari Filho, E.; Dionello, R. G.; Bender, R. J. Secagem de linhagens de milho colhido em espiga para seleção de plantas-mãe na produção de sementes. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.8, n.1, p.8-14, 2013.
- Sentelhas, P. C; Faria, R. T; Chaves, M. O; Hoogenbom, G. Evaluation of the WGEN and SIMMETEO weather generators for the brazilian tropics and subtropics, using crop simulation models. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.9, n.2, p.357-376, 2001.

- Silva, D. R. G.; Pereira, A. F.; Dourado, R. L.; Silva, F. P.; Ávila, F. W.; Faquin, V. Productivity and efficiency of nitrogen fertilization in maize under different levels of urea and NBPT-treated urea. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, p.516-523, 2011.
- Silva, K. C. L.; Silva, K. P.; Carvalho, E. V.; Rotili, E. A. Afférri, F. S.; Peluzio, J. M. Divergência genética de genótipos de milho com e sem adubação nitrogenada em cobertura. *Revista Agroambiental online*, v.9, n.2, p.102-110, 2015. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000300012>
- Soares, M. O.; Miranda, G. V.; Guimarães, L. J. M.; Marriel, I. E.; Guimarães, C. T. Parâmetros genéticos de uma população de milho em níveis contrastantes de nitrogênio. *Revista Ciência Agrônômica*, v.42, n.1, p.168-174, 2011.
- Souza, E. J.; Cunha, F. F.; Magalhães, T. R.; Santos, O. F. Eficiência do uso da água pelo milho doce em diferentes lâminas de irrigação e adubação nitrogenada em cobertura. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.10, n.4, p.750 – 757, 2016. DOI:10.7127/rbai.v10n400396
- Souza, T. M.; Bernd, L. P.; Okumura, R. S.; Takahashi, H. W.; Ono, E. Y. S.; Hirooka, E. Y. Nitrogen fertilization effect on chemical composition and contamination by fungal-fumonisin of maize kernel. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.11, n.3, p.218-223, 2016. DOI:10.5039/agraria.v11i3a5389
- Steffen, W.; Richardson, K.; Rockström, J.; Cornell, S. E.; Fetzer, I.; Bennett, E. M.; Folke, C. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, v.347, n.6223, 2015. DOI:10.1126/science.1259855
- Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I. M.; Murphy, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.
- Torres, S. B.; Marcos Filho, J. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF, v.23, n.2, p.108-112, 2001.
- Thiraporn, R.; Feil, B.; Stamp, P. Effect of nitrogen fertilization on grain yield and accumulation of nitrogen, phosphorus and potassium in the grains of tropical maize. *Journal of Agronomy and Crop Science*, v.169, n.12, p.9-16, 1992.
- Tsai, C. Y.; Warren, H. L.; Huber, D. M.; Bressan, R. A. Interactions between the kernel N sink, grain yield and protein nutritional quality of maize. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.34, n.3, p.255-263, 1983.
- Tsai, C. Y.; Dweikat, I.; Huber, D. M.; Warren, H. L. Interrelationship of nitrogen nutrition with maize (*Zea mays*) grain yield, nitrogen use efficiency and grain quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.58, n.1, p.1-8, 1992.
- Uribe-larrea, M.; Below, F. E.; Moose, S. P. Grain composition and productivity of maize hybrids derived from the Illinois protein strains in response to variable nitrogen supply. *Crop science*, v.44, n.5, p.1593-1600, 2004.

- Venancio, L. P.; Lopes, J. C.; Maciel, K. S.; Cola, M. A. C. Teste do envelhecimento acelerado para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer, v.8, n.14, p.899-906, 2012.
- Vieira, R. F. Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas. Brasília – DF: Embrapa, 2017. 163p.
- Von Wirén, N.; Gazzarrini, S.; Gojon, A.; Frommer, W. B. The molecular physiology of ammonium uptake and retrieval. Current opinion in plant biology, v.3, n.3, p.254-261, 2000.
- White, C. N.; Proebsting, W. M.; Hedden, P.; Rivin, C. J. Gibberellins and seed development in maize. I. Evidence that gibberellin/abscisic acid balance governs germination versus maturation pathways. Plant Physiology, v.122, n.4, p.1081-1088, 2000.
- Zamboni, A.; Astolfi, S.; Zuchi, S.; Pii, Y.; Guardini, K.; Tononi, P.; Varanini, Z. Nitrate induction triggers different transcriptional changes in a high and a low nitrogen use efficiency maize inbred line. Journal of Integrative Plant Biology, v.56, n.11, p.1080–1094, 2014. <https://doi.org/10.1111/jipb.12214>
- Zhu, Z. L. Chen, D. L. Nitrogen fertilizer use in China – Contributions to food production, impacts on the environment and best management strategies. Nutrient Cycling in Agroecosystems, v.63, p.117-127, 2002.
- Zucareli, C.; Panoff, B.; Portugal, G.; Fonseca, I. N. C.; Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na qualidade fisiológica de sementes de milho doce. Revista Brasileira de Sementes, v.34, n.3 p.480-487, 2012.

APÊNDICE

Resultados médios para as variáveis teste padrão de germinação (TPG), condutividade elétrica (CE), tetrazólio (TZ), envelhecimento acelerado (EA) e canteiro de areia (CA) em relação aos quatro graus de umidade das colheitas de cada dose de N, sementes sem o processo de secagem.

50 kg de N ha ⁻¹					
Grau de umidade das colheitas (%)	TPG	CE	TZ	EA	CA
45	12,0 b	15,7 d	86,5 b	8,7 c	11,5 c
35	57,0 ab	34,1 c	91,7 a	54,0 b	57,5 b
25	91 a	44,9 b	95,2 a	87,5 a	92,5 a
15	54 ab	71,6 a	40,7 c	48,7 b	55,5 b
Média Geral	53,5	41,6	78,5	49,7	54,2
CV (%)	10,61	4,52	2,48	13,16	13,83
110 kg de N ha ⁻¹					
Grau de umidade das colheitas (%)	TPG	CE	TZ	EA	CA
45	11,5 b	13,6 d	85,5 b	8,0 c	10,2 c
35	48,0 ab	36,4 c	85,7 b	55,0 b	57,5 b
25	89,0 a	42,2 b	97,5 a	84,5 a	89,5 a
15	50,0 ab	73,5 a	40,2 c	48,7 b	56,2 b
Média Geral	49,6	41,4	77,2	49	53,37
CV (%)	9,69	4,53	2,26	9,37	10,58
170 kg de N ha ⁻¹					
Grau de umidade das colheitas (%)	TPG	CE	TZ	EA	CA
45	7,0 d	14,1 d	83,7 b	7,5 d	9,5 d
35	76,5 b	29,9 c	87,2 b	73,5 b	79,2 b
25	89,0 a	38,8 b	94,7 a	85,5 a	92,0 a
15	55,2 c	75,3 a	36,2 c	51,2 c	62,2 c
Média Geral	56,9	39,5	75,5	54,43	60,75
CV (%)	5,12	7,78	2,61	6,25	4,94
230 kg de N ha ⁻¹					
Grau de umidade das colheitas (%)	TPG	CE	TZ	EA	CA
45	8,5 d	31,4 c	86,2 c	6,0 d	8,5 d
35	67,5 b	35,1 bc	89,2 b	76,2 b	80,2 b
25	94,5 a	37,4 b	95,0 a	86,0 a	93,5 a
15	51,5 c	74,8 a	36,7 d	48,0 c	58,5 c

Média Geral	55,5	44,7	76,8	54	60,18
CV (%)	8,28	4,3	1,51	5,92	6,81
290 kg de N ha ⁻¹					
Grau de umidade das colheitas (%)	TPG	CE	TZ	EA	CA
45	6,5 d	19,2 c	86,7 b	5,0 d	7,0 c
35	79,7 b	34,2 b	91,2 a	75,7 b	82,7 a
25	90,0 a	34,6 b	93,2 a	82,2 a	91,5 a
15	50,5 c	71,8 a	35,5 c	48,7 c	58,2 b
Média Geral	56,6	40	76,6	52,9	59,87
CV (%)	7,98	3,42	1,51	5,55	7

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados médios para as variáveis teste padrão de germinação (TPG), condutividade elétrica (CE), tetrazólio (TZ), envelhecimento acelerado (EA) e canteiro de areia (CA) em relação às doses de N de cada grau de umidade das colheitas, sementes sem o processo de secagem.

45%					
Doses de N kg ha ⁻¹	TPG	CE	TZ	EA	CA
50	12,0 a	15,7 c	86,5 a	8,7 a	11,5 a
110	11,5 a	13,6 c	85,5 a	8,0 a	10,2 a
170	7,0 a	14,1 c	83,7 a	7,5 a	9,5 a
230	8,5 a	31,4 a	86,2 a	6,0 a	8,5 a
290	6,5 a	19,2 b	86,7 a	5,0 a	7,0 a
Média Geral	9,1	18,86	85,75	7,05	9,35
CV (%)	30,49	6,31	1,61	50,88	45,17
35%					
Doses de N kg ha ⁻¹	TPG	CE	TZ	EA	CA
50	57,0 bc	34,1 a	91,7 a	54,0 b	57,5 b
110	48,0 c	36,4 a	85,7 b	55,0 b	57,5 b
170	76,5 a	29,9 b	87,2 ab	73,5 a	79,2 a
230	67,5 ab	35,1 a	89,2 ab	76,2 a	80,2 a
290	79,7 a	34,2 a	91,2 ab	75,7 a	82,7 a
Média Geral	65,75	33,99	89,05	66,9	71,45
CV (%)	8,74	5,37	2,77	10,41	10,15
25%					
Doses de N kg ha ⁻¹	TPG	CE	TZ	EA	CA
50	91,0 a	44,9 a	95,2 b	87,5 a	92,5 a
110	89,0 a	42,2 a	97,5 a	84,5 a	89,5 a

170	89,0 a	38,8 a	94,7 bc	85,5 a	92,0 a
230	94,5 a	37,4 a	95,0 bc	86,0 a	93,5 a
290	90,0 a	34,6 a	93,2 c	82,2 a	91,5 a
Média Geral	90,7	39,6	95,15	85,15	91,8
CV (%)	4,81	5,91	0,83	3,43	3,44
15%					
Doses de N kg ha ⁻¹	TPG	CE	TZ	EA	CA
50	54,0 a	71,6 a	40,7 a	48,7 a	55,5 a
110	50,0 a	73,5 a	40,2 ab	48,7 a	56,2 a
170	55,25 a	75,3 a	36,2 b	51,2 a	62,5 a
230	51,5 a	74,8 a	36,7 bc	48,0 a	58,5 a
290	50,5 a	71,8 a	35,5 c	48,7 a	58,2 a
Média Geral	52,25	73,46	37,9	49,1	58,15
CV (%)	8,95	3,58	4,48	6,22	8,09

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados médios para as variáveis teste padrão de germinação (TPG), condutividade elétrica (CE), tetrazólio (TZ), envelhecimento acelerado (EA), sementes infestadas (SI) e canteiro de areia (CA) em relação aos quatro graus de umidade das colheitas de cada dose de N, sementes com o processo de secagem (13% de b.u).

50 kg de N ha ⁻¹						
Grau de umidade das colheitas (%)	TPG	CE	TZ	EA	SI	CA
45	76,0 c	93,0 a	86,2 c	77,0 c	0,0 b	79,0 c
35	83,5 b	76,7 c	91,7 b	82,5 b	0,0 b	84,0 b
25	94,7 a	65,1 d	95,5 a	96,5 a	0,0 b	97,5 a
15	44,0 d	86,5 b	39,2 d	40,7 d	13,0 a	43,0 d
Média Geral	74,56	80,36	78,18	74,12	3,25	78,87
CV (%)	2,49	1,49	2,07	2,17	12,56	1,95
110 kg de N ha ⁻¹						
Grau de umidade das colheitas (%)	TPG	CE	TZ	EA	SI	CA
45	78,7 b	91,9 a	85,7 b	77,2 b	0,0 b	79,7 c
35	88,5 a	76,9 c	85,7 b	98,0 a	0,0 b	91,7 b
25	95,0 a	65,1 d	97,5 a	98,0 a	0,0 b	97,0 a
15	43,2 c	86,0 b	39,2 c	40,7 d	12,7 a	43,0 d
Média Geral	76,37	80,02	77,06	78,5	3,18	77,87
CV (%)	4,34	1,47	2,14	1,47	26,79	1,44
170 kg de N ha ⁻¹						

Grau de umidade das colheitas (%)	TPG	CE	TZ	EA	SI	CA
45	76,7 c	93,2 a	84,2 b	76,0 c	0,0 b	78,5 c
35	91,0 b	76,7 c	87,2 b	86,2 b	0,0 b	88,7 b
25	95,7 a	65,3 d	95,2 a	98,0 a	0,0 b	98,0 a
15	42,5 d	87,2 b	35,7 c	41,2 d	11,0 a	43,7 d
Média Geral	76,5	80,63	75,62	75,37	2,75	77,25
CV (%)	2,76	1,47	2,44	1,7	25,71	1,67
230 kg de N ha ⁻¹						
Grau de umidade das colheitas (%)	TPG	CE	TZ	EA	SI	CA
45	74,2 c	96,2 a	86,2 c	73,2 c	0,0 b	74,5 c
35	85,5 b	76,4 c	89,2 b	84,5 b	0,0 b	87,0 b
25	95,5 a	66,0 d	95,0 a	97,5 a	0,0 b	96,2 a
15	44,0 d	86,4 b	35,2 d	40,7 d	10,7 a	44,2 d
Média Geral	74,81	81,28	76,43	74	2,68	75,5
CV (%)	1,76	1,01	1,35	1,91	17,81	2,16
290 kg de N ha ⁻¹						
Grau de umidade das colheitas (%)	TPG	CE	TZ	EA	SI	CA
45	74,7 c	95,9 a	87,0 c	75,0 c	0,0 b	78,5 c
35	88,0 b	76,1 c	91,2 b	84,0 b	0,0 b	88,0 b
25	94,0 a	64,9 d	94,2 a	96,7 a	0,0 b	95,0 a
15	36,7 d	85,0 b	35,2 d	38,2 d	11,5 a	40,5 d
Média Geral	73,37	80,52	76,93	73,5	2,87	75,5
CV (%)	3,64	2,03	1,11	1,57	22,45	1,82

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados médios para as variáveis teste padrão de germinação (TPG), condutividade elétrica (CE), tetrazólio (TZ), envelhecimento acelerado (EA), sementes infestadas (SI) e canteiro de areia (CA) em relação às doses de N de cada grau de umidade das colheitas, sementes com o processo de secagem.

45%						
Doses de N kg ha ⁻¹	TPG	CE	TZ	EA	SI	CA
50	76,0 ab	93,0 ab	86,2 a	77,0 a	0,0 a	79,0 a
110	78,5 a	91,9 b	85,7 a	77,2 a	0,0 a	79,7 a
170	76,7 ab	93,2 ab	84,2 a	76,0 a	0,0 a	78,5 a
230	74,2 a	96,2 a	86,2 a	73,2 b	0,0 a	74,5 b
290	74,7 b	95,9 ab	87,0 a	75,0 ab	0,0 a	78,5 a
Média Geral	76,1	94,08	85,9	75,7	0	78,05
CV (%)	2,3	1,99	1,44	1,59	0	1,52
35%						
Doses de N kg ha ⁻¹	TPG	CE	TZ	EA	SI	CA
50	83,5 a	76,7 a	91,7 a	82,2 b	0,0 a	84,0 c
110	88,5 ab	76,9 a	85,7 b	98,0 a	0,0 a	91,7 a
170	91 a	76,7 a	87,2 ab	86,2 b	0,0 a	88,7 ab
230	85,5 ab	76,4 a	89,2 ab	84,5 b	0,0 a	87,0 ab
290	88,0 ab	76,1 a	91,2 ab	84,0 b	0,0 a	88,0 abc
Média Geral	87,3	76,6	89,05	87	0	87,9
CV (%)	3,47	1,7	2,77	2,16	0	2,36
25%						
Doses de N kg ha ⁻¹	TPG	CE	TZ	EA	SI	CA
50	94,7 a	65,1 a	95,5 b	96,5 a	0,0 a	97,5 ab
110	95,0 a	65,1 a	97,5 a	98,0 a	0,0 a	97,0 ab
170	95,7 a	65,3 a	95,2 b	98,0 a	0,0 a	98,0 a
230	95,5 a	66,0 a	95,0 b	97,5 a	0,0 a	96,2 ab
290	94,0 a	64,9 a	94,2 b	96,7 a	0,0 a	95,0 b
Média Geral	95	65,33	95,9	97,35	0	96,75
CV (%)	1,38	1,32	0,64	0,87	0	1,22
15%						
Doses de N kg ha ⁻¹	TPG	CE	TZ	EA	SI	CA
50	44,0 a	86,5 a	39,2 a	40,7 ab	13,0 a	43,0 ab
110	43,2 a	86,0 a	39,5 a	40,7 ab	12,7 a	43,0 ab
170	42,5 a	87,2 a	35,7 b	41,2 a	11,0 a	43,7 a
230	44,0 a	86,4 a	35,2 b	40,7 ab	10,7 a	44,2 a
290	36,7 b	85,0 a	35,2 b	38,2 b	11,5 a	40,5 b
Média Geral	42,1	86,24	36,95	40,35	11,8	42,9
CV (%)	5,27	1,44	3,8	3,26	11,81	3,18

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.