

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS FREDERICO WESTPHALEN – RS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E AMBIENTAIS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Álex Theodoro Noll Drews

**MILHO PIPOCA: É POSSÍVEL REDUZIR A ADUBAÇÃO SEM
COMPROMETER A PRODUTIVIDADE E QUALIDADE?**

Frederico Westphalen, RS
2021

Álex Theodoro Noll Drews

**MILHO PIPOCA: É POSSÍVEL REDUZIR A ADUBAÇÃO SEM COMPROMETER
A PRODUTIVIDADE E QUALIDADE?**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) *Campus* Frederico Westphalen, como requisito parcial para obtenção do título de **Engenheiro Agrônomo.**

Orientador: Prof. Drº. Claudir José Basso

Frederico Westphalen, RS
2021

Álex Theodoro Noll Drews

**MILHO PIPOCA: É POSSÍVEL REDUZIR A ADUBAÇÃO SEM COMPROMETER
A PRODUTIVIDADE E QUALIDADE?**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) *Campus* Frederico Westphalen, como requisito parcial para obtenção do título de **Engenheiro Agrônomo**.

Aprovado em 17 de agosto de 2021:

Claudir José Basso, Dr. (UFSM)
(Orientador)

Marcelo Silveira de Farias Dr. (UFSM)
(Comissão examinadora TCC)

Eveline Ferreira Soares Ms. (UFSM)
(Comissão Examinadora TCC)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Sadi e Jane, minha irmã Meire por todo o suporte e incentivo durante a minha caminhada, os quais foram essenciais para que conseguisse chegar até aqui. Á vocês, a minha eterna gratidão e o meu eterno amor.

AGRADECIMENTOS

Concluir este trabalho só foi possível graças ao apoio, compreensão, paciência, e dedicação de várias pessoas que se fizeram presentes ao longo dessa trajetória. Agradeço imensamente a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho. A partir daqui, iniciará uma nova caminhada e com ela, outros desafios irão surgir ao longo do tempo. É bom saber que em momentos de dificuldade existem pessoas com as quais podemos contar. Pessoas as quais dedico toda a minha gratidão.

Agradeço a Deus por estar presente na minha vida, me guiando por toda trajetória da graduação do curso.

Agradeço a toda minha família, meu pai, Sadi Ricardo Drews, minha mãe, Jane Marisa Noll, a minha irmã, Meire Suziane Noll Drews, pelo incentivo, apoio e confiança conferidos a mim. Obrigado por estarem comigo nos bons e maus momentos e acreditarem na minha capacidade de realizar esse sonho.

Ao meu orientador Claudir José Basso, obrigado por toda confiança depositada em mim desde o primeiro momento em que entrei em sua sala para conversar. Por toda a paciência e carinho presentes nos momentos de ensino e orientação, que mesmo em meio à correria de suas obrigações, sempre com alegria, mostrou dedicação e sabedoria ao repassar seu conhecimento como professor orientador, além disso, foi muito mais que um orientador, sempre dando conselhos e ajudando naqueles momentos de situações delicadas, complicadas e difíceis. A todos que fazem ou fizeram parte do laboratório Plantas de Lavoura, me faltam palavras para descrever a minha felicidade em poder ter feito parte desse incrível grupo, os aprendizados e as amizades feitas irão ficar eternamente gravadas em minhas memórias.

Aos meus amigos da faculdade, fica aqui o meu muito obrigado por tudo o que fizeram por mim e pelas amizades ao longo de todos estes anos. Agradeço ainda, a todos os professores que passaram pela minha graduação, pois sem os ensinamentos, dedicação e conselhos de cada um de vocês esse momento não seria possível.

Agradeço a Família Engraf que abriram as portas de sua casa/fazenda para que eu pudesse realizar o meu intercâmbio agrícola, me acolheram, incentivaram e ensinaram muitas coisas novas que me ajudaram a ser um ser humano e um profissional melhor, assim fizeram desta minha experiência um dos melhores anos da minha vida, me deram a oportunidade de vivenciar um ambiente totalmente diferente que ajudou em meu crescimento.

Agradeço a todos os membros do Grupo PET Ciências Agrárias e da AGR Empresa Junior, que me proporcionaram momentos inesquecíveis durante a graduação.

A toda equipe da GDM Genética do Brasil de Passo Fundo, em especial aos membros da marca DonMario, obrigado pela oportunidade de estágio, por todos os ensinamentos e amizades aqui feitas. Esta etapa foi de grande valia para meu crescimento, além do conhecimento técnico adquirido, esta oportunidade me abriu portas para um futuro promissor.

A Universidade Federal de Santa Maria – campus Frederico Westphalen, seu corpo docente, direção, administração e demais funcionários que cumprem seu papel com amor e dedicação, trabalhando incansavelmente para que nós, alunos, possamos contar com um ensino superior de qualidade.

“Eu tentei 99 vezes e falhei, mas na centésima tentativa eu consegui, nunca desista de seus objetivos mesmo que esses pareçam impossíveis, a próxima tentativa pode ser a vitoriosa.”

(Albert Einstein)

RESUMO

MILHO PIPOCA: É POSSÍVEL REDUZIR A ADUBAÇÃO SEM COMPROMETER A PRODUTIVIDADE E QUALIDADE?

AUTOR: Álex Theodoro Noll Drews

ORIENTADOR: Claudir José Basso

Adubação em milho pipoca é baseada na adubação do milho grão, entretanto, existe uma diferença de potencial produtivo entre as culturas e, conseqüentemente, uma diferença na necessidade e quantidade de nutrientes exportados. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar doses de adubação de nitrogênio, fósforo e potássio sobre alguns parâmetros de planta, produtividade final de grãos e na qualidade do milho pipoca. Foram utilizadas cinco doses de adubação, sendo elas: 100% da recomendação de milho grão de acordo o manual de adubação e calagem, 80%, 60%, 50% e sem adubação, em um híbrido de milho pipoca. O experimento foi conduzido na safra 2017/2018 e 2018/2019 na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* de Frederico Westphalen, RS, em um delineamento de blocos casualizados. As parcelas correspondem a seis linhas espaçadas em 0,45 m cada, onde as parcelas mediram 6 m de comprimento e 2,7 m de largura, totalizando uma área de 16,2 m² e área útil de avaliação de 7,2 m² (quatro linhas centrais, menos um metro de cada extremidade). Os dados mostraram que, é possível reduzir até 18% a adubação do milho pipoca, sem comprometer a qualidade e a produtividade final de grãos.

Palavras-chave: *Zea mays everta*, fertilizantes, manejo, capacidade de expansão e rendimento.

ABSTRACT

POPCORN: IS IT POSSIBLE TO REDUCE FERTILIZATION WITHOUT COMPROMISING PRODUCTIVITY AND QUALITY?

AUTHOR: Alex Theodor Noll Drews

ADVISOR: Claudir José Basso

Fertilization in popcorn is based on fertilization of corn grain, however, there is a difference in productive potential between crops and, consequently, a difference in the need and quantity of exported nutrients. Thus, the objective of this work was to evaluate nitrogen, phosphorus and potassium fertilization rates on some plant parameters, final grain yield and on the quality of popcorn, using 5 fertilization rates, which were 100% of the corn grain recommendation. according to the fertilization and liming manual, 80%, 60%, 50% and without fertilization in a popcorn hybrid. The experiment was conducted in the 2017/2018 and 2018/2019 seasons in the experimental area of the Federal University of Santa Maria campus Frederico Westphalen, RS, in a randomized block design. The plots correspond to 6 lines spaced at 0.45 m, where the plots measured 6 m in length and 2.7 m in width, totaling an area of 16.2 m² and an usable area of assessment of 7.2 m² (4 central lines less one meter from each end). The data showed that it is possible to significantly reduce until 18% the fertilization of popcorn without compromising the quality and final grain yield.

Key words: *Zea mays everta*, fertilizer, management, expansion capacity and yield.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para as variáveis Altura de Planta (AP) em cm, Altura da Inserção de Espiga (AIE) em cm, Diâmetro do Colmo (DC) em mm, Grãos Espiga (GE), Massa de Mil Grãos (MMG) em gramas, Capacidade de Expansão (CE) em ml g ⁻¹ e a Produtividade de Grãos (PG) em kg ha ⁻¹ , durante a safra 2017/2018 e 2018/2019 em Frederico Westphalen – RS.....	22
--	----

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Temperaturas médias diárias e precipitação diária durante a condução do experimento para as safras 2017-2018. Os dados foram obtidos de estação meteorológica automática em Frederico Westphalen, RS, Brasil..... 19
- Figura 2 - Temperaturas médias diárias e precipitação diária durante a condução do experimento para as safras 2018-2019. Os dados foram obtidos de estação meteorológica automática em Frederico Westphalen, RS, Brasil..... 19
- Figura 3 - Representação da equação de regressão para: Altura de Planta em centímetros (A), Altura de Inserção da Espiga em centímetros (B) e Diâmetro do colmo em milímetros(C), em razão de diferentes doses de adubação, na safra 2017/2018 e 2018/2019 em Frederico Westphalen-RS..... 23
- Figura 4 - Representação da equação de regressão para: Número de grãos por Espiga (D) e Massa de Mil Grãos em gramas (E) em razão de diferentes doses de adubação, na safra 2017/2018 e 2018/2019 em Frederico Westphalen-RS..... 25
- Figura 5 - Representação da equação de regressão para: Produtividade de Grãos em Kg ha⁻¹ em razão de diferentes doses de adubação, na safra 2017/2018 e 2018/2019 em Frederico Westphalen-RS..... 26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 CARACTERÍSTICAS DA PLANTA DO MILHO PIPOCA.....	15
2.2 O MILHO PIPOCA NO BRASIL	16
2.3 ADUBAÇÃO	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5 CONCLUSÃO	27
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1 INTRODUÇÃO

O milho pipoca (*Zea mays* L. var. *everta*) apresenta como características grãos pequenos, duros e que possuem a capacidade de estourar se submetidos a temperaturas próximas a 180 graus centígrados. É considerada uma subespécie do milho (*Zea mays*) (SAWAZAKI, 2001) e apontado como cultura de alto retorno econômico, dentro da categoria conhecida como “milhos especiais”. Apresenta, ainda, papel de influência positiva na economia nacional, podendo ser uma alternativa atrativa para a rotação de culturas (BRUGNERA et al., 2003; SCAPIM et al., 2006; VIEIRA et al., 2009; MENDES et al., 2010; SILVA et al., 2010; RANGEL et al., 2011).

Com relação ao milho pipoca, o Brasil tem mostrado crescimento anual em termos de produção e produtividade (MORA; SCAPIM, 2007); mesmo assim, tanto a área de plantio comercial, quanto à produção nacional estão abaixo da demanda do mercado interno. O alto volume de importação da pipoca que, em determinados períodos, chegou a ser de aproximadamente 75%, proveniente dos Estados Unidos e Argentina (SAWAZAKI, 2001; SCAPIM et al., 2006); se dá tanto pela falta de híbridos e variedades nacionais que consigam conciliar produtividade com qualidade de grão, quanto por outro fator limitante, que é a falta de informações sobre práticas agrícolas aplicadas a cultura, onde se destaca o manejo de adubação (BRUGNERA et al., 2003). É importante destacar a extrema importância do manejo de adubação no momento em que a área cultivada aumenta ano a ano, com propósito de aumento nos níveis de produtividade. Mesmo sendo uma cultura interessante, sob o ponto de vista econômico, o Brasil carece de informações atualizadas da área cultivada, produção e produtividade da cultura

A utilização de fertilizantes, o melhoramento genético e as práticas de manejo cultural propiciam aumento considerável na produtividade do milho (GALVÃO et al., 2014; SPOLAOR et al., 2016). Para alcançar elevados tetos produtivos, é fundamental suprir as necessidades nutricionais da cultura. Entretanto, a necessidade do uso de altos níveis de fertilizantes utilizados pela agricultura atual gera certo estado de preocupação, pois existem consequências associadas a causa do uso irracional destes insumos, como a eutrofização das águas superficiais, lixiviação de nitrato para as águas subterrâneas e emissão de gases de efeito estufa (CHIEN et al., 2011; DUNGAIT et al., 2012; MARKS et al., 2013; SPOLAOR et al., 2016). Além dos problemas ambientais, segundo a CONAB (2018), Furlaneto et al., (2010) e Artuzo et al., (2018), o custo com fertilizantes químicos podem impactar de 19,10%, chegando até 41,39% do custo total de produção da cultura do milho, no qual esse valor para o milho pipoca pode ser ainda superior.

Assim, uma forma de tornar a cultura viável sob o ponto de vista técnico e ambiental ao longo do tempo, está na redução desse custo com estratégias de manejo que busquem maior eficiência de utilização dos fertilizantes químicos. Atualmente, a recomendação da adubação do milho pipoca é baseada na adubação do milho grão, porém, existe grande diferença entre os potenciais produtivos e, conseqüentemente, a exportação desses nutrientes. Logo, existem questionamentos por parte de produtores e técnicos quanto a real necessidade de se adubar o milho pipoca com os mesmos níveis de adubação utilizados para produção do milho comercial, e, conseqüentemente, uma suspeita de superestimação da adubação do milho pipoca.

Por isso, a hipótese que fundamenta esse trabalho é a de que, é possível manter produtividade e qualidade reduzindo os níveis de adubação do milho pipoca, em relação ao milho para produção de grão comercial. O trabalho teve como objetivo avaliar doses de adubação de nitrogênio, fósforo e potássio sobre alguns parâmetros de planta, produtividade final de grãos e na qualidade do milho pipoca.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DA PLANTA DO MILHO PIPOCA

O milho pipoca (*Zea mays* L. var. *everta*) é classificado com um milho especial, pertencente a espécie botânica do milho comum e difere-se dos demais devido a sua capacidade de expansão e sua capacidade de estourar e formar a pipoca quando submetidos a altas temperaturas (ZINSLY; MACHADO, 1987 e SAWAZAKI, 2001). A capacidade que o mesmo tem de estourar se deve por possuir uma fina cápsula que envolve o endosperma. Esta película funciona como uma parede rígida, que quando rompida aumenta a pressão interna devido ao calor transferido para o interior do grão, essa película quando comparada ao do milho comum, é três vezes mais eficiente na condução de calor para o endosperma (CORRÊA et al., 2001).

É uma planta monoica, ou seja, apresenta ambos os sexos no mesmo indivíduo, onde as flores femininas são dispostas em espigas laterais e as masculinas em panículas apicais, característica que favorece a fecundação cruzada, denominada de diclinia, que é o fenômeno em que os estames e os pistilos estão em flores separadas, mas presentes na mesma planta (GOODMAN; SMITH, 1987). É uma cultura alógama apresentando aproximadamente 100% de fecundação cruzada (PATERNIANI; CAMPOS, 2005).

O milho pipoca é uma planta herbácea anual que completa seu ciclo dentro de quatro a cinco meses e pertence ao grupo de plantas C4, plantas essas, extremamente eficazes na utilização da luz. Redução da intensidade luminosa entre 30 % a 40 % por longos períodos, pode ocasionar atraso na maturação dos grãos. A temperatura ideal para o seu desenvolvimento encontra-se em torno de 30 °C e não se recomenda sua semeadura onde a temperatura mínima seja inferior a 10 °C e a máxima exceda os 40 °C (GAMA et al., 1990). Com relação a época de semeadura, recomenda-se que o período de floração coincida com dias longos, e o estágio de enchimento dos grãos com alta radiação solar e temperaturas elevadas (CRUZ et al., 2010). Para a região Sul do Brasil, o período melhor para semeadura está entre os meses de setembro a novembro (SANTOS et al., 2007). O milho pipoca é uma cultura extremamente exigente em água durante todo seu ciclo, essencialmente nos períodos críticos da cultura, os quais são a fase de pendoamento e enchimento dos grãos, sendo necessário precipitação total próxima de 600 mm bem distribuídos ao longo de todo o ciclo da cultura, caso contrário, torna-se um fator limitante na produção (VITTORAZZI, 2013).

O milho pipoca, quando comparado ao milho comum possui algumas diferenças, entre elas, o tamanho do grão e das espigas (sendo estes menores). De modo geral, apresentam maior número de espigas por planta por possuírem a característica de serem altamente prolíficas,

folhas mais estreitas e eretas, plantas de menor porte, colmo mais fino, maior fragilidade a presença de pragas, doenças, acamamento e/ou quebraimento do colmo (SAWAZAKI, 2001). São estes alguns dos fatores que acabam ocasionando redução significativa na produtividade do milho pipoca.

Os grãos possuem grande variabilidade no tamanho (0,5 a 1,0 cm), na forma (redonda, chata e pontuda) e na coloração (branca, vermelho, preta, roxa, amarela, rosa, creme, azul), sendo os mais comuns e preferidos pelo público consumidor os de formato redondo e cor amarelada (ZINSLY; MACHADO, 1987).

A capacidade de expansão é considerada a característica de principal relevância ao nível de consumidor, medida através da relação entre volume de pipoca expandida e o peso dos grãos em determinado recipiente (mL/g). Quanto maior a capacidade de expansão, menor será a porcentagem de grãos sem estourar, sendo que isso, resulta na qualidade da pipoca, proporcionando maior textura e maciez (ZINSLY; MACHADO, 1987). Como resultado, quanto maior a capacidade de expansão, maior será o valor comercial da pipoca (CRUZ, 2001).

Segundo Galvão et al. (2000) capacidade de expansão acima de 26 mL/g são de ótima qualidade, entre 21 mL/g a 25 mL/g são considerados bons, para valores entre 15 e 20 mL/g razoáveis, já os valores abaixo de 15 mL/g normalmente não estouram, devido a sua maior rigidez, não devendo ser comercializados.

A colheita do milho pipoca requer o máximo de cuidado, qualquer dano que ocorra no pericarpo diminui o valor da capacidade de expansão, sendo que a umidade ideal para colheita em torno de 16 a 18% (CRUZ, 2001). Para a secagem artificial, a umidade recomendada está entre 13 a 15% para obter ótimo rendimento, evitando danos como trincamento e ruptura nos grãos, que podem ocorrer nesse processo, afetando a capacidade de expansão (RUFFATO et al., 2000).

2.2 O MILHO PIPOCA NO BRASIL

No Brasil, a pipoca apresenta grande popularidade e apreço pelos consumidores. Devido ao aumento no consumo nacional ano após ano, o mercado de pipoca no país encontra-se em expansão (FREIRE, 2015). No Brasil, os municípios de maior relevância na produção de milho pipoca, são: Campo Novo do Parecis, localizado no estado do Mato Grosso, que produz em torno de 75% de toda produção nacional e Nova Prata, localizada no Rio Grande do Sul. O cultivo normalmente ocorre de forma conjunta, onde as empresas/empacotadoras fornecem as sementes de alta qualidade e assistência técnica, garantindo a compra do produto, através de

contratos juntamente com produtores, para adiante serem processados, embalados e comercializados (FREIRE, 2015).

O milho pipoca ganhou a atenção dos produtores devido ao seu elevado valor de mercado, o qual pode chegar a ser até o dobro do preço quando comparado ao milho comum, entretanto, é uma cultura que exige maior cuidado e trabalho para produzir, além de ter custo de produção mais elevado e produtividade menor (BLECHER, 2019).

Atualmente, o Brasil ocupa a segunda colocação mundial de produção em milho pipoca, atrás somente dos Estados Unidos. Produzindo cerca de 350 mil toneladas, entretanto, 220 mil toneladas permanecem no país para o consumo interno. Apesar de ocupar esta colocação e com valor comercial agregado elevado, superando o próprio milho comum, o cultivo comercial do milho pipoca ainda é baixo (MIRANDA et al., 2011).

Existem alguns fatores que contribuem para a área de cultivo de milho pipoca ser tão baixa. Segundo Oliveira (2016), até agosto de 2016, existiam 75 registros de milho pipoca no Registro Nacional de Cultivares (RNC), entretanto, apenas oito destas estavam disponíveis para os produtores, seis ofertadas pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e duas pela Universidade Estadual Norte Fluminense (UENF). Os demais registros ficam restritos ao uso somente pelas empresas empacotadoras, que estabelecem contratos fechados com seus produtores. Desta forma, agricultores que não possuem contrato de compra e venda, possuem poucas opções de cultivares.

Além da problemática da baixa disponibilidade de cultivares no Brasil, outro fator limitante é a carência de informações técnicas específicas para a cultura, mesmo apresentando grande importância econômica no Agronegócio brasileiro, ainda não possui a mesma relevância que o milho comum (LEONELLO et al., 2009). O cultivo do milho pipoca pode ser uma ferramenta de grande valia para os produtores brasileiros na procura por diversificação de produtos, auxiliando no sistema de rotação de culturas e agregando bom retorno financeiro para a propriedade.

2.3 ADUBAÇÃO

Nos últimos anos, a cultura do milho vem passando por grandes inovações tecnológicas com intuito de se buscar incrementos expressivos em produtividade. Um dos fatores primordiais para esse incremento é a conscientização por parte dos produtores em melhorar a qualidade do solo, através do manejo adequado, como a rotação de culturas, manejos fitossanitários, bem como o manejo da fertilidade com uso equilibrado e racional dos fertilizantes, para uma produção sustentável e com menor impacto sobre o ambiente.

Dados apresentados pela EMBRAPA (2006) indicam crescimento linear na extração de nutrientes como Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) para cultura de milho grão. Para uma produtividade superior a 10.000 kg ha⁻¹ ocorreu uma extração de 212, 42 e 157 kg ha⁻¹ de N, P e K, respectivamente (COELHO, 2006). Entretanto, a cultura do milho pipoca dificilmente atinge patamares de produtividade tão elevados. Özkaynak e Samanci (2003) avaliaram o rendimento de nove híbridos de milho pipoca que variaram de 2.720 kg ha⁻¹ a 4.640 kg ha⁻¹. Em estudos feito por Öz e Kapar (2011) avaliando trinta genótipos de milho pipoca obtiveram rendimento entre 3.535 kg ha⁻¹ a 5.399 kg ha⁻¹, apontando a discrepância existente em rendimento quando comparada as duas culturas.

O nitrogênio atua na estruturação, bem como, no desenvolvimento radicular e vegetativo das plantas. O fósforo tem grande importância na divisão e crescimento das células, na fotossíntese e contribui para qualidade do grão. Já o potássio atua na regulação estomática, essencial para diversas enzimas e na formação dos frutos (TAIZ et al., 2017). Os nutrientes N, P e K, exercem funções essenciais para as culturas, porém, o uso excessivo de fertilizantes químicos, podem potencializar problemas ambientais como a eutrofização das águas superficiais, lixiviação de nitrato para as águas subterrâneas e emissão de gases de efeito estufa.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos anos agrícolas de 2017/2018 e 2018/2019, na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* de Frederico Westphalen, RS, na região do Médio Alto Uruguai, com localização geográfica 27° 23' 51'' de latitude Sul e 53°35'19'' de Longitude Oeste, a uma altitude de 490 m.

A classificação climática da região segundo Köppen é Cfa, caracterizado como subtropical úmido, com precipitação média anual de 1.881 mm e temperatura média de 19,1°C. Os dados de temperatura máxima e mínima diária, bem como os valores da precipitação pluviométrica ocorrida durante os meses de condução do experimento nos anos de 2017/2018 e 2018/2019 encontram-se nas Figuras 1 e 2, foram obtidos de uma estação meteorológica instalada a uma distância aproximada de 400 m do local onde o trabalho foi realizado. Durante o desenvolvimento da cultura, nos meses de dezembro e janeiro de 2017 a 2018, foram realizadas quatro irrigações no experimento com aplicação respectivamente de 23, 13, 20 e 23 mm em cada uma delas. Durante o mês de dezembro de 2018 foram efetuadas duas irrigações com aplicação de 15 e 22 mm, respectivamente, ou seja, os resultados obtidos neste trabalho não sofreram interferências de déficit hídrico.

Figura 10 - Temperaturas médias diárias e precipitação diária durante a condução do experimento para as safras 2017-2018. Os dados foram obtidos de estação meteorológica automática em Frederico Westphalen, RS, Brasil.

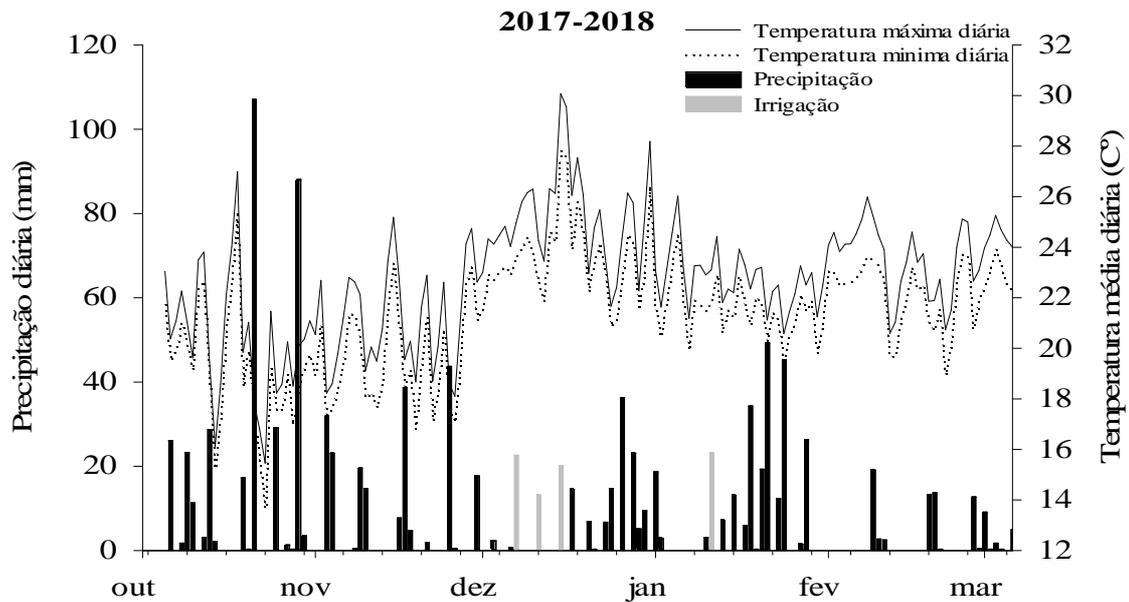
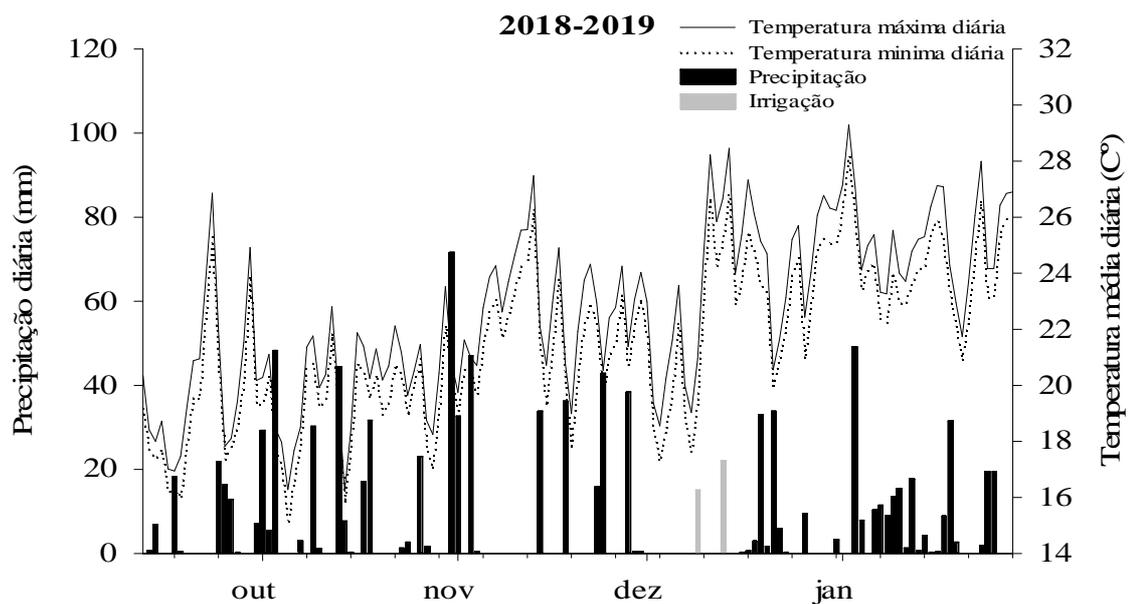


Figura 1 - Temperaturas médias diárias e precipitação diária durante a condução do experimento para as safras 2018-2019. Os dados foram obtidos de estação meteorológica automática em Frederico Westphalen, RS, Brasil.



O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico, textura argilosa, profundo e bem drenado (EMBRAPA, 2006), que por ocasião da instalação do experimento apresentava as seguintes características: teor de argila: 64%; pH (H₂O): 5,9; P: 3,2 mg dm⁻³ (Mehlich⁻¹); K: 214,5 mg dm⁻³; Ca²⁺: 6,2 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺: 3,4 cmol_c dm⁻³; e 3,1% de matéria orgânica.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo eles baseados no percentual da recomendação de adubação: T1 (100%) = 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 150 kg ha⁻¹ de K₂O; T2 (80%) = 160 kg ha⁻¹ de N, 96 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 120 kg ha⁻¹ de K₂O; T3 (60%) = 120 kg ha⁻¹ de N, 72 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 90 kg ha⁻¹ de K₂O; T4 (50%) = 100 kg ha⁻¹ de N, 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 75 kg ha⁻¹ de K₂O; T5 (0%) = testemunha. O tratamento T1 representa a adubação para expectativa de 200 sc ha⁻¹ de milho grão, segundo a recomendação do Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (2016).

A adubação foi realizada manualmente para todos os tratamentos, com exceção da testemunha, que não recebeu adubação. As parcelas receberam 30 kg ha⁻¹ de N sobre a linha no momento da semeadura, e o restante do N de cada tratamento foi dividido em duas aplicações, sendo elas, uma após a cultura apresentar quatro folhas totalmente expandidas (V4) e a segunda após apresentar oito folhas totalmente expandidas (V8). A fonte mineral utilizada foi a ureia a 45% de N. Para aplicação do fósforo a fonte mineral utilizada foi superfosfato triplo, com 48% de P₂O₅, este foi aplicado na totalidade de cada tratamento sobre a linha de semeadura, logo após a semeadura. A aplicação de potássio foi realizada totalmente em cobertura, no momento da semeadura utilizando como fonte mineral o cloreto de potássio com 58% de K₂O.

A área aonde o experimento foi conduzido possuía Azevém (*Lolium multiflorum*) como planta de cobertura, onde o mesmo foi dessecado com a utilização do glyphosate, 20 dias antes da semeadura do milho pipoca. A semeadura foi realizada no dia 05/10/2017 e no dia 12/09/2018. As linhas foram marcadas com semeadora de seis linhas espaçadas em 0,45 m cada, onde as parcelas mediram 6 m de comprimento e 2,7 m de largura, totalizando uma área de 16,2 m² e área útil de avaliação de 7,2 m² (quatro linhas centrais menos um metro de cada extremidade).

O híbrido utilizado foi da empresa General Mills (YOKI) 8203 de ciclo precoce, que por ocasião da semeadura manual foram colocadas duas sementes por cova no solo. Após a emergência, foi efetuado o raleio perfazendo ao final 3,06 plantas por metro linear, totalizando uma população final de 68.000 plantas por ha⁻¹. A colheita das parcelas e a debulha das espigas foram realizadas manualmente, ocorrendo nos dias 06/03/2018 e 28/02/2019, totalizando respectivamente, 146 e 131 dias de ciclo após a germinação. Para o manejo de plantas daninhas, doenças e pragas, seguiu-se o recomendado para a cultura, conforme recomendação do boletim técnico para a cultura do milho (EMBRAPA, 2017).

Para os parâmetros de plantas na pré-colheita foram feitas as seguintes avaliações: Altura de Planta (AP): média das medições, feitas do nível do solo à inserção da folha-bandeira,

em centímetros (cm); Altura da inserção da espiga (AIE): feita no mesmo momento da anterior, medições foram feitas do nível do solo até a inserção da espiga principal formada, em centímetros (cm); Diâmetro do colmo (DC): com o uso de um paquímetro digital, a menor circunferência encontrada no colo no primeiro internódio da planta, em milímetros (mm). Para as avaliações de AP, AIE, e DC foram utilizadas 10 plantas por parcela.

Para os parâmetros de plantas na pós-colheita foram feitas as seguintes avaliações: Grãos por espiga (GE): obtido por meio da multiplicação do número de fileiras por espiga pelo número de grãos em uma fileira; Massa de mil grãos (MMG): determinado por meio de oito subamostras de cem grãos de cada parcela, onde se obteve a média e ajuste para massa de mil grãos a 13% de umidade; Capacidade de expansão (CE): obtida a partir da razão entre o volume da pipoca expandida e o peso de grãos, para isso foram coletas cinco espigas por parcela, debulhadas manualmente para diminuir os danos físicos, então a CE foi determinada em laboratório, utilizando uma amostra com peso de 30 gramas de grãos, foi utilizado uma pipoqueira elétrica de ar quente, os grãos foram colocados no recipientes da pipoqueira, sem óleo, quando a temperatura atingiu os 100 °C e mantidos por trinta segundos, o volume da pipoca expandida foi medido em uma proveta graduada de 1.000 mL (Sawazaki et al., 1986); Produtividade de Grãos (PG): determinada através da colheita de todas as espigas da área útil da unidade experimental, sendo estas trilhadas manualmente e o peso corrigido para 13% de umidade, posteriormente extrapolou-se os dados da produtividade em kg ha⁻¹. Com exceção da CE que foi utilizada cinco espigas e para a produtividade grãos que foi utilizada a área útil de cada parcela, as demais avaliações foram realizadas a partir de 10 plantas ou espigas colhidas de cada parcela.

Os dados de cada experimento foram analisados isoladamente, sendo todos submetidos a análise de variância (teste F) a 1 e 5% de probabilidade de erro, e submetidas a análise de regressão. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico SISVAR, versão 5.6 (FERREIRA 2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, encontra-se o resumo da análise de variância para às variáveis AP, AIE, DC, GE, MMG, CE e PG, referentes aos anos agrícolas 2017/2018 e 2018/2019, respectivamente. As doses de adubação influenciaram ($p \leq 0,05$) nas variáveis resposta. Verifica-se que, as doses de adubação aplicadas no solo influenciaram ($p \leq 0,05$) para as variáveis, com exceção das variáveis CE para ambos os anos, e para MMG no ano 2017/2018.

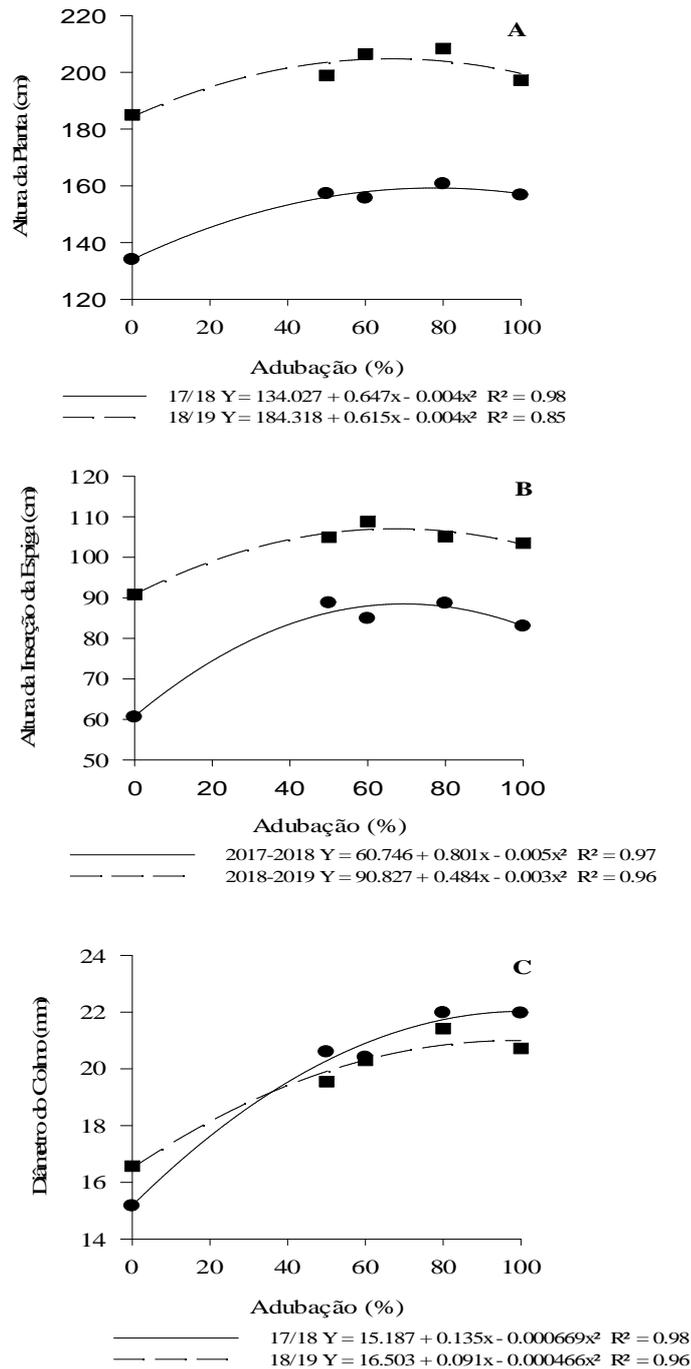
Tabela 1 - Resumo da análise de variância para as variáveis: Altura de Planta (AP) em cm, Altura da Inserção de Espiga (AIE) em cm, Diâmetro do Colmo (DC) em mm, Grãos Espiga (GE), Massa de Mil Grãos (MMG) em gramas, Capacidade de Expansão (CE) em ml g⁻¹ e a Produtividade de Grãos (PG) em kg ha⁻¹, durante os anos agrícolas 2017/2018 e 2018/2019, em Frederico Westphalen, RS.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios						
		----- 2017/2018 -----						
		AP	AIE	DC	GE	MMG	CE	PG
Bloco	3	332,95	267,79	0,92	3339,35	32,98	2,50	161761,25
Tratamento	4	458,52*	554,82*	31,64*	6667,90*	29,75 ^{ns}	1,87 ^{ns}	3142584,30*
Resíduo	12	78,32	28,38	2,03	488,62	14,32	0,68	134957,85
Média		152,88	81,20	20,03	508,79	174,20	44,70	3692,86
Cv (%)		5,79	6,56	7,12	4,34	2,17	1,85	9,95
		----- 2018/2019 -----						
Bloco	3	361,96	206,7	0,08	629,83	40,61	1,04	70202,79
Tratamento	4	342,10*	190,25*	14,19*	3667,69*	588,90*	4,87 ^{ns}	5849610,72*
Resíduo	12	92,74	39,42	1,04	883,71	17,39	2,30	251858,73
Média		199,18	102,65	19,71	611,86	154,20	43,90	5591,39
Cv (%)		4,84	6,12	5,18	4,86	2,70	3,46	8,98

Na Figura 3, apresentam-se os ajustes quadráticos para as variáveis AP, AIE e DC, para ambos os anos em estudo. Com relação a variável altura de planta (Figura 3A), na safra 2017/2018 o ponto de máxima eficiência foi alcançado utilizando 77% da dose total, o qual apresentou altura de 159,24 cm, entretanto para safra 2018/2019 o ponto de máxima eficiência foi atingido com 66% da adubação total, na qual representou altura de 204,77cm. Quando se compara os resultados obtidos referentes à altura de planta encontrada nesse trabalho, os mesmos divergem dos resultados encontrados referentes ao milho grão, pois Pelá et al., (2010) encontraram efeitos positivos ao aumento da adubação com base NPK utilizando doses acima

de 700 kg ha⁻¹, conforme aumentaram a dose a altura aumentou linearmente, sem atingir um ponto de máxima.

Figura 19 - Representação da equação de regressão para: Altura de Planta em centímetros (A), Altura de Inserção da Espiga em centímetros (B) e Diâmetro do colmo em milímetros (C), em razão de diferentes doses de adubação, na safra 2017/2018 e 2018/2019, em Frederico Westphalen, RS.



A altura de plantas tem influência significativa sobre a quantidade de matéria seca da parte aérea, processos fotossintéticos realizados pelas plantas e, ainda, no acúmulo ou disponibilidade de nutrientes, sendo esses translocados para os grãos, durante o período reprodutivo da cultura. Logo, a altura de planta, influencia diretamente a produtividade final (CASTRO et al., 2008; PARIZ et al., 2011).

Quando se avalia a resposta da altura da inserção da espiga (Figura 3B) em relação à adubação, para a safra 2017/2018 o ponto de máxima eficiência foi atingido com 68% referente à dose total, a qual resultou em inserção de espiga de 88,50 cm, a mesma variável para safra 2018/2019 apresentou o ponto máxima eficiência com 67% da dose total atingindo inserção de 107,05 cm, respectivamente. Gazola et al., (2014) avaliaram a influência de aminoácidos e da adubação nitrogenada de cobertura em milho, e observaram resposta linear para a altura de inserção da espiga para a adubação.

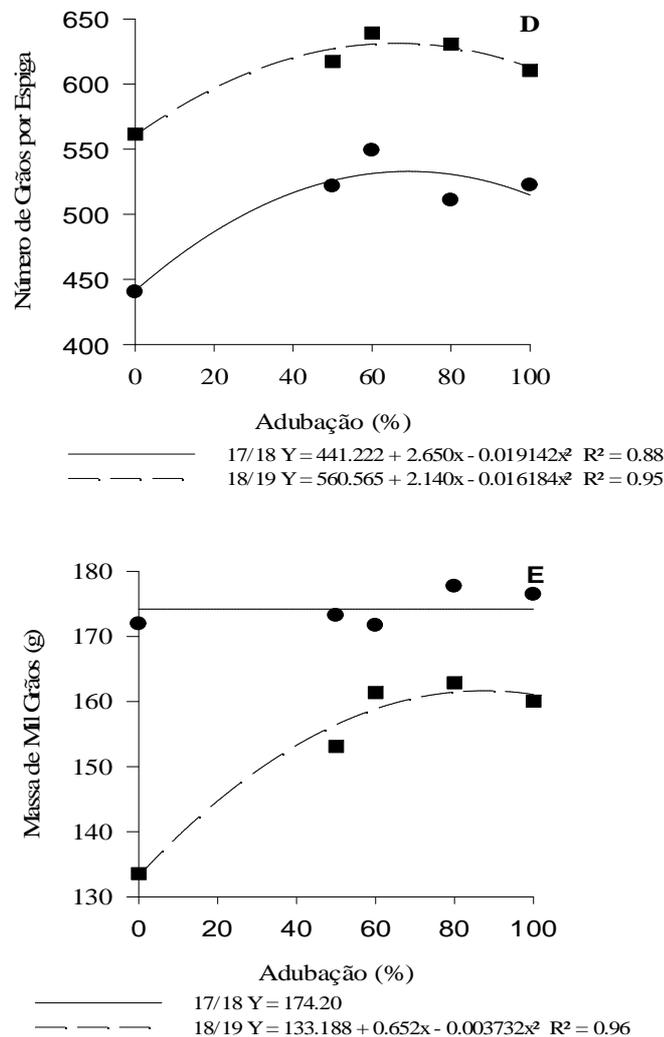
Os resultados obtidos por Sawazaki et al., (2003) mostram que, híbridos de milho pipoca apresentam correlação positiva entre a altura de inserção da espiga e a produtividade, ou seja, quanto maior a inserção na altura da espiga maior a produtividade. As perdas e a pureza dos grãos na colheita mecanizada, são influenciadas pela altura das plantas e, principalmente, pela altura de inserção da primeira espiga (POSSAMAI et al., 2001), onde plantas com maior porte e, conseqüentemente, maior inserção de espigas, apresentam vantagens na colheita.

Para a variável diâmetro de colmo (Figura 3C) o ponto de máxima eficiência atingido na safra 2017/2018 correspondeu a 101% da dose total, com o diâmetro correspondente a 22,04 mm, onde para o mesmo parâmetro na safra 2018/2019 o ponto de máxima eficiência foi alcançado com 98% da dose total recomendada para o milho, correspondendo a um diâmetro de 21 mm. Porém, Pias et al., (2017) avaliando o efeito de doses de NPK e de déficit hídrico em estádios fenológicos críticos do milho, encontraram ajuste quadrático para a variável de diâmetro de colmo, o ponto de máxima eficiência técnica foi utilizando dose 675 kg ha⁻¹ de NPK, sendo 69% maior do valor encontrado para milho pipoca, no presente estudo.

O aumento do diâmetro do colmo é eficaz para o milho pipoca, sendo que a cultura apresenta índices altos de acamamento e quebramento, diâmetros maiores resultam em plantas com menor suscetibilidade, bem como menor incidência de doenças, especialmente as podridões do colmo (FILHO; CRUZ, 2010). Ainda, o aumento do mesmo, afeta a fisiologia da planta pois, plantas com essa característica tendem a ser mais produtivas por acumularem maiores quantidades de reservas produzidos durante a fase vegetativa que serão posteriormente utilizadas na fase reprodutiva, para o enchimento de grãos (FAVARATO et al., 2016; KAPPES et al., 2011).

Na Figura 4, apresentam-se os ajustes quadráticos para as variáveis NGE, e MMG, para ambos os anos em estudo, com exceção para o MMG do ano 2017/2018 que não houve diferença e a média é 174,20 gramas. O NGE (Figura 4D), na safra 17/18 apresentou ponto de máxima eficiência com 69% da adubação total, apresentando total de 594 grãos por espiga, porém para safra de 2018/2019 o ponto de máxima eficiência correspondeu a 66% da dose, totalizando 631 grãos por espiga. Quanto à MMG (Figura 4E) na safra de 2017/2018 (Tabela 1) não se obteve diferença, entretanto para safra 2018/2019 houve diferença, a qual o ponto de máxima eficiência foi alcançado com 87% da dose total, apresentando a MMG de 161 gramas. O rendimento de grãos depende dos componentes: número de espigas por planta, número de grãos por espiga e massa de mil grãos, sendo que os maiores valores encontrados no trabalho foram em doses abaixo do tratamento com 100 % da adubação recomendada para o milho.

Figura 28 - Representação da equação de regressão para: Número de grãos por Espiga (D) e Massa de Mil Grãos em gramas (E) em razão de diferentes doses de adubação, na safra 2017/2018 e 2018/2019, em Frederico Westphalen, RS.

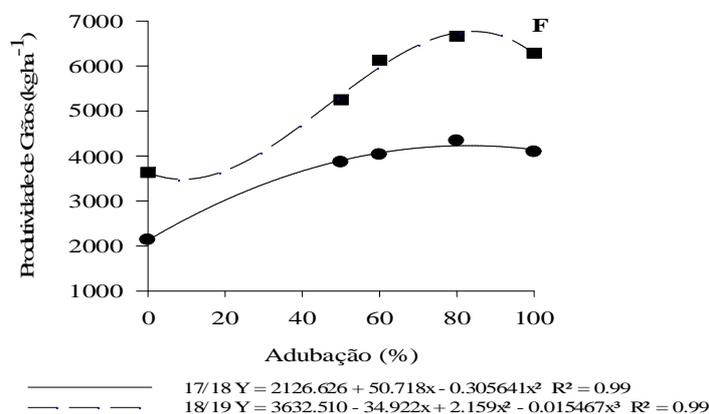


Bortolini et al., (2001), ao trabalharem com doses de adubação nitrogenada em milho convencional, encontraram resultados positivos para NGE e MMG, com comportamento linear quando utilizaram doses de nitrogênio de até 180 kg ha^{-1} , essa corresponde a uma dose 33% e 3% superior às encontradas nesse trabalho, para as respectivas variáveis em milho pipoca.

Para a capacidade de expansão (Tabela 1), não houve diferença para ambos os anos. A média da capacidade de expansão para safra 2017/2018 foi de $44,70 \text{ ml g}^{-1}$ e para safra 2018/2019 $43,90 \text{ ml g}^{-1}$, sendo que Matta e Viana (2001) consideram uma capacidade acima de 35 ml g^{-1} como excelente. Portanto, o híbrido utilizado no trabalho apresenta excelente capacidade de expansão, sendo um fator de extrema importância para indústria, na qual a adubação não interferiu na qualidade do grão. Green e Harris (1960) descreveram que, a capacidade de expansão é afetada principalmente pelo teor de umidade dos grãos, e também por outros fatores, como: grau de dano no pericarpo e endosperma, e pelo método de secagem. Assim, existem outros fatores que afetam a qualidade do grão da pipoca.

A produtividade de grãos para safra 2017/2018 (Figura 5F) apresentou ajuste quadrático sendo que o ponto de máxima eficiência do tratamento foi de 82%, com produtividade de $4230,62 \text{ kg ha}^{-1}$. Entretanto, para safra 2018/2019 (Figura 5F) a mesma variável apresentou ajuste cúbico, sendo seu ponto de mínima com 8% e a máxima eficiência com 84%, a qual produziu $6767,37 \text{ kg ha}^{-1}$. Lacerda et al., (2015) avaliando adubação, produtividade e rentabilidade da rotação entre soja e milho, encontraram ajuste quadrático na adubação do milho convencional com a máxima em 412 kg ha^{-1} , sendo 9% superior a máxima encontrada no atual trabalho. Entretanto, a produtividade máxima do milho convencional foi de $12.558 \text{ kg ha}^{-1}$, essa foi 2,96 vezes maior que a produção de milho pipoca na safra 2017/2018 e 1,85 vezes na safra 2018/2019, isso justifica a maior exigência nutricional do milho convencional, quando comparado ao milho pipoca.

Figura 5 - Representação da equação de regressão para: Produtividade de Grãos em Kg ha^{-1} em razão de diferentes doses de adubação, na safra 2017/2018 e 2018/2019, em Frederico Westphalen, RS.



Para os dois anos de experimento, as repostas à adubação foram semelhantes, entretanto os valores obtidos na safra 2017/2018 foram menores quando comparados aos valores da safra 2018/2019. Isso se justifica devido ao plantio ter sido realizado mais tardio, ao final da época preferencial da cultura no primeiro ano, mesmo realizando o plantio no início da época preferencial em 2018/2019. A pesquisa mostrou que independentemente da época de plantio, o milho pipoca necessita de menor adubação, quando comparado ao milho grão convencional, devido a cultura do milho pipoca apresentar parâmetros como altura de planta, altura da inserção da espiga, diâmetro do colmo, número de grãos por espiga, massa de mil grãos e produtividade inferiores quando comparadas ao milho convencional, assim, necessitando doses de adubações menores para atingir os maiores valores.

5 CONCLUSÃO

A adubação do milho pipoca deve ser reduzida em até 18% em comparação ao milho grão convencional, sem comprometer a qualidade e a produtividade final de grãos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C.R.; SOUZA, A.R.L.; DE SILVA, L.X. **Gestão de custos na produção de milho e soja**. Revista Brasileira de Gestão de Negócios, v.20, n.2, p.273-294, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.7819/rbgn.v20i2.3192>.

BLECHER, B. Brasil já é segundo maior produtor de milho pipoca do mundo. [**Entrevista disponibilizada em 21 de maio de 2019, a Internet**]. Disponível em: <<https://glo.bo/2WuNHIB>>. Entrevista concedida a CBN Agronegócios. Acesso em: 12 ago. 2019.

BORTOLINI, C.G.; SILVA P.R.F.; ARGENTA, G.; FORSHOFER E.L. **Rendimento de grãos de milho cultivado após aveia-preta em resposta a adubação nitrogenada e regime hídrico**. Pesc. Agropec. Bras., v.46, p.1101-1106, 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2001000900003>

BRUGNERA, A.; PINHO, R.G.V.; PACHECO, C.A.P.; e ALVAREZ, C.G.D. **Resposta de cultivares de milho pipoca a doses de adubação de semeadura**. Revista Ceres, v.50, p.417-429, 2003. <https://core.ac.uk/download/pdf/45499556.pdf>

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A.; e CESTARI, I. **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2008, 864p.

CHIEN, S.H.; PROCHNOW, L.I.; TU, S.; e SVNDER, C.S. **Agronomic and environmental aspects of phosphate fertilizers varying in source and solubility: an update review**. Nutrient Cycling in Agroecosystems, v.89, p.229-255, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10705-010-9390-4>

COELHO, A. M. **Nutrição e adubação do milho**. Minas Gerais: Circular Técnico EMBRAPA, n.78, p.65, 2006. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/490410/1/Circ78.pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2021.

CORRÊA, P. C. et al. **Cinética de secagem e qualidade de grãos de milho-pipoca**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 25, n. 1, p. 134-142, jan./fev. 2001. Disponível em <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/cineticasecagem_000ffh585q802wx5e005vmaqk8upbm8a.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2020.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC (CQFS-RS/SC). **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2016. 376p.

CONAB. **Custos de Produção**. Informativo Técnico, 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

CRUZ, E. M., M. S. **Seleção de famílias de milho-pipoca avaliadas com testemunhas intercalares**. 2001. 75 f. Tese (Doutorado Agronomia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

CRUZ, J. C. et al. **Cultivo do milho**. Embrapa Milho e Sorgo. 6. ed. set., 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27037/1/Plantio.pdf>>. Acesso em: 20 ago 2020.

DUNGAIT, J.A. et al. **Advances in the understanding of nutrient dynamics and management in UK agriculture.** Science of the Total Environment, v.434, p.39-50, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.04.029>

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA. **Indicações Técnicas para o Cultivo de Milho e de Sorgo no Rio Grande do Sul safras 2017/2018 e 2018/2019.** 1 ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, 2017. 209 p.

FAVARATO, L.F. et al. **Crescimento e produtividade do milho-verde sobre diferentes coberturas de solo no sistema plantio direto orgânico.** Revista Bragantia, v.75, p.497-506, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.549>

FERREIRA, D.F. **Sisvar a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons.** *Ciênc. agrotec.* Online, v.38, p.109-112, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.

FILHO, I.A.P.; CRUZ, J.C.; (2010). **Plantio, espaçamento, densidade, quantidade de sementes.** Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção 1. Versão eletrônica, ISSN 1679-012X 6 ed, setembro, 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27037/1/Plantio.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2020.

FREIRE, A. I. **Métodos para avaliação da capacidade de expansão de milho-pipoca pelas técnicas de espectrometria no infravermelho próximo, composição química e microscopia eletrônica.** 2015. 53 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

FURLANETO, F.P.B.; ESPERANCINI, M.S.T. **Custo de produção e indicadores de rentabilidade da cultura do milho safrinha.** *Pesq. Agropec. Trop.*, v.40, p.297-303, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.5216/pat.v40i3.8609>

GALVÃO, J. C. et al. **Comportamento de híbridos de milho-pipoca em Coimbra, Minas Gerais.** *Revista Ceres*, v. 47, n. 247, p. 201-218, set., 2000. Disponível em: <<http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/2589/580>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V.; TROGELLO, E.; FRITSCHÉ, R.N. **Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho.** *Rev. Ceres online*, v.61, p.819-828, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201461000007>.

GAMA, E. E. G. et al. **Milho pipoca.** Informe agropecuário, Belo Horizonte, v. 14, n. 165, p. 12-16, 1990. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/476568/1/Milhopipoca.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

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, v.7, p.700-707, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000700005>.

GREEN, J.R.V.E.; HARRIS, J.R.; (1960). **Popcorn quality and the measurement of popping expansion**. Proceedings of The Soiland Crop Science Society of Florida, v.20, p.28-41, 1960.

GOODMAN, M. M.; SMITH, J. S. C. **Botânica**. In: **PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. (Ed). Melhoramento e produção de milho**. 1. ed. Campinas: Fundação Cargil, 1987. p. 41-78.

KAPPES, C. et al. **Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas**. Revista Bragantia, v.70, p.334-343, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052011000200012>.

LACERDA, J.J.J. et al. **Adubação, produtividade e rentabilidade da rotação entre soja e milho em solo com fertilidade construída**. Pesq. Agropec. Bras., v.50, p.769-778, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2015000900005>.

LEONELLO, L. A. F. et al. **Características agronômicas e qualidade comercial de cultivares de milho pipoca em alta população**. Acta Scientiarum, Agronomy, v. 31, n. 2, p. 215-220, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1807-86212009000200005>.

MARKS, B.B.; MEÍGAS, M.; NOGUEIRA, M.A.; HUNGRIA, M. **Biotechnological potential of rhizobial metabolites to enhance the performance of *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense* inoculants with soybean and maize**. AMB Express, v.3, p.21, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1186/2191-0855-3-21>

MATTA, F.P.; VIANA, J.M.S. **Testes de capacidade de expansão em programas de melhoramento de milho pipoca**. Scientia Agricola, v.58, p.845-851, 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162001000400029>.

MIRANDA, D. S. et al. **Avaliação da qualidade do milho-pipoca**. Revista Tecnológica, Edição Especial V Simpósio de Engenharia, Ciência e Tecnologia de Alimentos, p. 13-20, 2011. Disponível em <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevTecnol/article/view/14950/8561>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

MORA, F.; SCAPIM, C.A. **Predicción de valores genéticos del efecto de poblaciones de maíz evaluadas en Brasil y Paraguay**. Agricultura Técnica v.67, p.139-146, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072007000200003>

OLIVEIRA, G. H. F. de. **Capacidade combinatória e correlação em populações de milho-pipoca**. 2016. 61 f. Tese (Doutorado Agronomia) Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, SP, 2016.

ÖZKAYNAK, E.; e SAMANCI, B. 2003. **Comparação de linhas de milho (*Zea mays* everta Sturt) e cruzamentos de sonda em termos de rendimento e características relacionadas ao rendimento**. Jornal da Faculdade de Agricultura da Universidade de Akdeniz, v.16, p.35-42, 2003. Disponível em: <<https://dergipark.org.tr/tr/pub/akdenizfderg/issue/1585/19688>>. Acesso em: 12 ago.2020.

ÖZ, A.; H. KAPAR. H. 2010. **Determination of grain yield, some yield and quality traits of promising hybrid popcorn genotypes.** Turkish Journal of Field Crops, v16, p. 233-238, 2011. Disponível em: < <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/158731> >. Acesso em: 12 ago.2020.

PARIZ, C.M. et al. **Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura pecuária.** Ciência Rural, v.41, p.875-882, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011000500023>

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M.S. **Melhoramento do milho. In: BOREM, A. (Ed.). Melhoramento de espécies cultivadas.** Viçosa: Editora UFV, 2005. p.491-552.

PAULA, T.O.M. et al. **Magnitude of the genetic base of commercial popcorn and in recommendation in Brazil.** Crop Breeding and Applied Biotechnology, v.10, p.289-297, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-70332010000400002>

PELÁ, A.; SANTANA, J.S.; MORAES, E.R.; PELÁ, G.M. **Plantas de cobertura e adubação com NPK para milho em plantio direto.** Scientia Agraria, v.11, p.371-377, 2010. DOI: DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v11i5.20223>

PIAS, O.H.C. et al. **Componentes de rendimento e produtividade de híbridos de milho em função de doses de NPK e de déficit hídrico em estádios fenológicos críticos.** Revista de Ciências Agroveterinárias, v.16, p.422-432, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5965/223811711642017422>

POSSAMAI, J.M.; SOUZA, C.M.; GALVÃO, J.C. **Sistemas de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha.** Bragantia, Campinas, v.60, p.79-82, 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052001000200003>

RANGEL, R.M. et al. **Análise biométrica de ganhos por seleção em população de milho pipoca de quinto ciclo de seleção recorrente.** Revista Ciência Agronômica, v.42, p.473-481, 2011. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195318915029>

RUFFATO, S. et al. **Efeito das condições de colheita, pré-processamento e armazenamento na qualidade do milho-pipoca.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 35, n. 3, p. 591-597, mar., 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v35n3/v35n3a15>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

SANTOS, F. S. et al. **Predição de ganhos genéticos por índices de seleção na população de milho-pipoca UNB-2U sob seleção recorrente.** Bragantia, Campinas, v. 66, n. 3, p. 389-396, mar., 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v66n3/a04v66n3.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

SAWAZAKI, E. et al. **Potencial de híbridos temperados de milho-pipoca em cruzamento com o testador semitropical IAC 12.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.2, p.61-70, 2003. DOI: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v2n2p61-70>

SAWAZAKI, E. **A cultura do milho pipoca no Brasil.** O Agrônomo, v.53, p.11-13, 2001. Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/agronomico/pdf/11_pipoca.pdf. Acesso em: 12 ago. 2020

SAWAZAKI, E.; GALLO, P.B.; SORDI, G.; LONGO, L.S. **Estudo da capacidade de expansão em cruzamentos dialéticos entre variedades de milho-pipoca.** Congresso Nacional de Milho e Sorgo, v.15, p.57-60, 1986.

SCAPIM, C.A. et al. **Combining ability of white grain popcorn populations.** Crop Breeding and Applied Biotechnology, v.06, p.136-146, 2006. Disponível em: www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000150&pid=S1806-6690201100020002900029&lng=en. Acesso em: 12 ago. 2020

SILVA, V.Q.R. et al. **Inheritance for economically important traits in popcorn from distinct heterotic groups by Hayman's diallel.** Cereal Research Communications, v.38, p.273-285, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1556/CRC.38.2010.2.14>

SPOLAOR, L.T. et al. **Bactérias promotoras de crescimento associadas a adubação nitrogenada de cobertura no desempenho agrônomo de milho pipoca.** Bragantina, v.75, p.33-40, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.330>

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

VIEIRA, R.A. et al. **Heterotic parametrization for economically important traits in popcorn.** Acta Scientiarum. Agronomy, v.31, p.411-419, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v31i3.4689>.

VITTORAZZI, C. **Influência do espaçamento entre linhas e da população de plantas em caracteres agrônômicos de cultivares de milho pipoca na região norte fluminense.** 2013. 58 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Norte Fluminense, Campo dos Goytacazes, 2013.

ZINSLY, J. R.; MACHADO, J. A. Milho pipoca. In: **PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. (Ed.). Melhoramento e produção do milho no Brasil.** Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 413-421.

17-Apr-2021

Dear Mr. Noll Drews:

Your manuscript entitled "POPCORN: IS IT POSSIBLE TO REDUEC FERTILIZATION WITHOUT COMPROMISING PRODUCTIVITY AND QUALITY?" has been successfully submitted online and is presently being given full consideration for publication in the *Bragantia*.

Your manuscript ID is BRAG-2021-0116.

Please mention the above manuscript ID in all future correspondence or when calling the office for questions. If there are any changes in your street address or e-mail address, please log in to ScholarOne Manuscripts at <https://mc04.manuscriptcentral.com/brag-scielo> and edit your user information as appropriate.

You can also view the status of your manuscript at any time by checking your Author Center after logging in to <https://mc04.manuscriptcentral.com/brag-scielo>.

Thank you for submitting your manuscript to the *Bragantia*.

Sincerely,

Bragantia Editorial Office