

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

BRUNA RENGEL DE FREITAS NAVES

MILHO PIPOCA SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA E ZINCO FOLIAR

**CHAPADÃO DO SUL – MS
2018**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

BRUNA RENGEL DE FREITAS NAVES

MILHO PIPOCA SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA E ZINCO FOLIAR

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Rita de Cassia Félix Alvarez

Co - Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Matildes Blanco

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Campus de Chapadão do Sul



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO


DISCENTE: Bruna Rengel de Freitas Naves

ORIENTADOR (A): Prof. (a) Dr. (a) Rita de Cassia Felix Alvarez


MILHO PIPOCA SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA E ZINCO FOLIAR



Prof.(a) Dr.(a) Presidente Rita de Cassia Felix Alvarez



Prof.(a) Dr.(a) Sebastião Ferreira de Lima



Prof.(a) Dr.(a) Renato Jaqueto Goes

Chapadão do Sul, 06 de Junho de 2018.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), em especial à senhora Mara e ao Dr. Alisson, pela doação das sementes de milho pipoca para condução desta pesquisa.

À Usina Cerradinho Bioenergia, em especial ao gerente agrícola Murilo, pela doação do adubo orgânico (frango) e disponibilização de funcionários que ajudaram em parte deste trabalho.

Aos professores da UFMS – CPCS, pelo ensinamento repassado e orientação realizada, em especial aos que foram meus orientadores durante o curso: Dr^a Matildes, Dr^a Rita e Dr Sebastião.

Aos colaboradores da UFMS – CPCS, pelo auxílio em trabalho de campo e de laboratório, em especial ao Paulo, Thiago, Tiãozinho, Cristiane e àquela que virou minha amiga de infância Camilla.

Aos colegas do mestrado e colegas dos cursos de Agronomia e Engenharia Florestal, por todo apoio e ajuda que deram a mim, mesmo sabendo que meu tempo era limitado e residia em outro município, e que então, eu não dispunha de tempo para auxiliá-los em troca.

À Secretaria Municipal de Educação, em especial, a Secretária Municipal Lea Rigodanzo, por compreender a minha paixão pelos estudos e incentivar o meu curso, disponibilizando o tempo que foi necessário para que eu me dedicasse às atividades do mestrado, gratidão!

Agradeço também aos meus amigos e familiares, pelo apoio e incentivo, principalmente quando pensei que não era mais possível seguir em frente, em especial minha mãe Cecília, que mesmo morando em outro país sempre me cobrou os estudos; e ao meu esposo Murilo, que esperou pacientemente o adiamento de nossos planos de família, para que eu me dedicasse em estudar.

EPÍGRAFE

"As nuvens mudam sempre de posição, mas são sempre nuvens no céu. Assim devemos ser todo dia, mutantes, porém leais com o que pensamos e sonhamos; lembre-se, tudo se desmancha no ar, menos os pensamentos".

(Paulo Beleki)

E assim, eu Bióloga, resolvi conhecer o mundo da Agronomia!
Acreditando que é possível unir as duas ciências por um mundo mais sustentável.

RESUMO

FREITAS-NAVES, Bruna Rengel de. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Milho pipoca sob adubação orgânica e zinco foliar.

Professor orientador: Dr(a). Rita de Cassia Félix Alvarez.

Professor co- Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Matildes Blanco

Poucos estudos abrangem a nutrição do milho pipoca, em especial, utilizando resíduos orgânicos. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o milho pipoca sob adubação orgânica e zinco foliar. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4x2, sendo 4 doses de cama de frango (0, 6, 12 e 18 t ha⁻¹) que foram aplicados em área total de cobertura e antes da semeadura, com e sem zinco foliar (0 e 247,5 g ha⁻¹), com três repetições cada. As variáveis analisadas foram: prolificidade, altura de plantas, altura de inserção de primeira espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espigas, número de grãos por fileiras, comprimento da espiga, diâmetro da espiga, massa de 100 grãos, produtividade de grãos e teor de zinco no grão. A cama de frango favorece o crescimento do milho pipoca. As doses de 11,54, 14 e 16,5 t ha⁻¹, aumentaram a prolificidade, número de grãos por fileira e comprimento da espiga, respectivamente. A dose de 12 t ha⁻¹ proporciona produtividade de 4.000 Kg ha⁻¹ e a utilização do zinco foliar afetou de forma negativa os componentes de produção, produtividade de grãos e teor de Zn no grão em todas as doses de cama de frango.

PALAVRAS-CHAVE: Cama de frango; Resíduo; *Zea mays* L.

ABSTRACT

FREITAS-NAVES, Bruna Rengel de. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
Milho pipoca sob adubação orgânica e zinco foliar.

Adviser: Dr(a). Rita de Cassia Félix Alvarez.

Adviser: Prof(a). Dr(a). Matildes Blanco

Few studies include the nutrition of popcorn, in particular, using organic residues. The objective of this study was to evaluate the development of popcorn under organic fertilization and foliar zinc. The experimental design used was a randomized complete block, in a 4x2 factorial scheme, with four poultry litter doses (0, 6, 12 e 18 t ha⁻¹) that were applied in total area coverage and before seeding, with and without foliar zinc (0 e 247,5 g ha⁻¹), with three repetitions each. The variables analyzed were the prolificacy, plant height, height of insertion of the first ear, stem diameter, number of rows per ear, number of grains per row, spike length, diameter of the ear, mass of 100 grains, productivity and zinc content in the grain. The chicken bed favors the growth of popcorn. The doses of 11,54, 14 e 16,5 t ha⁻¹ increase the prolificacy, number of grains per row and ear length, respectively. The dose of 12 t ha⁻¹ provides yield of 4,000 kg ha⁻¹ and the use of foliar zinc affected negatively the production components, productivity of grain and zinc content of grain in all poultry litter doses.

KEY-WORDS: Poultry litter; Residue; *Zea mays L.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA	PÁGINA
1. Dados climáticos de precipitação pluvial e temperatura média no ano agrícola 2016/2017, em Chapadão do Sul, MS.....	26
2. a) Prolificidade sob doses de cama de frango.....	30
2. b) Altura de planta e Altura de inserção da primeira espiga sob dose de cama de frango.....	30
3. Diâmetro de colmo sob doses de cama de frango.....	31
4. a) Comprimento da espiga e Diâmetro da espiga, sob dose de cama de frango.....	32
4. b) Número de grãos por fileira sob doses de cama de frango.....	32
5. a) Número de fileiras por espiga sob dose de cama de frango.....	33
5. b) Massa de 100 grãos sob doses de cama de frango.....	33
6. a) Teor de Zn nos grãos sob doses de cama de frango.....	35
6. b) Produtividade com e sem Zinco Foliar sob dose de cama de frango.....	35

LISTA DE TABELAS

TABELA	PÁGINA
1. Caracterização físico-química da cama de frango empregada no experimento.	27
2. Prolificidade, altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga, diâmetro de colmo, em função da aplicação de cama de frango e Zn foliar, Chapadão do Sul-MS, safra 2016/17.	29
3. Comprimento da espiga, diâmetro da espiga, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira e massa de 100 grãos em função da aplicação de cama de frango e Zn foliar, Chapadão do Sul-MS, safra 2016/17.	31
4. Efeito do Zn foliar na prolificidade, comprimento de espiga, diâmetro de espiga e número de grãos por fileira de plantas de milho pipoca...	33
5. Produtividade e teor de zinco no grão, em função da aplicação de cama de frango e Zn foliar, Chapadão do Sul-MS, safra 2016/17.	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 A cultura do milho.....	12
2.2 Milhos especiais.....	13
2.3 Milho pipoca	14
2.4 Adubação orgânica.....	15
2.5 Zinco foliar.....	17
3. REFERÊNCIAS	19
CAPÍTULO 1 – ADUBAÇÃO ORGÂNICA E ZINCO FOLIAR NO MILHO	
PIPOCA	23
RESUMO.....	23
ABSTRACT.....	23
1. INTRODUÇÃO.....	24
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4. CONCLUSÃO.....	36
5. REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

2

3 Apesar do cultivo do milho ser na sua maioria destinado à ração animal, o seu
4 consumo destinado a alimentação humana, tem muitos adeptos no Brasil, que tornou
5 esse cereal prato típico de diversas regiões, constituindo componente frequente das
6 refeições. Esse consumo brasileiro levou o país a se tornar o quarto consumidor
7 mundial de milho, sendo que em produção mundial, o Brasil ocupa o terceiro lugar,
8 ficando atrás dos Estados Unidos da América - EUA e China (Fiesp, 2018).

9 O milho pipoca é um tipo especial de milho, cujo consumo tem sido crescente,
10 fazendo com que o Brasil procurasse desenvolver estudos para ampliar o seu cultivo,
11 objetivando ser menos dependente da importação do produto final para suprir a
12 demanda nacional de pipoca e de sementes americanas (Scapim et al., 2006). Nos
13 estudos com milho pipoca, os caracteres mais procurados pelo melhoramento
14 genético são a capacidade de expansão do grão e o rendimento de grãos, porém o
15 seu manejo cultural ainda carece de mais informações, principalmente relacionado à
16 adubação (Scapim et al., 2006 e Rodovalho et al., 2012).

17 Para cultivar o milho pipoca, muitos produtores tem seguido as mesmas
18 recomendações de doses da adubação do milho comum, o que para Brugnera et al.
19 (2003), pode estar sendo superestimadas, devido às diferenças de potenciais
20 produtivos entre esses dois tipos de milho, o que acarreta em um custo dispensável
21 para o produtor. O custo com fertilizantes minerais chega a representar 44,97% do
22 custeio de uma lavoura de milho (Conab, 2017), fazendo com que seja interessante,
23 a busca por fontes alternativas de adubação.

24 A adubação orgânica tem sido positiva em diversos cultivos, mostrando ser
25 eficiente na disponibilização de nutrientes como o nitrogênio, fósforo e potássio, além
26 de melhorar os atributos físicos do solo, melhorando a aeração e capacidade de
27 retenção de água, criando também um ambiente favorável ao desenvolvimento da
28 biota do solo (Blum et al., 2003).

29 Um exemplo de adubo orgânico é a cama de frango, proveniente da mistura de
30 fezes, restos de ração e subprodutos industriais agrícolas como: maravalha, resíduos
31 de beneficiamento de madeira, casca de arroz, palhada, sabugo de milho, feno de
32 gramíneas, cascas de amendoim, entre outros, que contribuem para uma riqueza de
33 nutrientes (Hahn, 2004).

34 Borges et al. (2015) e Felini & Bono (2011), relataram em seus estudos com

35 soja e milho, efeito positivo com a utilização da cama aviária, concluindo que é viável
36 a produção agrícola com essa fonte de adubo, por fornecer nutrientes necessários à
37 planta.

38 Dentre os nutrientes exigidos pela cultura do milho, o zinco é um micronutriente
39 que está presente em vários processos metabólicos da planta, exercendo função no
40 controle hormonal e síntese de proteínas (Prado, 2008). Entretanto, existe baixa
41 disponibilidade de Zn no solo, em quase metade das áreas de cultivo de cereais no
42 mundo (Manzenke et al., 2012).

43 Além da importância para a planta, o zinco também traz benefícios à saúde do
44 homem, contribuindo no controle de doenças crônicas como a diabetes e a
45 aterosclerose. Dessa maneira, devem ser adotadas práticas culturais de modo a
46 garantir a presença deste nutriente no material colhido (grão, fruta ou forragem). As
47 aplicações desse micronutriente podem ser realizadas via solo, foliar ou no tratamento
48 de semente.

49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68

69 2 REVISÃO DE LITERATURA

70

71 2.1 A cultura do milho

72

73 O milho é uma planta originária do continente americano que pertence à família
74 *Poaceae*, tribo *Maydeae*, Gênero *Zea* e espécie *Zea mays* L. (Môro & Fritsche-Neto,
75 2017). É uma planta anual C4, monocotiledônea, com ciclo que varia entre 110 e 180
76 dias. Cada planta desenvolve 20-21 folhas e cerca de 65 dias após a emergência
77 ocorre o florescimento, atingindo a maturidade fisiológica em torno de 125 dias,
78 dependendo do cultivar (Ritchie et al., 2003).

79 O desenvolvimento da planta de milho é classificado em estádios vegetativos e
80 estádios reprodutivos que são estabelecidos quando 50% ou mais das plantas no
81 campo, estiverem naquele estágio ou além dele (Ritchie et al., 2003). Esses estádios
82 são definidos de acordo com a fenologia da planta, sendo VE a emergência da
83 semente, V1 a V18 constitui o estágio vegetativo, sendo classificado de acordo com
84 número de folhas desenvolvidas, VT o pendoamento e R1 o florescimento
85 (embonecamento); os estádios de R2 a R5 corresponde à fase de enchimento dos
86 grãos e R6 quando a planta atinge a maturidade fisiológica (Ritchie et al., 2003).

87 Segundo Magalhães & Souza (2005), o grão de milho é o fruto de uma semente,
88 característico de gramíneas, cuja parede externa, o pericarpo, é derivada da parede
89 do ovário, a ponta do grão, chamada de pedicelo, faz a conexão do grão ao sabugo,
90 e dentro do grão, estão o endosperma e o embrião.

91 O grão de milho é rico em amido e fonte de proteína, carboidratos, fibras,
92 vitaminas e nutrientes, o que justifica a sua importância socioeconômica explorado na
93 alimentação humana e animal. Fancelli (2017) justifica ainda, a sua importância, ao
94 potencial produtivo, além de ser considerada matéria-prima para diversos complexos
95 agroindustriais.

96 O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, ficando atrás apenas dos
97 EUA e da China. Em consumo, o país é o quarto consumidor mundial, perdendo o
98 terceiro lugar para União Europeia, segundo o Departamento de Agricultura dos
99 Estados Unidos (Fiesp, 2018).

100 Na produção nacional, a cultura do milho ocupa o segundo lugar, sendo que a
101 estimativa de produção é de 89,2 milhões de toneladas para a safra 2017/18. O Estado
102 do Mato Grosso é o maior produtor nacional, devido sua área territorial extensa, tendo

103 como consequência, maior área destinada ao cultivo, além de produção altamente
104 tecnicada, chuvas regulares e terreno favorável para o cultivo (Conab, 2018).

105 A maior parte da produção nacional é destinada para a alimentação animal,
106 sendo que, apenas 5% é destinada à alimentação humana. No entanto, a população
107 brasileira comumente emprega dos grãos de milho em pratos típicos locais, tais como:
108 pamonha, cuscuz, canjica, polenta, creme, bolos, milho verde cozido e pipoca
109 (Menegaldo, 2011), que faz com que o seu consumo seja frequente. Essas variações
110 de tipos de milhos são conhecidas também como milhos especiais.

111

112 **2.2 Milhos especiais**

113

114 Os milhos especiais não são cultivados para a produção de grãos secos. Eles
115 possuem mercado próprio e alto valor agregado. Os mais conhecidos consistem em:
116 o milho verde doce; minimilho: milho canjica e milho pipoca (Pereira Filho & Cruz,
117 2009).

118 De acordo com Barbieri et al. (2005), o milho doce é muito popular e consumido
119 nos Estados Unidos e Canadá enquanto no Brasil o consumo é recente. A principal
120 diferença entre o milho doce e o milho convencional é a presença de alelos mutantes
121 que bloqueiam a conversão de açúcares em sacarose, no endosperma, conferindo o
122 caráter doce.

123 O minimilho, também conhecido como “baby corn” é a inflorescência feminina
124 da planta de milho, popularmente conhecida como “boneca”, colhida antes da
125 fertilização, podendo ser produzido a partir do milho comum, ou ainda, do milho doce
126 ou pipoca (Santos et al., 2014). A vantagem de produzir este milho é que, ele ocupa
127 menos tempo e espaço no campo, devido ao menor espaçamento empregado e
128 menor ciclo.

129 O milho canjica, muito procurado na época de festas juninas, é produzido a
130 partir do milho comum branco, onde se retira o gérmen, que é utilizado para extrair o
131 óleo do milho, e a película externa (Pereira Filho & Cruz, 2009).

132 O milho pipoca é muito apreciado no mundo e pelos brasileiros. Podem exibir
133 grãos amarelos, que são mais aceitos, ou grãos brancos. Os genótipos correspondem
134 principalmente à híbridos. No seu cultivo, os caracteres mais procurados pelos
135 estudos de melhoramento estão relacionados à capacidade de expansão do grão e
136 rendimento de grãos. Sobre o seu manejo cultural, as recomendações seguidas ainda

137 não estão bem definidas, o que precisa de mais estudos.

138 Todo cultivo de milho, inclusive os especiais, tem a sua especificidade na hora do
139 manejo, sendo importante seguir as recomendações técnicas para cada objetivo de
140 cultivo final.

141

142 **2.3 Milho pipoca**

143

144 A origem do milho pipoca confunde-se com a de outros tipos de milhos, pois
145 sabe-se que os índios das Américas Central e do Sul já tinham o hábito de aquecer e
146 estourar milhos, segundo Gama et al. (1990). Muito apreciada em todo o continente
147 americano até hoje, os EUA é o maior produtor de milho pipoca, produzindo em média
148 500 mil toneladas por ano, sendo deste montante 68% destinados para o uso em
149 microondas. Já o Brasil é o segundo maior produtor (80 mil toneladas por ano), mas
150 a produção é insuficiente para abastecer o mercado nacional, devido à falta de
151 cultivares de alta qualidade e tecnologia de produção adequada, levando a
152 dependência acentuada da importação, principalmente da Argentina, com cultivares
153 americanos (Miranda et al., 2011; Scapim et al. 2006; Sawazaki, 2001).

154 Segundo Sawazaki (2001), o melhoramento de cultivares e a criação de uma
155 tecnologia de produção específica para o milho pipoca proporcionou o aumento na
156 qualidade do produto nos Estados Unidos, o que contribuiu para a aceitação dos
157 híbridos americanos no mercado brasileiro. Para que o Brasil não seja tão dependente
158 desses híbridos importados, muitas pesquisas são realizadas por instituições
159 brasileiras para selecionar genótipos favoráveis ao cultivo do milho pipoca.

160 Neste contexto, destacam-se: Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, que já
161 lançou os cultivares IAC 112, IAC 125, IAC 367, IAC 268; Empresa Brasileira de
162 Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, com o BRS-Ângela; Universidade Federal de
163 Lavras – UFLA, que já lançou o UFLA-1 e UFLA-2, além de outras empresas como a
164 Pioneer, Sellas, Agristar e Agroeste. Apesar dos avanços ressalta-se que o
165 desenvolvimento de híbridos exibe um custo elevado o que representa um gargalo
166 para instituições públicas (Milho...2018).

167 O Milho pipoca apresenta diversos fatores desfavoráveis ao seu cultivo, como
168 por exemplo, custo elevado de sementes, sementes sem resistência à herbicidas e
169 pragas, necessidade de adaptações em máquinas de plantio, para se adequar à
170 cultura, vários produtores tem se interessado em substituir suas lavouras de milho

171 comum por milho pipoca, motivados pela remuneração e diversificação de culturas.
172 Uma saca de milho pipoca de 60 quilos custa R\$ 45,00, sendo acima do milho comum,
173 que fica em torno de R\$ 35,00, porém estimar custos relacionados ao milho pipoca é
174 muito difícil, uma vez que ele não entra sozinho nos relatórios das principais entidades
175 do setor, como nos da Conab, por exemplo, que acaba por incluí-los nas safras de
176 milho convencional (Milho...2018).

177 Segundo o portal de notícias da Esalq, o custo de produção de milho pipoca da
178 fazenda São Carlos, em Campo Novo do Parecis (MT) ficou em R\$2.000,00 por
179 hectare, quando o cultivo de milho comum nessa mesma região fica em torno de
180 R\$1.500,00. Apesar do milho convencional ter um custo maior nas sementes, o milho
181 pipoca tem um custo maior com o uso de fungicidas e inseticidas. A produtividade
182 desta fazenda, que plantou uma área de 4.000 hectares na segunda safra 2016/17,
183 ficou em 90 sacas por hectare, onde já chegou a atingir 100 sacas por hectare e tem
184 uma produtividade média de 65 sacas por hectare, levando em conta safras anteriores
185 (Milho...2018).

186

187 **2.4 Adubação orgânica**

188

189 A maior parte dos estudos com milho pipoca no Brasil, ainda está relacionado
190 com a procura de cultivares comerciais com características agronômicas que
191 favoreçam o cultivo (Scapim et al., 2006; Rodovalho et al., 2012), sendo os dois
192 principais caracteres de interesse no melhoramento de plantas, a capacidade de
193 expansão e a produtividade de grãos. Poucos estudos sobre a adubação de milho
194 pipoca, em especial, com resíduos orgânicos são encontrados na literatura, uma vez
195 que ainda não se tem estabelecido critérios de interpretação das exigências
196 nutricionais deste tipo de milho (Teixeira & Malta, 2012).

197 O cultivo do milho pipoca tem sido realizado por muitos produtores, seguindo
198 as mesmas recomendações de adubação para o milho comum. Segundo Brugnera et
199 al. (2003), as doses de fertilizantes utilizadas para este tipo especial de milho podem
200 estar sendo superestimadas, devido às diferenças de potenciais produtivos entre
201 esses dois tipos de milho.

202 Heinz et al. (2003) afirmam que, o nitrogênio é absorvido em grandes
203 quantidades pela planta do milho comum e que a deficiência do fósforo limita a
204 produtividade, porém em doses exageradas desses dois nutrientes em plantas de

205 milho pipoca, podem deixá-las suscetíveis a pragas e doenças, interferindo na
206 qualidade da pipoca. Assim, em seu estudo, avaliaram a resposta do milho pipoca sob
207 diferentes doses de N e P, em condição de safrinha e concluíram que os teores de
208 nutrientes avaliados e altura de planta não foram afetadas pelas diferentes doses mas
209 o diâmetro de colmo é influenciado pelo fósforo.

210 Trabalho semelhante foi conduzido por Brugnera et al. (2003), avaliando a
211 resposta de oito cultivares de milho pipoca a doses de NPK na semeadura (250 kg ha⁻¹
212 e 500 kg ha⁻¹) e concluíram que, em relação a produtividade, a dose maior apresenta
213 resposta maior apenas 10% em relação a dose menor e ainda que, o aumento da
214 dose não interfere na capacidade de expansão, independente da cultivar. Ou seja, é
215 evidente que as doses empregadas para o milho comum não são adequadas ao milho
216 pipoca.

217 Buscando fontes diferentes de nutrientes para o milho pipoca, Teixeira & Malta
218 (2012) estudaram o cultivo de uma variedade crioula de milho pipoca utilizando
219 adubos verdes, como o milheto, *Crotalaria juncea* e o feijão-porco. Estes adubos
220 verdes exibem elevada produção de biomassa, crescimento rápido e alta capacidade
221 de ciclagem de nutrientes e entre as conclusões destaca-se que os adubos verdes
222 auxiliam no fornecimento de nutrientes, elevando os teores de P, Ca e Fe, em níveis
223 considerados altos pelos critérios de interpretação estabelecido por Malavolta.

224 Além da utilização de adubos verdes, várias fontes orgânicas têm mostrado
225 potencial para o uso agrícola, como o vermicomposto, cama aviária, esterco bovino,
226 dejetos suínos, resíduos agroindustriais, entre outros. Borges et al. (2015) trabalharam
227 com a adubação organomineral na nutrição de milho comum e soja, utilizaram a cama
228 de frango como resíduo orgânico, chegando a conclusão que a adubação
229 organomineral é viável para a produção agrícola dessas duas culturas. Trabalho
230 semelhante foi realizado por Felini & Bono (2011), que associaram a adubação
231 orgânica de resíduo de cama de frango com adubação mineral e concluíram que as
232 culturas de milho e soja apresentaram resposta significativa às doses de cama de
233 frango.

234 O adubo orgânico é fonte de nutrientes para a planta e de energia para
235 microrganismos, melhora a estrutura, arejamento e retenção de umidade do solo,
236 possui efeito regulador na temperatura no solo, retarda a fixação de fósforo e aumenta
237 a CTC, além de ajudar a reter nutrientes como K, Ca e Mg, protegendo as raízes de
238 lavagem ou lixiviação pela água e ainda, pode ter efeito hormonal ou estimulante para

239 as raízes (Malavolta, Pimentel-Gomes & Alcarde, 2002).

240 A cama de frango é uma mistura de fezes, penas e restos de ração que
241 formam um substrato após vários ciclos de produção de aves, normalmente entre 4 e
242 6 ciclos, onde aplica-se hidróxido de cal (CaO) ou cal virgem incorporada à cama para
243 reduzir a carga microbiana (Silva et al., 2011). Para forrar esse substrato é utilizado
244 nos galpões de confinamento subprodutos industriais de culturas agrícolas como
245 maravalha, resíduos de beneficiamento de madeira, de casca de arroz, palhada,
246 sabugo de milho, fenos de gramíneas, cascas de amendoim, entre outros, que
247 contribuem para aumentar o teor de nutrientes (Hahn, 2004).

248 A quantidade de nutrientes na cama de frango é amplamente variável, que
249 depende do material de origem, diferente dos fertilizantes minerais, que possuem uma
250 composição química definida. Segundo Rogeri et al. (2015) é difícil mensurar a taxa
251 adequada a ser aplicada ao solo, visando atender às necessidades das plantas, sendo
252 assim a análise laboratorial do material é imprescindível. Conhecer a composição
253 química da cama de frango é fundamental para fazer o manejo adequado às plantas,
254 minimizando custos e evitando impactos ambientais. Essa composição pode ser
255 afetada por vários fatores, como: categoria animal, se é para produção de ovos ou de
256 corte; composição da alimentação e quantidade fornecida; tipo e quantidade de
257 material utilizado na cama; densidade no aviário; duração da permanência dos
258 animais; quantidade de ciclos de produção e estação do ano (Rogeri et al., 2015).

259 Apesar de tantos fatores, a cama de frango, ainda assim, é considerada uma
260 alternativa de fonte de nutrientes essenciais às plantas, como o nitrogênio (N), fósforo
261 (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), além de micronutrientes
262 como o cobre (Cu), molibdênio (Mo) e zinco (Zn).

263

264 **2.5 Zinco foliar**

265

266 Dentre os nutrientes exigidos pela cultura, o zinco é um micronutriente muito
267 importante e sua deficiência pode limitar a produtividade. Segundo Mari et al. (2015),
268 as deficiências mais comuns na cultura do milho são com o boro e zinco, devido à
269 baixa fertilidade de alguns solos, em especial no Cerrado e o aumento do uso de
270 fertilizantes como calcário e fosfato que contribuem para maior insolubilidade de zinco.

271 Na planta o zinco exerce a função importante em processos de controle
272 hormonal (AIA), onde é requerido para a sintetizar o triptofano, um aminoácido

273 precursor da biossíntese desse hormônio. Sua deficiência inibe o crescimento de
274 plantas, devido a diminuição no nível de RNA, resultando em menor síntese de
275 proteínas, já que o nutriente faz parte da RNA polimerase. Com esses dois processos
276 (AIA e RNA) comprometidos pela falta de Zn, a planta de milho pode apresentar maior
277 susceptibilidade à doenças, além de apresentar enraizamento superficial e ausência
278 de espigas (Prado, 2008).

279 O Zn além de ser considerado essencial à planta de milho, também é muito
280 importante para a alimentação humana, portanto, deve-se garantir que na produção,
281 o micronutriente esteja presente, sendo um desafio em solos pobres, que pode limitar
282 a sua produção. Na nutrição humana, este nutriente é recomendado devido sua ação
283 antioxidante, que atua nos mecanismos celulares de defesa contra os radicais livres,
284 ajudando o sistema imunológico a ter uma resposta melhor sob doenças crônicas,
285 como a diabetes e aterosclerose, deixando também o metabolismo mais acelerado, o
286 que pode ajudar em outros processos do corpo, como a digestão (Zimmermann &
287 Kirsten, 2008).

288 Porém, quase metade das áreas de cultivo de cereais no mundo tem baixa
289 disponibilidade de Zn no solo, disponível para a planta, que resulta então, em baixas
290 concentrações do micronutriente no produto final (Manzenke et al., 2012). Prado et
291 al. (2008), avaliaram os modos de aplicação de zinco na nutrição e produção de milho
292 comum e também enfatizaram a importância do zinco como nutriente nesta cultura e
293 concluíram que a aplicação via solo, foliar e semente foram semelhantes no
294 desenvolvimento inicial da cultura, porém a via foliar foi a que promoveu maior
295 absorção do nutriente pela planta.

296 Já Ribeiro & Santos (1996), mencionam que para corrigir a deficiência de zinco
297 pode-se utilizar o tratamento de sementes, pois a reserva da semente é importante
298 fonte de Zn para a prevenção do aparecimento de sintomas iniciais de deficiência na
299 planta.

300 Uma vez que, para o milho comum ainda é discutido a eficiência das diferentes
301 formas de aplicação do zinco, para o milho pipoca, todavia, não foi encontrado na
302 literatura estudos que abordassem o uso desse nutriente para complementação da
303 adubação dessa cultura.

304

305

306

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 307 **3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**
308
- 309 BARBIERI, A. P. P.; HUTH, C.; ZEN, H. D.; BECHE, M.; MERTZ, L. M.; LOPES, S. J.
310 **Tratamento de sementes de milho sobre o desempenho de plântulas em**
311 **condições de estresse salino.** Revista de Ciências Agrárias, v. 57, n. 3, p. 305-311,
312 2014. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.4322/rca.ao1381>> Acesso em: 14 mai.,
313 2018.
314
- 315 BLUM, L.E.B. AMARANTE, C.V.T.; GÜTTLER, G.; MACEDO, A.F.; KOTHE, D.M.
316 SIMMLER, A.O.; PRADO, G.; GUIMARÃES, L.S. **Produção de moranga e pepino**
317 **em solo com incorporação de cama aviária e casca de pinus.** Horticultura
318 Brasileira. v.21, p.627-631, 2003. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362003000400010>> Acesso em 21 mai., 2018.
320
- 321 BORGES, R.E.; MENEZES, J.F.S.; SIMON, G.A.; BENITES,V. **Eficiência da**
322 **adubação com organomineral na produtividade de soja e milho.** Global Science
323 and Technology, v.8, n.1, p. 177-184, 2015. Disponível em: <
324 <https://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/707/456>> Acesso em:
325 14 mai., 2018.
326
- 327 BRUGNERA, A.; PINHO, R.G.V.; PACHECO, C.G.D. **Resposta de cultivares de**
328 **milho-pipoca a doses de adubação de semeadura.** Revista Ceres, v. 50, n. 290, p.
329 417-429, 2003. Disponível em: <
330 <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/2884/745>> Acesso em: 26
331 abr., 2016.
332
- 333 CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos.** V. 5 – Safra 2017/18 – Nº
334 8 – Oitavo Levantamento, Maio, 2018.
335
- 336 CONAB. **Custos de produção - Culturas de verão.** Milho MS - Safra 2017/18
337 Chapadão do Sul, MS - Plantio direto OGM - Alta tecnologia. Tipo de relatório:
338 Estimado. Mês/ano: Março 2017.
339
- 340 FANCELLI, A. L. **Ecofisiologia, fenologia e implicações básicas de manejo.** In:
341 Galvão, J.C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A.; Milho: do plantio à colheita. 2. ed.
342 atual. e ampl. – Viçosa (MG): Ed. UFV, 2017.
343
- 344 FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – FIESP; **Safra**
345 **Mundial de Milho 2018/19** - 1º Levantamento do Departamento de Agricultura dos
346 Estados Unidos – USDA, Maio/2018. Disponível em:
347 <[http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2018/05/file-20180514143657-](http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2018/05/file-20180514143657-boletimilhomaio2018.pdf)
348 [boletimilhomaio2018.pdf](http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2018/05/file-20180514143657-boletimilhomaio2018.pdf)> Acesso em: 14 mai., 2018.
349
- 350 FELINI, F.Z.; BONO, J.A.M. **Produtividade de soja e milho, em sistema de plantio**
351 **com uso de cama de frango na região de Sidrolândia-MS.** Ensaios e Ciência.
352 Ciências Agrárias, Biológicas e da Saúde, v.15, n.5, 2011. Disponível em: <
353 <http://dx.doi.org/10.17921/1415-6938.2011v15n5p%25p>> Acesso em: 24 mai., 2016.

354 GAMA, E.E.G.; MAGNAVACA, R.; SILVA, J.B.; SANS, L.M.A.; VIANA, P.A.;
355 PARENTONI, S.N.; PACHECO, C.A.P.; CORREA, L.A.; FERNANDES, F.T. **Milho**
356 **pipoca**. Informativo Agropecuário, Embrapa, v. 14, n. 165, p. 8-10, 1990. Disponível
357 em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/47783/1/Milho-pipoca.pdf>>
358 Acesso em: 15 mai., 2017.

359

360 HAHN, L. **Processamento da cama de aviário e suas implicações nos**
361 **agrossistemas**. 2004. 131 f. Dissertação (Mestrado em Agrossistemas).
362 Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em: <
363 [https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/86839/203551.pdf?sequence=](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/86839/203551.pdf?sequence=1)
364 [1](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/86839/203551.pdf?sequence=1)> Acesso em: 03 mar. 2018.

365

366 HEINZ, R.; GONÇALVES, M.C.; NETO, A.L.V.; CORREIA, A.M.P.; MORA, L.H.S.;
367 ARAÚJO, W.D.; SEREIA, R.C. **Resposta do milho pipoca a doses de nitrogênio e**
368 **fósforo**. IN: X Seminário Nacional de Milho Safrinha, Rio Verde, 2003.

369

370 MANZEKE, G.M.; MAPFUMO, P.; MTAMBANENGWE, F.; CHIKOWO, R.; TENDAYI,
371 T.; CAKMAK, I. **Soil fertility management effects on maize productivity and grain**
372 **zinc content in smallholder farming systems of Zimbabwe**. Plant and Soil, v. 361,
373 p. 57-69. 2012.

374

375 MAGALHÃES, P.C.; SOUZA, T.C. **Cultivo do milho: ecofisiologia**. Embrapa Milho
376 e Sorgo. Sistema de Produção, 1. 9ª Edição. Disponível em: <
377 https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistema_sdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=7905&p_r_p_-996514994_topicoid=8662#topodapagina> Acesso em: 29 mai., 2018.

382

383 MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J.C. **Adubos e adubações**.
384 São Paulo: Nobel, 2002.

385

386 MARI, G.F.; PRADO, R.M.; SOARES, A.A.V.L.; CAIONE, G.; CAMPOS, C.N.S.;
387 **Residual effect of zinc application doses and methods on nutrition and**
388 **productivity of corn**. American Journal of Plant Sciences, v. 6, p. 298-305, 2015.

389

390 MENEGALDO, J.G. **A importância do milho na vida das pessoas**.
391 EMBRAPA/MEIO-NORTE, 2011.. Disponível em:
392 <<http://www.cpamn.embrapa.br/noticias/noticia.php?id=199>>. Acesso em: 04 jun.
393 2016

394

395 **Milho pipoca atrai produtores que buscam maior renda e diversificação de**
396 **culturas**. Notícias. Casa do produtor rural. Esalq – USP, 2018. Disponível em: <
397 <http://www.esalq.usp.br/cprural/noticias/mostra/5543/milho-pipoca-atrai-produtores-que-buscam-maior-renda-e-diversificacao-de-culturas.html>> Acesso em: 15 mai.,
398 2018.

399

400

- 401 MIRANDA, D.S.; SILVA, R.R.; TANAMATI, A.A.C.; CESTARI, L.A.; MADRONA, G.S.;
402 SCAPIM, M.R. **Avaliação da qualidade do milho pipoca**. Revista Tecnológica,
403 Edição especial V Simpósio de Engenharia, Ciência e Tecnologia de Alimentos, p. 13-
404 20, 2011.
405
- 406 MÔRO, G.V.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Importância e usos do milho no Brasil**. In:
407 Galvão, J.C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A.; Milho: do plantio à colheita. 2. ed.
408 atual. e ampl. – Viçosa (MG): Ed. UFV, 2017.
409
- 410 PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. **Milhos Especiais**. Alternativas para agregar
411 valor. DBO Agrotecnologia, Setembro/outubro 2009. Disponível em: <
412 <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/61041/1/Milhos-especiais.pdf>>
413 Acesso em: 14 mai., 2018.
414
- 415 PRADO, R.M.; ROMUALDO, L.M.; ROZANE, D.E.; VIDAL, A.A.; MARCELO, A.V.
416 **Modos de aplicação de zinco na nutrição e na produção de matéria seca do**
417 **milho BRS 1001**. Bioscience Journal, v. 24, n.1, p. 67-74, 2008.
418
- 419 PRADO, R.M. **Zinco**. In: Nutrição de Plantas. São Paulo. Editora Unesp, 2008, 407p.
420
- 421 RIBEIRO, N.D; SANTOS, O.S. **Aproveitamento do zinco aplicado na semente na**
422 **nutrição da planta**. Revisão bibliográfica, Ciência Rural, v.26, n.1, p.159-165, 1996.
423
- 424 RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J. BENSON, G.O. **Como a planta de milho se**
425 **desenvolve**. Arquivo do agrônomo. Potafos. Informações Agrônômicas nº 103,
426 Setembro, 2003. Disponível em: <
427 [http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/81A0BBD6E936445D83257AA0003A8](http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/81A0BBD6E936445D83257AA0003A892E/$FILE/Encarte103.pdf)
428 [92E/\\$FILE/Encarte103.pdf](http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/81A0BBD6E936445D83257AA0003A892E/$FILE/Encarte103.pdf)> Acesso em: 29 mai., 2018.
429
- 430 RODOVALHO, M.A.; SCAPIM, C.C.; PINTO, R.J.B.; BARRETO, R.R.; FERREIRA,
431 F.R.A.; CLÓVIS, L.R. **Comparação de testadores em famílias S₂ obtidas do**
432 **híbrido simples de milho-pipoca IAC 112**. Bioscience Journal, v.24, n.2, p.145-154,
433 2012.
434
- 435 ROGERI, D.A.; ERNANI, P.R.; MANTOVANI, A. LOURENÇO, K.S. **Composition of**
436 **Poultry Litter in Southern Brazil**. Revista Brasileira Ciência do Solo, 2016.
437 Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1590/18069657rbcs20140697>> Acesso em: 27
438 mai.,2018.
439
- 440 SANTOS, R. F.; INOUE, T.T.; SCAPIM, C.A.; CLOVIS, L. R.; MOTERLE, L.M.
441 SARAIVA, F.C.S. **Produtividade do minimilho em função das adubações**
442 **nitrogenada e potássica**. Revista Ceres, v. 61, n. 1, p. 121-129, 2014. Disponível
443 em: < <http://www.redalyc.org/html/3052/305230056016/>> Acesso em: 14 mai., 2018.
444
- 445 SAWAZAKI, E. **A cultura do milho pipoca no Brasil**. Informações técnicas. Instituto
446 Agrônomo de Campinas, O Agrônomo, Campinas, v. 53, n. 2, 2001. Disponível em:
447 < http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/agronomico/pdf/11_pipoca.pdf> Acesso em:
448 28 abr., 2017.

449 SCAPIM, C.C.; BRACCINI, A.L.; PINTO, R.J.B.; JÚNIOR, A.T.A.; RODOVALHO, M.A.;
450 SILVA, R.M.; MOTERLE, L.M. **Componentes genéticos de médias e depressão por**
451 **endogamia em populações de milho-pipoca.** Ciência Rural, v.36, n.1, p. 36-41, jan-
452 fev, 2006.

453

454 SILVA, T.R.; MENEZES, J.F.S.; SIMON, G.A.; ASSIS, R.L.; SANTOS, C.J.L.;
455 GOMES, G.V. **Cultivo do milho e disponibilidade de P sob adubação com cama**
456 **de frango.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, n. 9, p. 903-
457 910, 2011. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n9/05.pdf>> Acesso em:
458 15 mai., 2018.

459

460 TEIXEIRA, W.G.; MALTA, C.G. **Adubos verdes como fonte de nutrientes para uma**
461 **variedade crioula de milho pipoca.** Enciclopédia Biosfera, v.8, n.14, p.33. 2012.

462

463 ZIMMERMANN, A.M.; KIRSTEN, V. R. **Alimentos com função antioxidante em**
464 **doenças crônicas: uma abordagem clínica.** Ciência da Saúde, v.9, n.1, p. 51-68,
465 2008. Disponível em: <
466 <https://periodicos.unifra.br/index.php/disciplinarumS/article/view/934/877>> Acesso
467 em: 27 mai., 2018.

468

469

470

471

472

473

474

475

476

477

478

479

480

481

482

483

484

485

486

487

488

489 CAPÍTULO 1 – FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA E ZINCO FOLIAR EM MILHO PIPOCA.

490

491

RESUMO

492

493 Poucos estudos abrangem a nutrição do milho pipoca, em especial, utilizando
494 resíduos orgânicos. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o milho pipoca sob
495 adubação orgânica e zinco foliar. O delineamento experimental utilizado foi em blocos
496 casualizados, em esquema fatorial 4x2, sendo 4 doses de cama de frango (0, 6, 12 e
497 18 t ha⁻¹) que foram aplicados em área total de cobertura e antes da semeadura, com
498 e sem zinco foliar (0 e 247,5 g ha⁻¹), com três repetições cada. A cama de frango
499 favorece o crescimento do milho pipoca. As doses de 11,54, 14 e 16,5 t ha⁻¹,
500 aumentaram a prolificidade, número de grãos por fileira e comprimento da espiga,
501 respectivamente. A dose de 12 t ha⁻¹ proporciona produtividade de 4.000 Kg ha⁻¹ e a
502 utilização do zinco foliar afetou de forma negativa os componentes de produção,
503 produtividade de grãos e teor de Zn no grão em todas as doses de cama de frango.

504

505 **PALAVRAS-CHAVE:** cama de frango; composto; *Zea mays* L.

506

507

508 CHAPTER 1 – ORGANIC FERTILIZATION AND FOLIAR ZINC IN POP CORN.

509

510

ABSTRACT

511

512 Few studies include the nutrition of popcorn, in particular, using organic residues. The
513 objective of this study was to evaluate the development of popcorn under organic
514 fertilization and foliar zinc. The experimental design used was a randomized complete
515 block, in a 4x2 factorial scheme, with four poultry litter doses (0, 6, 12 e 18 t ha⁻¹) that
516 were applied in total area coverage and before seeding, with and without foliar zinc (0
517 e 247,5 g ha⁻¹), with three repetitions each. The chicken bed favors the growth of
518 popcorn. The doses of 11,54, 14 e 16,5 t ha⁻¹ increase the prolificacy, number of
519 grains per row and ear length, respectively. The dose of 12 t ha⁻¹ provides yield of
520 4,000 kg ha⁻¹ and the use of foliar zinc affected negatively the production
521 components, productivity of grain and zinc content of grain in all poultry litter doses.

522

523 **KEY-WORDS:** Poultry litter; Residue; *Zea mays* L.

524

525 1 INTRODUÇÃO

526

527 O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, ficando atrás apenas dos
528 EUA e da China. Na produção nacional, a cultura do milho ocupa o segundo lugar e a
529 estimativa de produção é de 89,2 milhões de toneladas para a safra 2017/18. O Estado
530 do Mato Grosso é o maior produtor nacional, devido sua área territorial extensa, tendo
531 como consequência, maior área destinada ao cultivo, além de produção altamente
532 tecnificada, chuvas regulares e terreno favorável para o cultivo (CONAB, 2018).

533 O milho é um cereal muito consumido no Brasil, compondo diversos pratos
534 típicos, como o cuscuz, canjicas, pamonha, polenta, bolos e pipoca. Dentre esses, o
535 milho pipoca é muito apreciado, por ser um alimento barato que compõe lanches e
536 momentos de lazer. Possui benefícios à saúde humana desde que seu consumo não
537 seja associado às grandes porções frequentes de óleos, azeites e sal em seu preparo.

538 O milho pipoca não é considerado uma cultura essencial, porém possui várias
539 vantagens, pois pode ser armazenado com baixo custo e por longo tempo, pode ser
540 facilmente preparado pelo consumidor final e apresenta consumo crescente
541 (BRUGNERA et al., 2003). Contudo, sua produção no Brasil ainda é bastante limitada
542 devido à falta de cultivares de alta qualidade e tecnologia de produção adequada,
543 fazendo com que tenha dependência muito forte na importação, principalmente da
544 Argentina, com cultivares americanos (SCAPIM et al., 2006).

545 Considerando a expansão recente de cultivo no país aumentou a necessidade
546 de estudos fitotécnicos para o aprimoramento do manejo. No entanto, há poucos
547 estudos na literatura relacionados a adubação mineral ou orgânica desta cultura
548 devido principalmente a ausência de critérios de interpretação das exigências
549 nutricionais deste tipo de milho (TEIXEIRA & MALTA, 2012).

550 A utilização de resíduos orgânicos como fonte de fertilizante para a produção
551 do milho pipoca representa uma economia ao pequeno produtor, uma vez que, o custo
552 com fertilizantes minerais representa uma alta porcentagem nos custos totais de
553 produção. Segundo a estimativa da Conab, para a safra de 2017/18, o custo com
554 fertilizantes pode chegar a 25,58% dos custos totais de produção de milho comum por
555 hectare, ou levando em consideração apenas as despesas de custeio da lavoura, os
556 fertilizantes representam 44,97% desse custo (CONAB, 2017).

557 Visando diminuir esse consumo de fertilizantes minerais, uma alternativa é a
558 utilização de fertilizantes orgânicos que são resíduos de atividades agropecuárias,

559 industriais e urbanas. Conforme CARVALHO et al. (2011), o aumento do custo da
560 produção com fertilizantes minerais levam os agricultores a perceberem a utilização
561 de resíduos orgânicos como vantajosas, além das vantagens ambientais e nutricionais
562 de reutilização desses resíduos.

563 Entre os benefícios edáficos dos fertilizantes orgânicos pode-se mencionar:
564 nutrientes para a planta; energia para microrganismos; melhora a estrutura de
565 arejamento e retenção de umidade; efeito regulador na temperatura no solo; retarda
566 a fixação de fósforo e aumenta a CTC; além de ajudar a segurar nutrientes como K,
567 Ca e Mg, protegendo as raízes de lavagem ou lixiviação pela água; e por fim, efeito
568 hormonal ou estimulante para as raízes (MALAVOLTA, PIMENTEL-GOMES &
569 ALCARDE, 2002).

570 Dentre os adubos orgânicos, destaca-se a cama de frango que tem se
571 mostrado fonte de nutrientes e quando manejada adequadamente, pode suprir parcial
572 ou totalmente o fertilizante químico (SILVA et al., 2011; FELINI & BONO, 2011). A
573 cama de frango proporciona nutrientes importantes quando utilizada como adubo,
574 entre esses nutrientes, ressalta-se o N, P, K, Ca e Mg.

575 Um micronutriente necessário para a produção do milho é o zinco, que possui
576 importantes funções na planta. Trata-se de um nutriente-chave em rotas metabólicas,
577 compondo estruturas de enzimas e atuando como ativador enzimático, sendo
578 responsável também na formação de carboidratos e proteínas (DECHEN, HAAG &
579 CARMELO, 1991).

580 Além de ser muito importante para a nutrição do milho, o zinco é necessário
581 na alimentação humana, pois desempenha funções nos processos biológicos de
582 crescimento, diferenciação e metabolismo das células. Assim, sua deficiência causa
583 problemas de crescimento, aumenta o risco de infecções e é um dos responsáveis
584 pela mortalidade de crianças pequenas (DARNTON-HILL, 2013).

585 Diante do exposto, objetivou-se avaliar o milho pipoca sob adubação orgânica
586 e aplicação de zinco foliar nos componentes de produção, produtividade de grãos e
587 teor nutricional dos grãos.

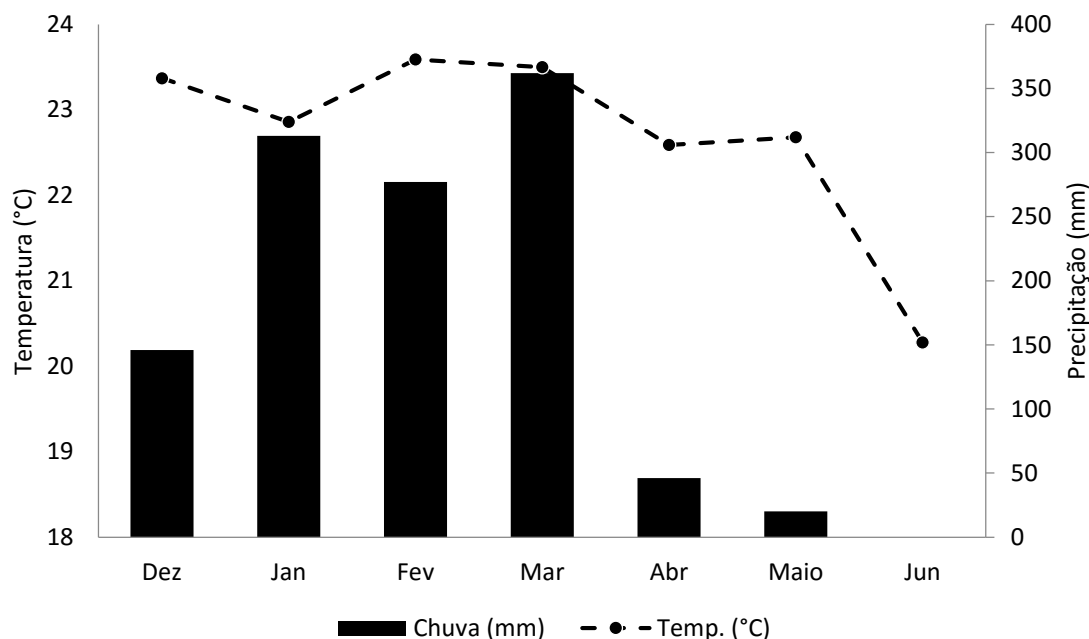
588

589 **2 MATERIAL E MÉTODOS**

590

591 O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal
592 de Mato Grosso do Sul, campus de Chapadão do Sul-MS, localizada nas coordenadas

593 geográficas 18° 46'17,8" de latitude sul, 52° 37'27,7" de longitude oeste e com altitude
 594 de 813 m. Os dados climatológicos foram obtidos a partir da estação meteorológica
 595 automática localizada em Chapadão do Sul, MS.



596

597 Figura 1 – Dados climáticos de precipitação pluvial e temperatura média no ano agrícola
 598 2016/2017, em Chapadão do Sul, MS.

599

600 O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico Argiloso
 601 segundo EMBRAPA (2013). Os seus principais descritores químicos exibiram os
 602 seguintes valores, na profundidade de 0,0-0,2 m: pH CaCl₂ (4,7); Ca²⁺ (2,1 cmolc dm³);
 603 Mg²⁺ (0,6 cmolc dm³); Al³⁺ (0,1 cmolc dm³); H⁺ + Al³⁺ (4,0 cmolc dm³); P Melich I (9
 604 mg dm³); K⁺ (0,307 cmolc dm³) e saturação de base (43%).

605 No manejo da área experimental o solo foi arado e gradeado, e posteriormente
 606 aplicou-se o calcário para a correção de acidez (1,3 t ha⁻¹). Em seguida, houve nova
 607 gradagem para incorporação do calcário. Tal operação ocorreu no dia 01 de
 608 novembro de 2016.

609 O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados no
 610 esquema fatorial 4 x 2. Os tratamentos foram 4 doses de cama de frango (0; 6; 12 e
 611 18 t ha⁻¹) com e sem zinco foliar (0 e 247,5 g ha⁻¹), utilizando a fonte de sulfato de
 612 zinco com três repetições. As parcelas possuíam cinco linhas de cinco metros de
 613 comprimento, perfazendo uma área de 9 m² (1,8 m x 5,0 m). A área destinada às
 614 mensurações era correspondente às três linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de
 615 cada extremidade, totalizando em uma área útil de 3,6 m² (0,9 m x 4,0 m).

616 A caracterização físico-química da cama de frango foi realizada de acordo
617 com o manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos,
618 organominerais e corretivos (MAPA, 2007) e encontra-se na tabela 1.

619

620 Tabela 1 – Caracterização físico-química da cama de frango empregada no
621 experimento.

N*	P₂O₅*	K₂O*	CaO*	MgO*	S*	Fe*	Na*	B*	Cu*	Mn*	Zn*
----- (g kg ⁻¹) -----							----- (mg kg ⁻¹) -----				
-											
32,3	32,1	33,7	150,1	19,7	5,2	1,2	6.432,4	12	92	515	494
N**	P₂O₅**	K₂O**	CaO**	MgO**	S**	Fe**	B**	Cu**	Mn**	Zn**	
----- (g kg ⁻¹) -----							----- (mg kg ⁻¹) -----				
27,9	27,7	29,1	129,7	14,4	4,5	1,1	10	79	445	427	
Relação C/N	Umidade 65°C	Matéria Orgânica	Carbono Orgânico	Densidade							
-----	----- (g kg ⁻¹) -----					(g L ⁻¹)					
13:1	135,9	735,4	426,6	632,3							

622 *Resultados expressos em massa seca; **Resultados expressos em massa úmida

623

624 A aplicação das doses de cama de frango ocorreu em área total no dia 09 de
625 dezembro, dezessete dias depois, realizou-se a semeadura do milho pipoca,
626 utilizando-se sementes do híbrido IAC 125 com espaçamento entre linhas de 0,45 m
627 e entre plantas de 0,33 m.

628 Para controle de daninhas foi utilizado, antes do plantio, dicloreto de paraquat
629 (300 g L ha⁻¹ do i.a.), 25 dias após o plantio foram usadas tembotriona (100,8 g L ha⁻¹
630 do i.a.) + atrazine (2,500 g L ha⁻¹ do i.a.). Complementando-se o manejo químico,
631 realizou-se ainda, capinas manuais aos 12, 22, 34 e 41 dias após o plantio. Para o
632 manejo de pragas foram utilizados tflummurom (48g L ha⁻¹ do i.a.) + lambda-cialotrina
633 (25 g L ha⁻¹ do i.a.) aos 6 e 25 dias após o plantio e ainda, metomil (129 g L ha⁻¹ do
634 i.a.) aos 45 dias após o plantio.

635 Quando a planta estava no estágio V7, em 28 de janeiro de 2017, foi realizada
636 a aplicação de zinco foliar, utilizando a fonte de sulfato de zinco (ZnSO₄· 7H₂O
637 PM=287,54). Neste trabalho foram realizadas as seguintes avaliações: nos estádios
638 R4 e R5, entre os dias 17 e 24 de fevereiro de 2017, foram realizadas as avaliações
639 de crescimento da planta, em que foram mensuradas a altura de planta (AP), altura

640 de inserção da primeira espiga (AIPE) e diâmetro de colmo (DC). A AP foi determinada
641 a partir do solo até a inserção da última folha e a AIPE foi determinada a partir do solo,
642 utilizando-se uma régua estadimétrica. O DC foi determinado com auxílio de um
643 paquímetro digital, medido no primeiro internódio.

644 A colheita foi realizada aos 110 dias após a semeadura, no dia 04 de abril de
645 2017. Na ocasião foi contada a quantidade de plantas e de espigas da área útil por
646 parcela para que pudesse ser calculado a prolificidade (PROLIF), que é a relação da
647 quantidade de espigas por plantas.

648 Após a colheita, foram realizadas as análises de espiga: número de fileiras
649 por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), comprimento da espiga (CE) e
650 diâmetro da espiga (DE), em uma amostra de 5 espigas por parcela.

651 A umidade do grão foi determinada pelo Método Estufa, em que os grãos
652 passaram pelo processo de secagem a 105° C por 24 horas e resfriados dentro do
653 dessecador. E com a umidade ajustada em 13%, foram obtidos os valores da massa
654 total, da produtividade (PROD) e a massa de cem grãos (MCG).

655 O teor de zinco no grão (ZNG) foi realizado pelos métodos analíticos oficiais
656 para fertilizantes e corretivos (BRASIL, 2014), métodos de análise de solos
657 (EMBRAPA SOLOS, 2011) e método de avaliação do estado nutricional das plantas:
658 princípios e aplicações (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1989).

659 A significância do efeito dos tratamentos foi estimada por meio do Teste F.
660 Para o fator “zinco foliar” foi realizado a comparação de médias pelo Teste Tukey.
661 Para o fator “doses de cama de frango” ajustou-se regressões polinomiais. Para as
662 interações entre os fatores “doses de cama de frango” e “Zn foliar” empregou-se
663 regressão polinomial das doses de cama de frango em cada nível de Zn.

664

665 **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

666

667 A aplicação de cama de frango influenciou todas as características de
668 crescimento do milho pipoca. A presença do zinco foliar provocou efeito significativo
669 apenas para a variável prolificidade. Não houve interação entre os tratamentos para
670 tais variáveis (Tabela 2).

671

672

673

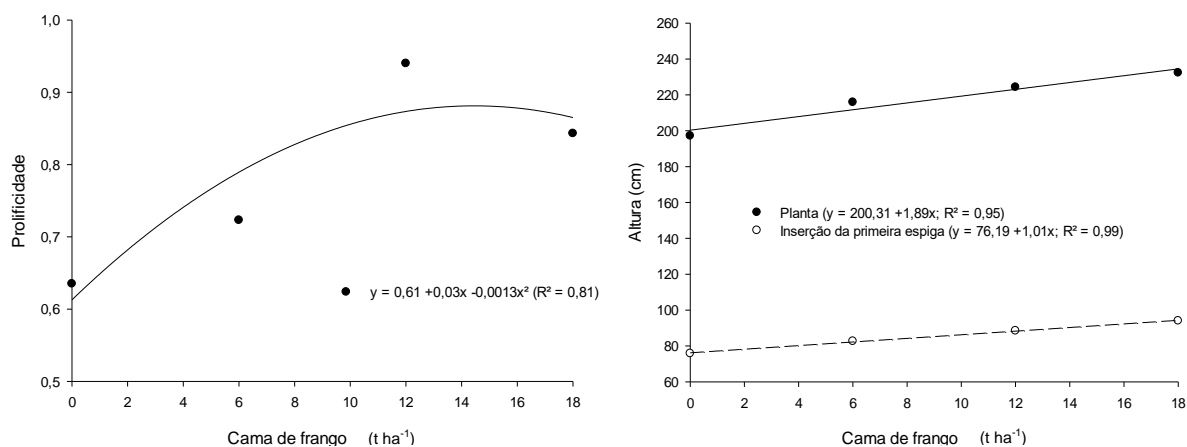
674 Tabela 2 – Prolificidade de espigas, altura de plantas, altura de inserção da primeira
 675 espiga, diâmetro de colmo, em função da aplicação de cama de frango e Zn foliar,
 676 Chapadão do Sul-MS, safra 2016/17.

Fontes de variação	GL	Variáveis			
		PROLIF	AP	AIPE	DC
Blocos	2	1,40	0,12	6,81	0,67
Cama de Frango (C)	3	4,26 *	11,66 **	8,48 **	9,01 *
Zinco Foliar (Z)	1	14,37 **	1,82 ^{ns}	3,47 ^{ns}	1,632 ^{ns}
C x Z	3	2,57 ^{ns}	0,26 ^{ns}	1,65 ^{ns}	0,35 ^{ns}
Resíduos	14	0,025	116,985	43,143	1,447
Média Geral	23	0,78	217,40	85,26	22,19
CV (%)		20,22	4,98	7,70	5,42

677 *, ** (Significativo – $p < 0,05$; $p < 0,01$; respectivamente); ns - (não significativo)
 678

679 A máxima prolificidade foi atingida quando utilizado a dose de 11,54 t ha⁻¹ de
 680 cama de frango (figura 2a), a partir dessa dose, há uma queda de 35,72% no número
 681 de espigas por planta em relação à dose de 18 t ha⁻¹. Já as variáveis altura de plantas
 682 e altura de inserção de primeira espiga (figura 2b) exibiram um comportamento linear
 683 positivo em relação aos níveis de cama de frango.

684 O uso da cama de frango pode ter influenciado na disponibilidade de nutrientes
 685 que tiveram resultado nos parâmetros de crescimento de milho pipoca. Um desses
 686 nutrientes influenciadores é o nitrogênio. GÖKMEN, SENCAR & SAKIN (2001),
 687 perceberam que, quanto maior a taxa de nitrogênio no solo, maior foi a altura de
 688 plantas, resultado encontrado também por MUKTAMAR et al. (2017) e LUCENA et al.
 689 (2000), que enfatizam a importância de N e P para a altura de plantas de milho e para
 690 a sua produtividade.



691

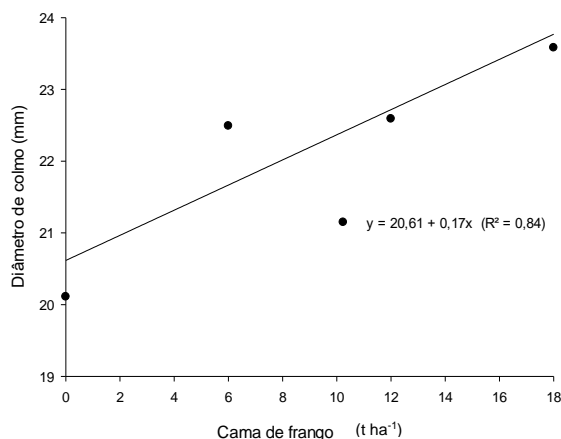
692 Figura 2 – a) Prolificidade sob doses de cama de frango; b) Altura de planta e Altura de inserção da
 693 primeira espiga sob dose de cama de frango.
 694

695 SILVA et al. (2011), estudando cama aviária no cultivo de milho, enfatizam a
 696 importância de P para a planta, tendo como resultado a influência da adubação
 697 orgânica na disponibilidade de P, uma vez que, perceberam que os teores desse
 698 nutriente no solo 45 após o plantio se elevaram, tendo como consequência, um
 699 aumento na altura de planta.

700 O papel do fósforo, como atuador na síntese de proteínas das plantas, é
 701 importante para o crescimento das plantas (DAVID et al., 2008) e pode ter colaborado
 702 para a altura da planta do milho pipoca, uma vez que a altura de plantas encontrada
 703 neste trabalho é superior ao esperado para o híbrido utilizado.

704 Mas além de N e P, MUKTAMAR et al. (2017), ressaltam para o milho doce
 705 que, quando utilizaram adubos orgânicos na forma líquida, elevaram as taxas de
 706 potássio, e que esses nutrientes juntos fizeram da adubação orgânica um
 707 complemento eficaz para a cultura de milho.

708 MIDRIANISIAH et al. (2016) utilizando fertilizantes orgânicos em milho doce,
 709 demonstraram resultados satisfatórios com o uso de esterco de frango, pois a
 710 adubação orgânica favoreceu o crescimento da planta, principalmente em altura,
 711 diâmetro de colmo e características da espiga, que corroboram com os resultados
 712 encontrados nesse trabalho, pois o diâmetro de colmo (figura 3) também foi
 713 beneficiado devido ao incremento linear causado pelas doses crescentes.



714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724

Figura 3 – Diâmetro de colmo sob doses de cama de frango.

A aplicação do adubo orgânico afetou todas as variáveis, já a aplicação de Zn foliar foi significativo para comprimento da espiga, diâmetro da espiga e número de grãos por fileira (Tabela 3).

Tabela 3 – Comprimento da espiga, diâmetro da espiga, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira e massa de 100 grãos em função da aplicação de cama de frango e Zn foliar, Chapadão do Sul-MS, safra 2016/17.

Fontes de variação	GL	Variáveis				
		CE	DE	NGF	NFE	MCG
Blocos	2	5,43	2,33	2,10	1,62	3,81
Cama de Frango (C)	3	6,76 **	3,05 **	6,46 **	3,76 **	4,82 **
Zinco Foliar (Z)	1	6,41 **	5,98 **	5,89 **	0,00 ns	0,218 ns
C x Z	3	0,52 ns	0,65 ns	0,41 ns	0,11 ns	1,212 ns
Resíduos	14	0,829	2,458	9,674	0,706	1,606
Média Geral	23	13,81	30,42	28,05	14,20	15,06
CV (%)		6,59	5,15	11,09	5,92	8,42

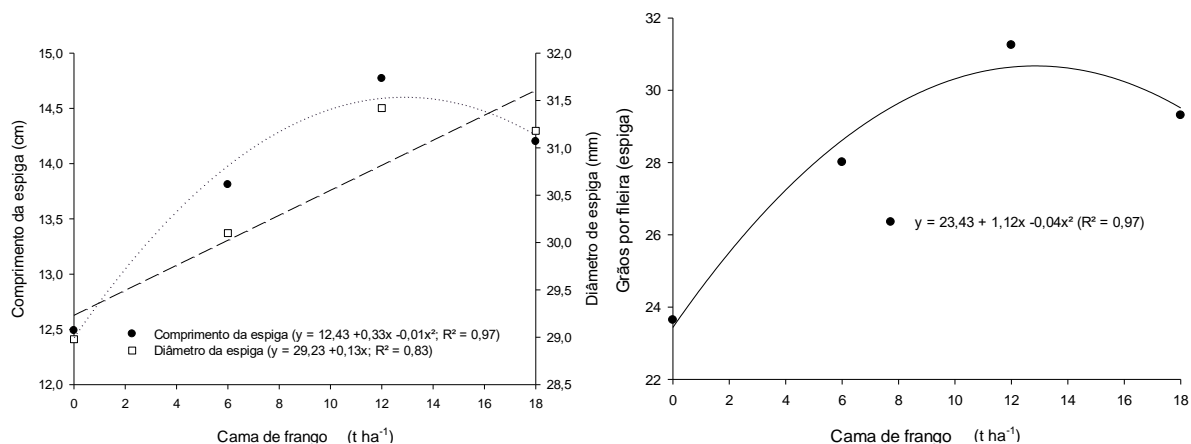
*, ** (Significativo – $p < 0,05$; $p < 0,01$; respectivamente); ns - (não significativo)

725
726
727
728
729
730

O comprimento da espiga (figura 4a) foi beneficiado com o uso da cama de frango, apresentando maior comprimento (15,15 cm) na dose de $16,5 \text{ t ha}^{-1}$, após essa dose há uma queda de 37,75% no comprimento da espiga, em relação a maior dose testada. O diâmetro da espiga (figura 4a) aumentou com o acréscimo das doses de

731 frango.

732 A variável número de grãos por fileiras (figura 4b) apresentou maior valor na
733 dose de 14 t ha⁻¹, que corresponde a 31,27 grãos por fileira. Após essa dose há
734 diminuição de 2,91% do número de grãos por fileira da espiga do milho pipoca em
735 relação à dose de 18 t ha⁻¹.



736
737 Figura 4 – a) Comprimento da espiga e Diâmetro da espiga, sob dose de cama de frango; b) Número
738 de grãos por fileira sob doses de cama de frango.

739

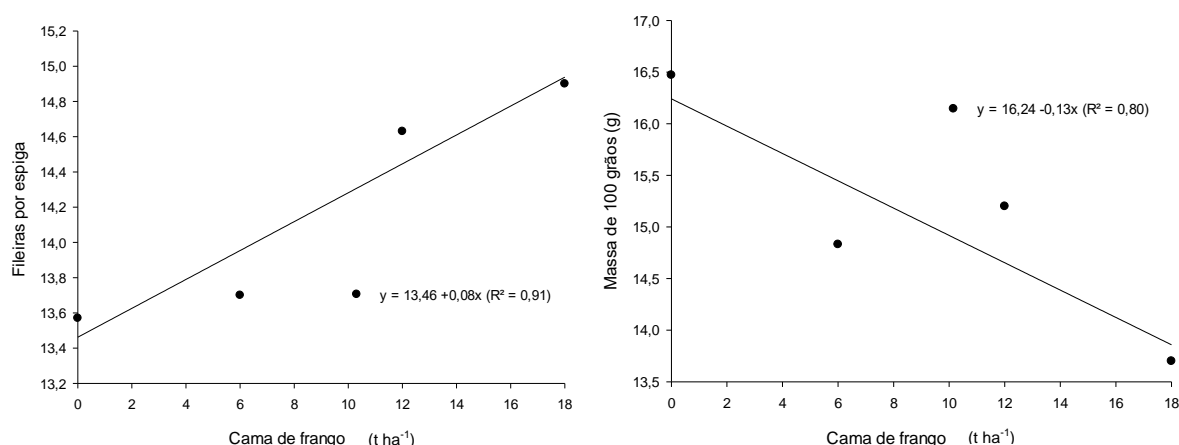
740 As características da espiga podem ser favorecidas pela utilização de cama
741 aviária segundo MIDRIANISIAH et al. (2016), pois explicam que o adubo a base de
742 cama de frango consegue fornecer quantidades suficientes de N, P e K. Assim como,
743 acreditam WANG et al. (2017), encontraram um aumento de 25% no nitrogênio total,
744 198% de fósforo disponível e 41% de matéria orgânica do solo, confirmando o
745 aumento de N e P no solo, além de matéria orgânica, quando utilizaram adubos de
746 fontes orgânicas, explicando que isso se deve a ajuda que essas fontes orgânicas dão
747 a mineralização residual de nutrientes no solo.

748 Os adubos orgânicos, compostos por esterco, são convertidos em húmus,
749 sendo uma parte decomposta e liberada em curto período após a sua aplicação e a
750 maior parte é liberada lentamente. Segundo CORRÊA & MIELE (2011), a liberação
751 de nutrientes pela cama aviária é mais lenta que os adubos minerais e isso ocorre
752 pela ação dos microrganismos que realizam a mineralização, dependendo de fatores
753 como temperatura, umidade e tipo de solo, pH, relação C/N, entre outros.

754 Sendo assim, o momento de maior aproveitamento desses nutrientes da cama
755 aviária podem, possivelmente, se expressar na safra seguinte, devido a mineralização
756 residual dos nutrientes. Esse efeito residual da cama aviária já foram relatados por
757 NOVAKOWISKI et al. (2013), ASSMANN et al. (2003) e SANDINI et al. (2011).

758 O número de fileiras por espiga (figura 5a) aumentou com o acréscimo nas
 759 doses de cama de frango, e o melhor resultado expressado foi com a maior dose
 760 testada do adubo, sendo a média de número de fileiras por espigas de acordo com o
 761 esperado para o híbrido utilizado.

762 Para a massa de 100 grãos do milho pipoca (figura 5b), apesar do efeito linear
 763 negativo, a média encontrada neste trabalho (15,06 g) está dentro do esperado para
 764 a massa de cem grãos deste híbrido, que fica em torno de 14,88 gramas.



765
 766 Figura 5 – a) Número de fileiras por espiga sob dose de cama de frango; b) Massa de 100 grãos sob
 767 doses de cama de frango.

768
 769 A aplicação da cama de frango foi negativa apenas para a massa de grãos, que
 770 pode indicar a presença de outros fatores que possam ter interferido na resposta da
 771 planta à adubação com cama de frango, influenciando assim no seu peso, embora
 772 tenha se mantido dentro do esperado para a cultura.

773 O uso de Zn foliar teve efeito sobre as variáveis prolificidade, comprimento da
 774 espiga diâmetro de diâmetro de espiga e número de grãos por fileira (Tabela 4).

775

776 Tabela 4 – Efeito do Zn foliar na prolificidade, comprimento de espiga, diâmetro de
 777 espiga e número de grãos por fileira de plantas de milho pipoca.

Variável	Zn foliar	
	Sem	Com
PROLIF	0,908 a	0,662 b
CE	14,29 a	13,34 b
DE	31,21 a	29,64 b
NGF	29,58 a	26,52 b

778 Médias seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem entre si de acordo com o Teste de Tukey
 779 ($p < 0,05$).

780 Doses altas de Zinco foliar pode levar à sintomas de toxidez no milho, o que pode
 781 explicar os resultados obtidos nesse experimento, uma vez que, foi observado nas
 782 semanas seguintes à aplicação do Zn foliar sintomas visuais de toxidez, como a
 783 diminuição da área foliar e aparecimento de pigmento pardo-avermelhado nas folhas.
 784 Houve ainda o aparecimento de sintomas como clorose, que pode indicar a deficiência
 785 de Fe, uma vez que, o excesso de zinco, pode induzir a deficiência desse nutriente,
 786 segundo PRADO (2008).

787 Havendo a inibição de Fe pelo Zn, atividades metabólicas da planta, como
 788 fotossíntese, respiração, síntese de proteínas e assimilação de N e S, ficam
 789 comprometidas, devido a participação do Fe nesses processos (PRADO, 2008),
 790 podendo então interferir no desempenho do milho.

791 Houve interação entre os tratamentos, para as variáveis produtividade de grãos
 792 e teor de zinco no grão (Tabela 5).

793

794 Tabela 5 – Produtividade e teor de zinco no grão, em função da aplicação de cama de
 795 frango e Zn foliar, Chapadão do Sul-MS, safra 2016/17.

Fontes de variação	GL	Variáveis	
		PROD	ZNG
Blocos	2	1,08	0,12
Cama de Frango (C)	3	11,45 **	49,17 **
Zinco Foliar (Z)	1	2,89 ns	18,97 **
C x Z	3	3,629 **	30,35 **
Resíduos	14	257986,726	21,523
Média Geral	23	2.226,17	78,45
CV (%)		22,82	5,91

796

797

*, ** (Significativo – $p < 0,05$; $p < 0,01$; respectivamente); ns - (não significativo)

798 O teor de Zn (figura 6a) nos grãos do milho pipoca na ausência de zinco foliar
 799 não teve ajuste da equação de regressão. Na presença de zinco foliar o teor maior de
 800 Zn foi encontrado ($100,76 \text{ mg Kg}^{-1}$), na dose de $12,07 \text{ t ha}^{-1}$ do adubo orgânico.

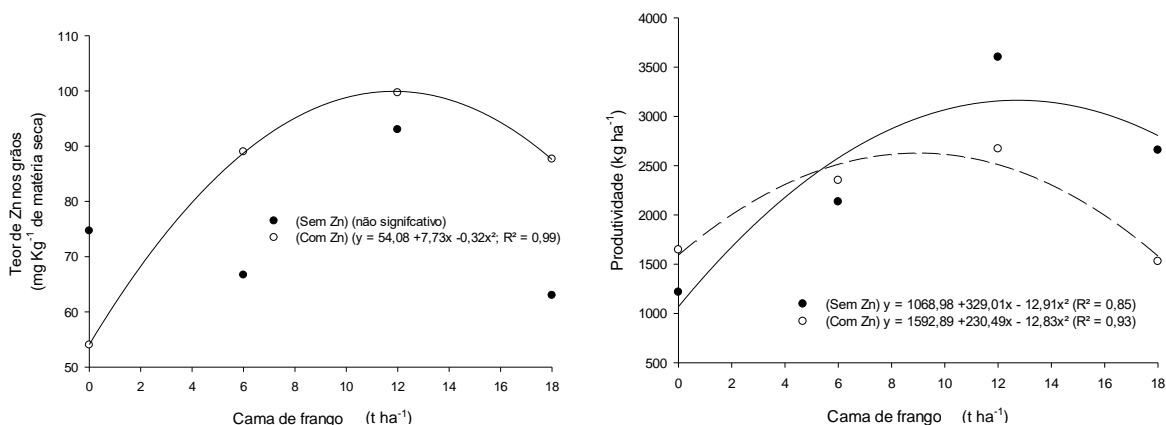
801 A dose aplicada estava acima do recomendado para a adubação foliar da
 802 cultura de milho, resultando em valores altos de Zn no grão. Isso significa que os
 803 valores de Zn foliar foram altos, uma vez que, os nutrientes chegam primeiro ao tecido
 804 vegetativo para então ser translocados para os grãos.

805 Um fator que pode colaborar com o teor de Zn encontrado, quando utilizado a
 806 dose de 12 t ha⁻¹ de cama de frango, é que há uma relação positiva entre nitrogênio e
 807 zinco na planta (FERREIRA et al., 2001). Segundo os autores, quanto maior a dose
 808 de N aplicada, maior a concentração de zinco e essa dose de cama de frango testada,
 809 corresponde a 384 kg ha⁻¹ de N. Porém, para doses de cama aviária, acima do
 810 mencionado, há uma tendência de diminuição na concentração do teor de Zn, (figura
 811 6a).

812 A variável produtividade de grãos (figura 6b) a ausência de Zn foliar, maior valor
 813 na dose de 12,74 t ha⁻¹ de cama de frango, que correspondeu a uma produtividade de
 814 3.165,18 kg ha⁻¹. No experimento foi observado valores de produtividade próximas ao
 815 que se espera para o milho pipoca, chegando até 4.256,42 kg ha⁻¹, em tratamentos
 816 que não continham a adubação com o zinco.

817 Esses resultados sugerem que, a cama de frango poderia nesse nível até
 818 substituir a adubação mineral, uma vez que 12 t ha⁻¹ da cama de frango que foi
 819 utilizada neste experimento corresponde a 384 kg ha⁻¹ de N, 384 kg ha⁻¹ de P e 396
 820 kg ha⁻¹ de K. Os valores desses nutrientes estão bem acima do que recomenda
 821 SAWAZAKI (2001) para a cultura do milho pipoca.

822 Quando submetida ao tratamento com Zn foliar, a produtividade apresentou
 823 seu efeito máximo na dose de 9 t ha⁻¹, correspondendo a uma produtividade de
 824 2.628,07 kg ha⁻¹. Deve-se levar em consideração que o ponto de partida exibido no
 825 gráfico, para doses menores de cama de frango, o tratamento com o Zinco favorece
 826 a produtividade, e seria interessante então, realizar novos estudos dessa aplicação
 827 foliar com doses menores de cama de frango para comprovar se os dois tipos de
 828 adubação, podem ser interessantes para o milho pipoca.



829

830 Figura 6 – a) Teor de Zn nos grãos sob doses de cama de frango; b) Produtividade com e sem Zinco
 831 Foliar sob dose de cama de frango.

832 Um fator pode ter influência na produtividade, que foi a semeadura do milho
833 pipoca logo após os tratamentos da adubação com a cama de frango, possivelmente
834 não ocorrendo tempo suficiente para mineralização total deste adubo no solo, sendo
835 assim, é possível que um efeito maior de produtividade fosse sentido em safras futuras
836 aproveitando-se da ação residual dos nutrientes no solo.

837 Sendo assim, visando maior produtividade de lavoura, pode-se inferir que, não
838 é adequado a aplicação de Zn foliar na dose testada. Sugere-se que mais estudos
839 sejam feitos com fontes orgânicas na adubação do milho pipoca, já que a cama de
840 frango, nas concentrações usadas, proporcionou respostas fitotécnicas positivas.

841

842 **4 CONCLUSÃO**

843

844 A cama de frango foi positiva para as características de crescimento do milho
845 pipoca. É possível alcançar produtividade de 4.000 Kg ha⁻¹ com a utilização de cama
846 de frango na dose de 12 t ha⁻¹. A utilização do zinco foliar na dose testada afetou
847 negativamente as variáveis prolificidade, comprimento da espiga, diâmetro da espiga
848 e número de grãos por fileira, possivelmente pelo efeito de toxidez, influenciando
849 também na produtividade.

850

851 **5 REFERÊNCIAS**

852

853 ASSMANN, T.S.; ROZELLI JÚNIOR, P.; MORAES, A.; ASSMANN, A.L.; KOEHLER,
854 H.S.; SANDINI, I. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob
855 o sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e
856 nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.27, n.24, p.675-
857 683, 2003. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832003000400012>>
858 Acesso em: 20 mai., 2018. doi: 10.1590/S0100-06832003000400012.

859

860 BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de métodos**
861 **analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e**
862 **corretivos**. Secretaria de Defesa Sanitária Agropecuária. Coordenação-Geral de
863 apoio Laboratorial; Murilo Carlos Muniz Veras (Org.) – Brasília: MAPA/SDA/CGAL,
864 2014.

865

866 BRUGNERA, A.; PINHO, R.G.V.; PACHECO, C.G.D. Resposta de cultivares de milho-
867 pipoca a doses de adubação de semeadura. **Revista Ceres**, v. L, n.29, p. 417-429,
868 2003. Disponível em: <
869 <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/2884/745>>. Acesso em: 03
870 Mar., 2017.

- 871 CARVALHO, E.R.; REZENDE, P.P.; ANDRADE, M.J.B.; PASSOS, A.; OLIVEIRA, J.A.
872 Fertilizante mineral e resíduo orgânico sobre características agrônômicas da soja e
873 nutrientes no solo. Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Ceará,
874 Fortaleza, CE. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.4, p 930-939, 2011. Disponível
875 em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902011000400015>>. Acesso em: 03 Mar.,
876 2017. doi: 10.1590/S1806-66902011000400015.
877
- 878 CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**. V. 5 – Safra 2017/18 – Nº
879 8 – Oitavo Levantamento, Maio, 2018.
880
- 881 CONAB. Custos de produção - Culturas de verão. **Milho MS - Safra 2017/18**
882 **Chapadão do Sul, MS** - Plantio direto OGM - Alta tecnologia. Tipo de relatório:
883 Estimado. Mês/ano: Março 2017.
884
- 885 CORRÊA, J.C.; MIELE, M. A cama de aves e os aspectos agrônômicos, ambientais e
886 econômicos. In: **Manejo Ambiental na Avicultura**. Julio Cesar Pascale Palhares,
887 Airtton Kunz (Editores). - Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. Disponível em: <
888 [https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/920466/manejo-](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/920466/manejo-ambiental-na-avicultura)
889 [ambiental-na-avicultura](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/920466/manejo-ambiental-na-avicultura)> Acesso em: 19 mai., 2018.
890
- 891 DAVID, M.A.; MENDONÇA, V.; REIS, L.L.; SILVA, E.A.; TOSTA, M.; FREIRE, P.A.
892 Efeito das doses de superfosfato simples e de matéria orgânica sobre o crescimento
893 de mudas de maracujazeiro 'amarelo'. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v.38, p.147-
894 152, 2008. Disponível em: < <http://www.redalyc.org/html/2530/253020408001/>>
895 Acesso em: 20 mai., 2018.
896
- 897 DARNTON-HILL, I. Zinc supplementation and growth in children. Biological,
898 behavioural and contextual rationale. **World Health Organization (WHO)**. Tufts
899 University, USA and University of Sydney, Australia, 2013. Available from: <
900 http://www.who.int/elena/titles/bbc/zinc_stunting/en/> Accessed: Jun. 09, 2016.
901
- 902 DECHEN, A.R.; HAAG, Q.A.; CARMELO, DE C. Micronutrientes na Planta. IN:
903 FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (Ed). **Micronutriente na Agricultura**. p.65-78,
904 Piracicaba: POTAFOS/CNPQ, 1991.
905
- 906 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro
907 Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**: Rio
908 de Janeiro, 2013.
909
- 910 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de**
911 **métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 230 p.,2011.
912
- 913 FELINI, F.Z.; BONO, J.A.M. Produtividade de soja e milho, em sistema de plantio com
914 uso de cama de frango na região de Sidrolândia-MS. **Ensaio e ciência: Ciências**
915 **Agrárias, biológicas e da Saúde**. v. 15, n. 5, 2011. Disponível em<
916 <http://www.redalyc.org/pdf/260/26022565001.pdf>> Acesso em: 15 mai., 2018.

- 917 FERREIRA, A.C.B.; ARAÚJO, G.A.A.; PEREIRA, P.R.G.; CARDOSO, A.A.
918 Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio,
919 molibdênio e zinco. **Scientia Agricola**, v.58, n.1, p.131-138, jan./mar. 2001.
920 Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/sa/v58n1/a20v58n1>> Acesso em: 23 mai.,
921 2018.
922
- 923 GÖKMEN, S.; SENCAR, Ö.; SAKIN, M.A. Response of popcorn (*Zea mays everta*) to
924 nitrogen rates plant densities. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v.25, p.
925 15-23, 2001. Available from: < <http://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/issues/tar-01-25-1/tar-25-1-3-9904-20.pdf>>. Accessed: Nov. 10, 2017.
926
927
- 928 LUCENA, L.F.C.; OLIVEIRA, F.A.; SILVA, I.F.; ANDRADE, A.P. Resposta do milho a
929 diferentes dosagens de nitrogênio e fósforo aplicados ao solo. **Revista Brasileira de**
930 **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n.3, p. 334-337, 2000. Disponível em:
931 <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662000000300005>>. Acesso em: 08 Abr., 2017.
932 doi: 10.1590/S1415-43662000000300005.
933
- 934 MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional**
935 **das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira Para
936 Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989, 201p.
937
- 938 MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J.C. **Adubos e adubações**.
939 São Paulo: Nobel, 2002.
940
- 941 MIDRANISIAH, N.M.; RAHIM, S.E.; HAWAYANTI, E. Utilization of organic fertilizer on
942 sweet corn (*Zea maya saccharata* Sturt) crop at Shallow Swamp Land. **Matec Web of**
943 **Conferences**, v. 97, n. 01103, 2016. Available from:
944 <<http://dx.doi.org/10.1051/matecconf/20179701103>>. Accessed: Nov. 10, 2017, doi:
945 10.1051/matecconf/20179701103.
946
- 947 MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Manual**
948 **de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos,**
949 **organominerais e corretivos**. Brasília: MAPA, 2007. 141p.
950
- 951 MUKTAMAR, Z.; SUDJATMIKO, S.; CHOZIN, M.; FAHRURROZI, N.S. Sweet corn
952 performance and its major nutrient uptake following application of Vermicompost
953 supplemented with liquid organic fertilizer. **International Journal on Advanced**
954 **Science Engineering Information Technology**, v.7, n.2, p. 602-608, 2017. Available
955 from: <<http://dx.doi.org/10.18517/ijaseit.7.2.1112>>. Accessed: Out. 10, 2017. doi:
956 10.18517/ijaseit.7.2.1112.
957
- 958 NOVAKOWISKI, J.H.; SANDINI, I.E.; FALBO, M.K.; MORAES, A. NOVAKOWISKI,
959 J.H. Adubação com cama de aviário na produção de milho orgânico em sistema de
960 integração lavoura-pecuária. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.4, p.
961 1663-1672, jul./ago.2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n4p1663>
962 Acesso em: 25 mai., 2018. doi: 10.5433/1679-

- 963 0359.2013v34n4p1663.
964
- 965 PRADO, R.M. **Zinco**. In: Nutrição de Plantas. São Paulo. Editora Unesp, 2008, 407p.
966
- 967 SANDINI, I.E.; MORAES, A.; PELISSARI, A.; NEUMANN, M. FALBO, M.K.;
968 NOVAKOWISKI, J.H.; Efeito residual do nitrogênio na cultura do milho no sistema de
969 produção integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.8, p.
970 1315-1322, 2011. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.5433/1679-](http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n4p1663)
971 0359.2013v34n4p1663> Acesso em: 19 mai., 2018. doi: 10.5433/1679-
972 0359.2013v34n4p1663.
973
- 974 SAWAZAKI, E. **A cultura do milho pipoca no Brasil**. Informações técnicas. Instituto
975 Agrônômico de Campinas, O Agrônômico, Campinas, 53 (2), 2001. Disponível em: <
976 http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/agronomico/pdf/11_pipoca.pdf> Acesso em: 28
977 abr., 2017.
978
- 979 SCAPIM, C.C.; BRACCINI, A.L.; PINTO, R.J.B.; JÚNIOR, A.T.A.; RODOVALHO, M.A.;
980 SILVA, R.M.; MOTERLE, L.M. Componentes genéticos de médias e depressão por
981 endogamia em populações de milho-pipoca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.1, p.
982 36-41 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000100006>>.
983 Acesso em: 05 Mai., 2017. doi: 10.1590/S0103-84782006000100006.
984
- 985 SILVA, T.R.; MENEZES, J.F.S.; SIMON, G.A.; ASSIS, R.L.; SANTOS, C.J.L.;
986 GOMES, G.V., Cultivo do milho e disponibilidade de P sob adubação com cama de
987 frango. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande,
988 PB. v. 15, n. 9, p.903-910, 2011. Disponível em: <
989 <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n9/05.pdf>> Acesso em: 15 mai., 2018.
990
- 991 TEIXEIRA, W.G.; MALTA, C.G. Adubos verdes como fonte de nutrientes para uma
992 variedade crioula de milho pipoca. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.8, n.14, p.33.
993 2012. Disponível em: <
994 <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/agrarias/adubos%20verdes.pdf>>. Acesso
995 em: 30 Out., 2017.
996
- 997 WANG, X.; REN, Y.; ZHANG, S.; CHEN, Y.; WANG, N. Applications of organic manure
998 increased maize (*Zea mays* L.) yield end water productivity in a semi-arid region.
999 **Agricultural Water Management**, v. 187, p. 88-98, 2017. Available from:
1000 <<http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2017.03.017>>. Accessed: Nov. 10, 2017. doi:
1001 10.1016/j.agwat.2017.03.017.