



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

DIOGO RIBEIRO DE ARAUJO

**DESEMPENHO DE MILHO, SUBMETIDO A ADUBAÇÃO VERDE, COM
LEGUMINOSAS ARBÓREAS**

CHAPADINHA-MA

2017

DIOGO RIBEIRO DE ARAUJO

**DESEMPENHO DE MILHO, SUBMETIDO A ADUBAÇÃO VERDE, COM
LEGUMINOSAS ARBÓREAS**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia, sob orientação do Prof. Dr. José Roberto Brito Freitas.

CHAPADINHA-MA

2017

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a). Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

ARAUJO, Diogo Ribeiro de.

DESEMPENHO DE MILHO, SUBMETIDO A ADUBAÇÃO VERDE,
COM LEGUMINOSAS ARBÓREAS / Diogo Ribeiro de Araujo. - 2017.
20 f.

Orientador(a): José Roberto Brito Freitas.

Monografia (Graduação) - Curso de Agronomia,
Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2017.

1. Adubação verde. 2. Agricultura familiar. 3. Sustentabilidade. I.
Freitas, José Roberto Brito. II. Título.

Dedico a minha família por me inspirar a conseguisse alcançar todos os meus objetivos, em especial minha mãe, Marilsa Cardoso, por ser sempre meu apoio e meu ponto seguro, e meu pai Gilmar Marques, “In memoriam”, por me ensinar a sempre levar o bom humor na vida.

DIOGO RIBEIRO DE ARAUJO

**DESEMPENHO DE MILHO, SUBMETIDO A ADUBAÇÃO VERDE, COM
LEGUMINOSAS ARBÓREAS**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia, sob orientação do Prof. Dr. José Roberto Brito Freitas.

Aprovada em: ___/___/_____

APROVADO POR:

Prof. José Roberto Brito Freitas (orientador)
Doutor em Agronomia
CCAA/Universidade Federal do Maranhão

Prof.^a Luisa Julieth Parra Serrano
Doutora em Recursos Florestais
CCAA/Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Edmilson Igor Bernardo Almeida
Doutor em Agronomia
CCAA/Universidade Federal do Maranhão

CHAPADINHA – MA

2017

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. MATERIAL E MÉTODOS	9
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
4. CONCLUSÃO	14
5. REFERÊNCIAS	15
6. ANEXO	17

1 **DESEMPENHO DE MILHO, SUBMETIDO A ADUBAÇÃO VERDE, COM**
2 **LEGUMINOSAS ARBÓREAS**

3 Diogo Ribeiro de Araujo¹, José Roberto Brito Freitas
4 ¹Universidade Federal do Maranhão – UFMA – Chapadinha - Brasil
5 dhiogo.na0@gmail.com

6 **Resumo:** Apesar da importância da cultura do milho para a economia brasileira, o país possui um
7 rendimento produtivo baixo, tendo produtividade média de 5.000 kg ha⁻¹. A baixa produtividade da
8 cultura do milho está associada principalmente a solos pobres com baixos teores de nitrogênio e
9 fósforo, cuja alternativa de melhorar estas condições é utilizar práticas agronômicas, como plantio
10 direto na palha da leguminosa, o qual possibilita aumento da matéria orgânica do solo e ciclagem de
11 nutrientes. Diante disso, objetivou-se avaliar a influencia da adubação verde no desempenho
12 produtivo de uma cultivar de milho QPM BR 473 e eficiência do uso de nitrogênio. O experimento
13 foi conduzido numa área experimental instalada no município de Chapadinha (MA). Utilizou-se um
14 delineamento experimental de blocos ao acaso, com 8 tratamentos e 4 repetições, com tamanho de
15 parcela de 10 m x 4 m. Os tratamentos para aplicação de N consistiram nos resíduos de leguminosas
16 e ureia em diferentes combinações: *Gliricidia sepium* + 226 kg ha⁻¹ ureia, *Acacia mangium* + 226
17 kg ha⁻¹ ureia e *Leucaena leucocephala* + 226 kg ha⁻¹ ureia. Ao término do experimento observou-
18 se que, o uso combinado de *Gliricidia sepium* ou *Acacia mangium* com 226 kg ha⁻¹ ureia aumentou
19 o rendimento de grãos em relação à aplicação de *Gliricidia sepium*, *Acacia mangium* e ureia
20 isoladamente. A maior absorção de nitrogênio, durante o ciclo do milho, foi na combinação
21 *Gliricidia sepium* + 226 kg ha⁻¹ ureia e *Acacia mangium* + 226 kg ha⁻¹ ureia, e com rendimento
22 máximo total de 3,9 t ha⁻¹ e 9,3% de proteína. *Gliricidia sepium* + 226 kg ha⁻¹ ureia e *Acacia*
23 *mangium* + 226 kg ha⁻¹ ureia foram considerados altamente benéficos no aumento do rendimento
24 de grão, com redução da perda do nitrogênio menos estável do solo e aumento na eficiência de
25 recuperação do nitrogênio. É necessário, uma avaliação mais aprofundada para decidir se esta
26 estratégia nutricional pode ser adotada em uma escala maior.

27 **Palavra-chave:** Sustentabilidade, Adubação verde, Agricultura familiar.

28 **Abstract:** Despite the importance of the maize crop to the Brazilian economy, the country has a low
29 productive yield, with an average yield of 5,000 kg ha⁻¹. The low productivity of the maize crop is
30 mainly associated with poor soils with low levels of nitrogen and phosphorus, whose alternative to
31 improve these conditions is to use agronomic practices, such as no-tillage in the legume straw,
32 which allows an increase of soil organic matter and Cycling of nutrients. The objective of this study

33 was to evaluate the influence of green manure on the productive performance of a QPM BR 473
34 maize cultivar and the efficiency of nitrogen use. The experiment was conducted in an experimental
35 area located in the municipality of Chapadinha (MA). A randomized block design with 8 treatments
36 and 4 replicates, with plot size of 10 m x 4 m, was used. The treatments for N application consisted
37 of legume and urea residues in different combinations: Gliricidia sepium + 226 kg ha⁻¹ urea,
38 Acacia mangium + 226 kg ha⁻¹ urea and Leucaena leucocephala + 226 kg ha⁻¹ urea. At the end of
39 the experiment, it was observed that the combined use of Gliricidia sepium or Acacia mangium with
40 226 kg ha⁻¹ urea increased the grain yield in relation to the application of Gliricidia sepium, Acacia
41 mangium and isolating urea. The highest nitrogen uptake during the corn cycle was in the
42 combination Gliricidia sepium + 226 kg ha⁻¹ urea and Acacia mangium + 226 kg ha⁻¹ urea, and
43 with a maximum yield of 3.9 t ha⁻¹ and 9,3% protein. Gliricidia sepium + 226 kg ha⁻¹ urea and
44 Acacia mangium + 226 kg ha⁻¹ urea were considered to be highly beneficial in increasing grain
45 yield, reducing nitrogen loss less stable soil and increasing nitrogen recovery efficiency. A more in-
46 depth assessment is needed to decide whether this nutritional strategy can be adopted on a larger
47 scale.

48 **Keywords:** Sustainability, Green adubation, family farming.

49 1. INTRODUÇÃO

50 Apesar da importância da cultura do milho para a economia brasileira, o país possui um rendimento
51 produtivo de 5.000 kg ha⁻¹, o qual pode ser considerado baixo, comparado a outros países
52 produtores (Conab, 2016). Segundo Sangoi et al. (2015), essa deficiência produtiva esta atribuída a
53 varias fatores, como o uso de genótipos com baixo potencial produtivo ou não adaptado à região de
54 cultivo, às épocas de semeadura impróprias, a escolha inadequada do arranjo de plantas e à
55 fertilidade do solo.

56 A baixa produtividade da cultura do milho na região do tropico úmido, está associada
57 principalmente a solos pobres com baixos teores de nitrogênio (N) e fósforo (P) (Paiva, 2012). O
58 fornecimento adequado de nutrientes, especialmente de N, é eficaz para atingir-se o maior potencial
59 produtivo das culturas, uma vez que esse elemento é um dos mais limitante e essenciais às plantas
60 (Marini et al. 2015). A disponibilidade de N no solo é controlada basicamente pela decomposição
61 da matéria orgânica e por adubação química, e sua ciclagem ocorre em curto espaço de tempo, e por
62 ser um elemento muito volátil sua perda no solo são altas, principalmente por lixiviação na forma
63 de nitrato (Pavinato, 2008).

64 Em nível global, o milho corresponde a 15% de proteínas e 20% de calorias na dieta alimentar
65 mundial. O milho de alta qualidade proteica (QPM) descreve uma gama de cultivares de milho com
66 o dobro do teor de aminoácidos e lisinas, em comparação ao milho convencional. O QPM pode
67 ajudar a aliviar a má nutrição humana e reduzir os custos de alimentação animal, por possuir um
68 maior valor energético (Pixley, 2002; Krivanek, 2007; Sofi, 2009). Com essas características o
69 QPM torna-se uma boa alternativa para a agricultura familiar, pois esse sistema é caracterizado
70 como um segmento de especialidades em sua organização, como a utilização de mão de obra
71 familiar e menor dimensão territorial (Finatto, 2008; Aguiar, 2003).

72 O modelo de agricultura familiar na região do Tropicó úmido é considerado arcaico. Conhecido
73 como “roça no toco”, esse sistema é considerado inviável devido ao grande impacto que causa ao
74 ambiente, ocasionando degradação do solo, diminuição da matéria orgânica e conseqüente queda de
75 produção. Para atingir-se produtividade satisfatória é preciso adotar novas tecnologias, que
76 maximizem a sustentabilidade no uso do solo. Diante disso, o sistema de plantio direto na palha da
77 leguminosa torna-se ambientalmente viável, pois permite uma adição continuada de resíduos
78 vegetais, aumento da matéria orgânica do solo e a ciclagem de nutrientes. Com a inclusão de
79 cultivares de milho de alta qualidade proteica (QPM), nesses ambientes, há uma boa alternativa para
80 o aumento do rendimento produtivo na agricultura familiar, realizada no trópico úmido (Leite,
81 2008; Aguiar, 2003).

82 O objetivo desse trabalho foi avaliar a influencia da adubação verde no desempenho produtivo de
83 uma cultivar de milho QPM BR 473 e eficiência do uso de nitrogênio.

84 2. MATERIAL E MÉTODOS

85 O experimento foi conduzido entre os meses de janeiro a maio de 2016, numa área experimental,
86 instalada no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal do Maranhão
87 (03°44'31''S e 43°21'36''W), Chapadinha, Maranhão, no ano de 2016. O clima do município é
88 classificado como tropical úmido, o qual possui temperatura média de 29°C, com máxima de 37°C,
89 e está a 110 metros do nível do mar. A estação chuvosa compreende os meses de novembro e maio,
90 com precipitação média anual, em torno de 1670 mm. O solo da área foi classificado como
91 Argissolo Quartzarênico distrocoeso.

92 O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com 8 tratamentos e 4 repetições, com
93 parcela de 10 m x 4 m, em um sistema de cultivo em aleias. Os tratamentos consistiram em 3 tipos
94 de resíduos arbóreos, de *Gliricidia sepium* (G) *Acacia mangium* (A) e *Leucaena leucocephala* (L),
95 com e sem a complementação de adubação nitrogenada. Os outros dois tratamentos foram às

96 testemunhas, sem cobertura com adubação nitrogenada e sem cobertura e adubação nitrogenada. A
97 área experimental recebeu fundação de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 40 kg ha⁻¹ de K₂O, e cobertura de 226
98 kg ha⁻¹ de N, na forma de uréia. A primeira adubação nitrogenada de cobertura foi de 137 kg ha⁻¹,
99 no estádio V4, ao passo que a segunda foi de 89 kg ha⁻¹, no estádio V6.

100 As leguminosas arbóreas foram semeadas em fileiras, em janeiro de 2012, no espaçamento de 4,0 m
101 entre linhas e 0,5 m entre plantas. Foram utilizadas duas espécies arbóreas de alta qualidade de
102 resíduos, a leucena (*Leucaena leucocephala*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*), e uma espécie arbórea
103 de baixa qualidade de resíduos, a acácia (*Acacia mangium*).

104 No início do período chuvoso, foi realizada a poda das árvores a uma altura de 50 cm. A parte aérea
105 total de cada espécie foi pesada para estimar a biomassa total. A distribuição da biomassa ocorreu
106 de modo que cada parcela recebeu a mesma quantidade, de acordo com os tratamentos. O milho foi
107 semeado após a adubação verde no espaçamento de 1m entre linhas e 0,5 m entre plantas.

108 Foram efetuadas coletas mensais da serrapilheira formada e duas coletas das plantas de milho, na
109 fase da antese e maturidade. Os teores de carbono, nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio foram
110 analisados nos resíduos das leguminosas, na serrapilheira, e plantas de milho (colmo, folhas e
111 grãos) pelo método descrito em Tedesco et al. (1995). Posteriormente determinaram-se as seguintes
112 características e índices de eficiência para cada tratamento:

113 a) Remobilização do Nitrogênio (RN, em kg ha⁻¹):

$$114 \quad RN = CN_o - CN_f$$

115 onde: CN_o (kg ha⁻¹) é o conteúdo total de de N nas folhas e colmos durante a maturidade; CN_f (kg
116 ha⁻¹) é o conteúdo total de N nas folhas e colmos durante o pendoamento (MI et al., 2007);

117 b) Acumulação de Nitrogênio Após o Pendoamento (ANAP, em kg ha⁻¹):

$$118 \quad ANAP = AN_f - AN_o$$

119 onde: AN_f (kg ha⁻¹) é a acumulação de N na maturidade; AN_o (kg ha⁻¹) é a acumulação de N no
120 pendoamento (Moura et al., 2010);

121 c) Conteúdo de Proteína no Grão (%):

$$122 \quad CPG = CNG \times 0,565$$

123 onde: CNG (g kg⁻¹) é o conteúdo de N no grão; 0,565 é o fator de conversão específico para o milho
124 (Nielsen, 1998);

125 d) Eficiência de Recuperação do Nitrogênio Orgânico (ERN, em %):

$$ERN = \frac{(CN_b - CN_t)}{Q} \times 100$$

126 onde: CN_b (kg ha⁻¹) é a acumulação do nutriente na parcela que recebeu apenas determinada
127 combinação de biomassas como fonte de N; CN_t (kg ha⁻¹) é a acumulação do nutriente na
128 testemunha; Q é a quantidade aportada de N na parcela através da biomassa (Roberts, 2008).

129 Os resultados foram submetidos à análise de variância, após checagem das pressuposições de
130 normalidade e homocedasticidade, com o auxílio do software estatístico Infostat (Di Rienzo et al.,
131 2008). As médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p > 0,05$).

132 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

133 Todos os componentes de produtividade apresentaram diferença estatística entre os tratamentos
134 com cobertura verde e adubação mineral (Quadro 1). O rendimento de grão do milho QPM 473
135 variou entre 0,4 a 3,9 t há⁻¹. O tratamento G+N apresentou 3,9 t ha⁻¹ e diferiu estatisticamente dos
136 demais, os quais obtiveram valores inferiores. O tratamento L+N apresentou valor intermediário de
137 produtividade, a qual foi estimada em 3,2 t ha⁻¹. À combinação de cobertura verde e ureia
138 propiciou melhores rendimentos, do que os tratamentos que receberam apenas cobertura verde ou
139 ureia separadamente. Esses resultados indicam que apenas a adubação verde não foi suficiente para
140 suprir as demandas nutricionais do milho, de forma eficiente no presente estudo.

141 **Quadro 1.** Efeitos da adubação verde e adubação nitrogenada sobre o rendimento de grãos e o índice de colheita.

Tratamentos	Rendimento de grãos (t/ha ⁻¹)	Peso de espiga (g)	Peso de 100 grãos (g)
L	1.5 d	67.4 d	33.2 bc
G	2.8 b	81.5 c	30.1 c
A	2.0 c	85.0 c	32.1 bc
L+N	3.2 ab	91.5 b	35.8 b
G+N	3.9 a	147.8 a	40.2 a
A+N	3.0 b	100.8 b	34.4 b
SC+N	1.5 d	68.7 d	27.7 c
C	0.4 e	45.5 e	23.3 d

142 Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ($P < 0.05$). N, nitrogênio; SC, sem
143 cobertura; L, Leucena; G, Gliricídia; A, Acácia; C, Controle.

144 A combinação de gliricídia e ureia contribuíram para maiores valores de rendimento de grãos. A
145 gliricídia é uma espécie pouco competitiva e contém resíduos de fácil decomposição, capazes de
146 melhorar a fertilidade do solo e aumentar a produtividade das culturas (Queiroz et al. 2008; Paula et
147 al. 2015). Essas características aliadas à influência da adubação mineral, que se encontra
148 prontamente disponível na solução do solo, afetou positivamente o desempenho produtivo do
149 milho.

150 Para o peso de espiga os tratamentos com combinação de leguminosa e ureia obtiveram maiores
151 resultados, com destaque ao tratamento G + N, que obteve média de 147,8 g. Os tratamentos A+N e
152 L+N, também demonstraram bom rendimento, no estudo, com peso de espiga de 100,8 e 91,5 g,

153 respectivamente. Esses resultados corroboram com os obtidos por Farias (2016), ao avaliar o
 154 rendimento de milho com aplicação de resíduos de gliricídia e doses de potássio.
 155 Para o peso de 100 grãos foi observado que o tratamento G+N demonstrou melhor resultado e
 156 diferiu estatisticamente dos demais tratamentos. É possível ressaltar que, o controle apresentou o
 157 pior resultado, comparado aos tratamentos com a adubação verde e mineral. Leite et al. (2009), ao
 158 avaliar o efeito da adubação verde sobre a cultura do milho, constataram nas parcelas sem resíduo
 159 de leguminosas, as plantas produziram grãos com a metade da massa seca e espigas até três vezes
 160 mais leves, que as das parcelas cobertas. Conforme os autores, isso ocorreu devido à baixa
 161 fertilidade dos solos, em termos de nutrientes e matéria orgânica.
 162 A eficiência de recuperação de nitrogênio (ERN) fornece uma compreensão do processo de
 163 absorção de N em diferentes estádios fenológicos da planta (Salvagiotti et al., 2009), com
 164 possibilidade de ajustes na adubação nitrogenada, para as fases de maior demanda nutricional. O
 165 tratamento G+N apresentou a maior ERN (Quadro 2). Ao comparar as medias de ERN dos
 166 tratamentos que continham a combinação de resíduos vegetais e ureia, com os valores dos
 167 tratamentos que continham apenas resíduos, percebe-se que a combinação entre adubação verde e
 168 mineral propiciou melhores desempenhos na absorção de N pela cultura do milho.

169 **Quadro 2.** Efeitos da adubação verde e adubação nitrogenada na eficiência de recuperação de nitrogênio (ERN) e
 170 eficiência de utilização de nitrogênio (EUN).

Tratamentos	ERN (kg kg ⁻¹)	EUN (kg kg ⁻¹)
L	0.13 d	6.3 de
G	0.18 c	5.8 e
A	0.17 c	7.74 d
L+N	0.24 b	11.1 b
G+N	0.27 a	14.2 a
A+N	0.22 b	11.4 b
SC+N	0.20 b	8.8 c
C	-	-

171 Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas pelo teste (P<0.05). N, nitrogênio; SC, sem
 172 cobertura; L, Leucena; G, Gliricídia; A, Acácia; C, Controle.

173 De acordo com Fageira et al. (2007), a eficiência de recuperação de N pode ser aumentada com a
 174 adoção de práticas de manejo apropriadas, como o uso de dose adequada e aplicação na época
 175 apropriada. Isso sugere que a ERN muda consideravelmente sob diferentes formas de adubação, o
 176 que pode ser melhorado em solos de baixa fertilidade, através da integração de resíduos
 177 leguminosos e ureia, ao invés da aplicação apenas de resíduos. Figueiredo et al. (2005) ao
 178 estudarem a ERN num Latossolo Vermelho argiloso ácido, no Cerrado com diferentes sistemas de
 179 manejo do solo e épocas de incorporação de resíduos culturais, encontraram valores da ERN nos

180 grãos de milho variando de 26 a 34%. Estes resultados se enquadram com os obtidos para
 181 combinação entre adubação verde e mineral, no presente trabalho.
 182 A eficiência de utilização de nitrogênio (EUN) corresponde à capacidade relativa das plantas de
 183 produzirem quantidades máximas de matéria seca, e por consequência apresentarem melhor
 184 rendimento, por unidade de N acumulado (Farias, 2016). Estatisticamente, a EUN se comportou de
 185 forma semelhante à ERN, com maiores resultados encontrados quando os resíduos de leguminosas
 186 arbóreas foram combinados com ureia. O tratamento G+N se destacou em relação aos demais, o que
 187 pode ter relação direta com a disponibilidade parcelada de nutrientes, via adubação nitrogenada e à
 188 qualidade do resíduo arbóreo. Esse comportamento foi semelhante ao obtido por Moura et al.
 189 (2010), quando comparou a aplicação de resíduos de leguminosas e N mineral.
 190 Em relação ao teor de proteína no grão os tratamentos G+N e A+N apresentaram os melhores
 191 desempenhos e não diferiram estatisticamente entre si (Quadro 3). A eficiência dessa combinação
 192 fica evidente quando comparada controle. De acordo com Amaral et al. (2005) o aumento na doses
 193 de N em cobertura promove acréscimo linear no teor de proteína nos grãos da cultura do milho. Isso
 194 pode ser evidenciado pelo efeito benéfico e complementar do N mineral à adubação verde, no
 195 presente estudo.

196 **Quadro 3.** Efeitos da adubação verde e adubação nitrogenada na proteína no grão e no óleo de grão.

Tratamentos	Proteína no grão (%)	Óleo no grão (%)
L	5.0 c	4.0 b
G	3.5 e	4.1 b
A	4.4 d	4.4 ab
L+N	6.0 b	3.6 c
G+N	9.3 a	3.1 d
A+N	9.0 a	3.6 c
SC+N	4.9 c	4.0 b
C	2.6 f	4.6 a

197 Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ($P < 0.05$). N, nitrogênio; SC, sem
 198 cobertura; L, Leucena; G, Gliricídia; A, Acácia; C, Controle.

199 Para Ferreira et al. 2001, a adubação nitrogenada influencia não apenas a produtividade, como
 200 também a qualidade dos grãos de milho, pelo efeito exercido no teor de proteína. Também se sabe
 201 que maiores níveis de proteínas aumenta o valor nutricional do milho, proporcionando a exploração
 202 do potencial desse produto na formulação de alimentos mais nutritivos e rações mais econômicas
 203 (Guimarães, et al., 2004; Chaudhary et al., 2013). No presente estudo, as aplicações de resíduos
 204 produziram porcentagens de proteínas de grãos próximas ao teor médio (10%), mencionado por
 205 Oliveira et al. (2004) como referência para cultivares de milho de alta qualidade proteica.

206 A combinação de adubação verde e mineral, em particular, G+N e A+N aumentaram a porcentagem
207 de proteína, o que corrobora esse sistema de manejo como uma importante estratégia para produção
208 de alimentos com alta qualidade nutricional. Da mesma forma, num estudo anterior, realizado por
209 Marques et al. (2017), a maior media de proteína no grão (9%) foi registrada para a combinação de
210 resíduos de gliricídia com 120 kg N ha⁻¹.

211 Apesar de apresentarem características intrínsecas diferentes, como relação C/N e área foliar, as
212 leguminosas, acácia e gliricídia mostraram-se similarmente eficientes quanto ao aumento do teor
213 protéico dos grãos, especialmente quando os seus restos culturais foram combinados com ureia.
214 Possivelmente, essas espécies incrementaram maior biomassa do que a leucena, o que culminou em
215 melhores resultados nos tratamentos que elas estiveram presentes.

216 No que concerne ao teor de óleo no grão, observou-se que a adubação verde propiciou maiores
217 teores de óleo no grão, até quando comparada aos tratamentos que receberam a complementação
218 mineral nitrogenada. Não obstante, para essa variável, é importante salientar o bom resultado obtido
219 para o controle, o qual se enquadra com James (2004). Segundo o autor, há uma correlação negativa
220 entre o teor de óleo no grão e a absorção de N, ou seja o aumento na concentração de N, no solo, via
221 adubação verde e/ou nitrogenada, interfere negativamente na síntese de lipídios, com reflexos
222 diretos no acúmulo de óleo no grão.

223 Nesse aspecto, é importante definir o mercado ao qual os grãos de milho serão direcionados, pois o
224 acúmulo de proteína e óleo apresentam comportamentos distintos, frente à aplicação de N solo.

225 Porém, mesmo com essas interferências a qualidade e segurança alimentar permanecem preservadas
226 pela sustentabilidade da produção de milho em aleias.

227 **4. CONCLUSÃO**

228 Os resíduos arbóreos de gliricídia e acácia, na região do tropico úmido, podem ser utilizados
229 eficientemente como fontes sustentáveis de nitrogênio, em áreas com deficiência nutricional, para a
230 produção de milho e demais culturas anuais.

231 A adubação verde pode reduzir a demanda por fertilizantes minerais nitrogenados e,
232 consequentemente reduzir os custos de produção na agricultura familiar.

233 A aplicação combinada de resíduos de gliricídia com adubação mineral nitrogenada, na forma de
234 ureia e dose 226 kg ha⁻¹, propiciou os melhores rendimentos, em termos de quantidade e qualidade
235 dos grãos de milho QPM BR 473.

236 5. REFERÊNCIAS

- 237 Aguiar ACF, Moura EM. Crescimento e produtividade de duas cultivares de milho de alta qualidade
238 protéica em solo de baixa fertilidade. *Bragantia*. 2003;62:429-435.
- 239 Amaral JPRF, D. Filho F, Farinelli R, Barbosa JC. Espaçamento, densidade populacional e
240 adubação nitrogenada na cultura do milho. *R. Bras. Ci. Solo*. 2005;29:467-473.
- 241 Chaudhary DP, Kumar S, Yadav OP () Nutritive value of maize: improvements, applications and
242 constraints. In: Chaudhary DP, Kumar S, Langyan S (eds) *Maize: nutrition dynamics and novel*
243 *uses*. Springer. 2013;3–17.
- 244 Chaudhary DP, Kumar S, Yadav OP. Nutritive value of maize: improvements, applications and
245 constraints. In: Chaudhary DP, Kumar S, Langyan S (eds) *Maize: nutrition dynamics and novel*
246 *uses*. Springer. 2013;3–17.
- 247 Fageria NK, Santos AB, Cutrim VA. Produtividade de arroz irrigado e eficiência de uso do
248 nitrogênio influenciadas pela fertilização nitrogenada. *Pesq. agropec. Bras*. 2007;42:1029-1034.
- 249 Farias FF. Efeitos da cobertura de gliricídia (*gliricidia sepium*) e ácido húmico na eficiência de uso
250 do potássio [dissertação]. Chapadinha: Universidade Federal do Maranhão; 2016.
- 251 Ferreira ACB, Araújo GAA, Pereira PRG, Cardoso AA. Características agrônômicas e nutricionais
252 do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. *Scientia Agricola*. 2001;58:131-138.
- 253 Figueiredo CC, Resck DVS, Gomes AC, Urquiaga S. Sistemas de manejo na absorção de nitrogênio
254 pelo milho em um Latossolo Vermelho no Cerrado. *Pesq. agropec. Bras*. 2005;40:279-287.
- 255 Finatto RA, Salamoni G. Agricultura familiar e agroecologia: perfil da produção de base
256 agroecológica do município de Pelotas/RS. *Sociedade e Natureza*. 2008;20:199-217.
- 257 Hanan S, Siam G, Abd-El-L-Kader M, El-Alia HI. Yield and yield components of maize as affected
258 by different sources and application rates of nitrogen fertilizer. *Res J Agric Biol Sci*. 2008;4:399–
259 412.
- 260 James B. Soybean cultivar differences on light interception and leaf area index during seed filling.
261 *Agron J*. 2004;96:305–310.
- 262 Krivanek AF, Groote HD, Gunaratna NS, Diallo AO, Friesen D. Breeding and disseminating
263 quality protein maize (QPM) for Africa. *African Journal of Biotechnology*. 2007;6:312-324.
- 264 Leite AAL, Ferraz JASL, Moura MG, Aguiar ACF. Comportamento de dois genótipos de milho
265 cultivados em sistema de aléias preestabelecido com diferentes leguminosas arbóreas. *Bragantia*.
266 2008;67:875-882.

267 Leite RR, Moraes AC, Marques ES, Moura EG. Efeito do Plantio Direto na Palha de Leguminosas
268 em Aléias sobre a Qualidade Física de um Argissolo do Trópico Úmido. 2009;4:1-4.

269 Marini D, Guimarães VF, Dartora J, Lana MC, Júnior ASP. Growth and yield of corn hybrids in
270 response to association with *Azospirillum brasilense* and nitrogen fertilization. Rev. Ceres.
271 2015;62:117-123.

272 Marques GEM, Aguiar ACF, Macedo VRA, Alves EP, Moura EG. Nitrogen Use and Protein Yield
273 of Two Maize Cultivars in Cohesive Tropical Soil. Journal of Agricultural Science. 2017;9:3-6.

274 Moura EG, Serpa SS, Santos JGD, Sobrinho JRSC, Aguiar ACF. Nutrient use efficiency in alley
275 cropping systems in the Amazonian periphery. Plant Soil. 2010;335:363–371.

276 Paes, MCD, Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho. Circular Técnico.
277 2006;75:1-6.

278 Paiva MRFC, Silva GF, Oliveira FHT, Pereira RG, Queiroga FM. Doses de nitrogênio e de fósforo
279 recomendadas para produção econômica de milho-verde na chapada do Apodi-RN. Revista
280 Caatinga. 2012; 25:1-10.

281 Paula PD, Campello EFC, Guerra JGM, Santos GA, Resende AS. Decomposição das podas das
282 leguminosas arbóreas *Gliricidia sepium* e *Acacia angustissima* em um sistema agroflorestal.
283 Ciência Florestal. 2015;25:791-800.

284 Pavinato PS, Ceretta CA, Girotto E, Moreira ICL. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise
285 técnica e econômica da fertilização. Ciência Rural. 2008;38:358-364.

286 Pixley KV, Bjarnason MS. Stability of grain yield, endosperm modification, and protein quality of
287 hybrid and open-pollinated quality protein maize (qpm) cultivars. Crop Science Society of America.
288 2002;42:1882–1890.

289 Queiroz LR, Coelho FC, Barroso DG, Galvão JCC. Cultivo de milho consorciado com leguminosas
290 arbustivas perenes no sistema de aléias com suprimento de fósforo. R. Ceres. 2008;55:409-415.

291 Salvagiotti F, Castellarin JM, Miralles DJ, Pedro HM. Sulfur fertilization improves nitrogen use
292 efficiency in wheat by increasing nitrogen uptake. Field Crops Res. 2009;113:170–177.

293 Sangoi L, Silva LMM, Mota MR, Panison F, Schmitt A, Souza NM, Giordani W, Schenatto DE.
294 Desempenho agrônômico do milho em razão do tratamento de sementes com *azospirillum* sp. E da
295 aplicação de doses de nitrogênio mineral. R. Bras. Ci. Solo. 2015;39:1141-1150.

296 Sofi PA, Wani SA, Rather AG, Wani SH. Review article: Quality protein maize (QPM): Genetic
297 manipulation for the nutritional fortification of maize. Journal of Plant Breeding. 2009;1:244-253.

298 **6. ANEXO**

299 **Normas da Revista Brasileira de Ciência do Solo**

300 **Preparo do manuscrito**

301 O manuscrito deve ser digitado com fonte “Times New Roman 12” no espaço 1,5, alinhado à
302 esquerda (não justificar com alinhamento à esquerda e à direita), com página em tamanho A4, com
303 2,5 cm nas margens superior e inferior e 2,0 cm nas margens direita e esquerda. As páginas devem
304 ser numeradas no canto inferior à direita e as linhas do texto devem ser numeradas de forma
305 contínua. O título de cada seção deve ser escrito em letras maiúsculas, em negrito. Subdivisões
306 devem ter apenas a primeira letra maiúscula, com destaque em negrito.

307 O manuscrito deve ser estruturado com as seções: Resumo, Abstract (obrigatórios), Introdução,
308 Material e Métodos, Resultados e Discussão ou (preferencialmente) Resultado, Discussão,
309 Conclusões, Agradecimentos (opcional) e Referências. Essa estrutura não se aplica,
310 obrigatoriamente, aos manuscritos sobre Educação, Revisões de Literatura e Notas Científicas,
311 embora estes devam conter, obrigatoriamente, o Resumo e o Abstract. O manuscrito submetido em
312 inglês deve conter Resumo em português e aquele submetido em português deve conter o Abstract
313 em inglês.

314 O manuscrito deve conter uma página de rosto com o título, nomes dos autores por extenso com a
315 indicação da formação profissional, o vínculo profissional e o endereço eletrônico. O autor
316 correspondente deverá ser marcado por um asterisco e o número de telefone para contato deve ser
317 indicado. Devem-se incluir ainda chamadas que serão vinculadas ao título do manuscrito. A
318 primeira página do manuscrito deve conter o título seguido imediatamente do texto de acordo com
319 as seções.

320 **Seções dos manuscritos**

321 **Título:** Deve ser conciso e indicar o seu conteúdo, contendo no máximo 20 palavras escritas em
322 letras maiúsculas e alinhado à esquerda (não justificar com alinhamento à esquerda e à direita).

323 **Resumo/Abstract:** Para artigos científicos e revisões de literatura, cada um deve conter até 400
324 palavras e, para notas científicas, até 150 palavras. Todos os resumos e abstracts devem iniciar com
325 uma breve frase que justifique o trabalho. Para artigos e notas científicas, deve-se apresentar de
326 forma objetiva o material e método e os resultados mais importantes e conclusões. Não se devem
327 incluir citações bibliográficas e símbolos ou siglas que requeiram a leitura do texto para sua
328 decodificação.

329 **Palavras-chave/Keywords:** Usar no mínimo três e no máximo cinco termos diferentes daqueles
330 constantes no título. Não utilizar termos compostos por mais de três palavras.

331 **Introdução:** Deve ser breve, mas suficiente para esclarecer o problema abordado ou a(s)
332 hipótese(s) de trabalho, com citação da bibliografia específica e atualizada, e finalizar com a
333 indicação do objetivo.

334 **Material e Métodos:** Deve conter informações necessárias e suficientes para percepção dos
335 resultados e que possibilitem a repetição do trabalho por outros pesquisadores. Deve conter
336 informações sobre o(s) método(s) utilizados, o delineamento experimental, os tratamentos, números
337 de repetições, unidades experimentais (número e tamanho) e os métodos estatísticos utilizados.

338 **Resultados e Discussão:** Deve conter uma apresentação concisa dos dados obtidos e podem ser
339 apresentados conjuntamente ou, preferencialmente, em separado. Se apresentados em separado, a
340 Discussão não deve conter repetição da descrição dos resultados.

341 **Conclusões:** Devem ser concisas e coerentes com os objetivos e com os dados apresentados no
342 trabalho.

343 **Agradecimentos:** Opcionais. Devem ser sucintos e localizados após as conclusões. Incluem-se
344 nesta seção as indicações de suporte financeiro ao projeto de pesquisa do qual originou o trabalho.

345 **Quadros:** Devem ser numerados sequencialmente com algarismos arábicos. O título deve aparecer
346 acima do quadro e deve conter os elementos que possibilite a sua leitura e compreensão sem
347 recorrer ao texto. Os quadros devem ser produzidos com a ferramenta “Tabela” do MS Word ou
348 MS Excel, ou softwares equivalentes. Utilizar a fonte Times New Roman com tamanho não maior
349 que 10. As unidades são colocadas no corpo do quadro, na linha acima dos valores numéricos. No
350 corpo do quadro não devem aparecer linhas verticais e horizontais. Os quadros devem ser inseridos
351 no formato editável (illustrator/eps/corel draw/jnb/excel, doc ou docx etc.), após as Referências,
352 com quebra de página. Não serão aceitos manuscritos contendo quadros inseridos como imagem.

353 **Figuras gráficas:** Devem ser numeradas sequencialmente com algarismos arábicos. O título deve
354 aparecer abaixo da figura e deve conter os elementos que possibilitem a sua leitura e compreensão
355 sem a leitura do texto. As figuras serão inseridas após os quadros em formato editável
356 (illustrator/eps/coreldraw/jnb/excel, etc.). Não serão aceitos manuscritos contendo figuras gráficas
357 inseridas como imagem.

358 **Figuras fotográficas:** Fotografias devem ser apresentadas como arquivo “tagged image format
359 [TIF]” com 500 dpi.

360 **Fórmulas e equações:** Devem ser escritas com ferramentas do editor que possibilitem sua
361 editoração. Não serão aceitas fórmulas e equações inseridas como imagem. Equações de regressões
362 devem ser apresentadas com notação estatística ($\hat{y} = \alpha + \beta_1 x + \dots + \beta_n x$) e não na notação

363 matemática, usual nos softwares ($y = \beta_n x^n + \dots + \beta_1 x + \dots + \alpha$). A indicação de significância (**)
364 deve ser indicada sobrescrito aos coeficientes. Os coeficientes das equações de regressões devem ter
365 um número adequado de decimais significativas.

366 **Referências:** Deve conter relação dos trabalhos citados no texto, quadro(s) ou figura(s) e inserida
367 em ordem alfabética, obedecendo o estilo denominado Vancouver. Seguem modelos para as
368 referências mais frequentes:

369 a) Periódicos: Nome de todos os autores. Título do artigo. Título abreviado do periódico. Ano de
370 publicação; volume: páginas inicial e final. Exemplo:

371 Fonseca JA, Meurer EJ. Inibição da absorção de magnésio pelo potássio em plântulas de milho em
372 solução nutritiva. R. Bras Ci Solo. 1997;21:47-50.

373 b) Livro: Autores. Título da publicação. Número da edição. Local da publicação: Editora; ano de
374 publicação. Exemplo:

375 Konhnke H. Soil physics. 2nd ed. New York: MacGraw Hill; 1969.

376 c) Participação em obra coletiva: Autor(es). Título da parte referenciada seguida de In: Nome(s)
377 do(s) editor(es), editores. Título da publicação. Número da edição. Local de publicação: Editora;
378 ano. Páginas inicial e final. Exemplos:

379 Jackson ML. Chemical composition of soil. In: Bear FE, editor. Chemistry of the soil. 2nd ed. New
380 York: Reinhold; 1964. p.71-141.

381 d) Publicação em Anais: Autor(es). Título do trabalho. In: Tipo de publicação, número e título do
382 evento [CD-ROM, quando publicado em]; data do evento (dia mês ano); cidade e país de realização
383 do evento. Cidade (da Editora): Editora ou Instituição responsável pela publicação; ano de edição
384 (nem sempre é o mesmo do evento). Paginação do trabalho ou do resumo.

385 e) Citação de fonte eletrônica:

386 Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Assessoria de Gestão Estratégica.
387 Projeção do agronegócio 2009/2010 a 2019/2020 [internet]. Brasília, DF: Ministério da Agricultura,
388 Pecuária e Abastecimento; 2011 [acesso em 10 nov 2010]. Disponível em:

389 http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/MAIS%20DESTAQUES/

390 f) Dissertações e teses: Título da tese (inclui subtítulo se houver) [grau]. Cidade: Instituição onde
391 foi defendida; ano.

392 Silveira AO. Atividades enzimáticas como indicadores biológicos da qualidade de solos agrícolas
393 do Rio Grande do Sul [dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul;
394 2007.

395 h) Citação de citação

396 Citação de citação deve ser utilizada em situações estritamente necessárias. Neste caso, citar no
397 texto o sobrenome do autor do documento não consultado com o ano da publicação, seguido da
398 expressão citado por seguida do sobrenome do autor do documento consultado e do ano da
399 publicação (Abreu, 1940, citado por Neves, 2012). Nas Referências, deve-se incluir apenas a fonte
400 consultada.