



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



ISAÍAS DOS SANTOS REIS

PRODUÇÃO DE MILHO EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA PELA
QUANTIFICAÇÃO DO TEOR DE CLOROFILA

CHAPADINHA – MA

2016

ISAÍAS DOS SANTOS REIS

**PRODUÇÃO DE MILHO EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA PELA
QUANTIFICAÇÃO DO TEOR DE CLOROFILA**

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.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Mariléia Barros Furtado de Moraes Rêgo.

CHAPADINHA – MA

2016

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

Reis, Isaías dos Santos

Produção de milho em função da adubação nitrogenada pela quantificação do teor
de clorofila / Isaías dos Santos Reis. – 2016.

33 p.

Orientador: Prof^a. Dr^a Mariléia Barros Furtado de Moraes Rêgo. Trabalho de
conclusão de curso (Graduação) – Curso de Agronomia, Universidade Federal do
maranhão, Chapadinha – MA, 2016.

1. *Zea mays* L. 2. Clorofilômetro. 3. Produtividade de grãos. 4.
Agricultura de precisão. I. Rêgo, Mariléia Barros Furtado de Moraes. II. Título.

ISAÍAS DOS SANTOS REIS

**PRODUÇÃO DE MILHO EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA PELA
QUANTIFICAÇÃO DO TEOR DE CLOROFILA**

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 da Prof^a. Dr^a. Mariléia Barros Furtado de Moraes Rêgo.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA:

Mariléia Barros Furtado de Moraes Rêgo (Orientadora)

Prof^a Dr^a CCAA – Agronomia – UFMA

Maryzélia Furtado de Farias

Prof^a Dr^a CCAA – Agronomia - UFMA

Luisa Julieth Parra Serrano

Prof^a. Dr^a. CCAA – Agronomia - UFMA

CHAPADINHA – MA

2016

Primeiramente a Deus, à minha família, em especial aos meus pais, Raimundo Luís Reis e Creuza dos Santos Reis pelo constante e ininterrupto apoio durante todos os momentos de minha vida.

DEDICO

“Novo mandamento vos dou: que vos ameis uns aos outros; assim como eu vos amei, que também vos ameis uns aos outros. Nisto conhecerão todos que sois meus discípulos: se tiverdes amor uns aos outros” (João 13.34,35).

AGRADECIMENTOS

Ao Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão e à FAPEMA pela concessão da bolsa de iniciação científica.

A Deus, Pai Todo Poderoso, por iluminar a minha vida e se fazer sempre presente em meu dia-a-dia. Obrigado Pai amado por mais essa conquista.

Aos meus pais Creuza dos Santos Reis e Raimundo Luís Reis, por estarem sempre ao meu lado apoiando minhas decisões, pela educação, valores e princípios que eles repassaram para mim, agradeço a Deus por ser filho dessas duas pessoas maravilhosas.

A meus irmãos Claudilene Reis, Itamar Reis e Edlene Reis, Helena Reis, Clene Reis, Cleudilene Reis, Marilene, Nazaré e Isauro que não mediram esforços para que esse sonho fosse concretizado, pelos conselhos nos momentos difíceis da minha vida, palavras de incentivo em todos os momentos dessa caminhada.

À profª Drª Mariléia Barros Furtado de Moraes Rêgo pela orientação, paciência, pela amizade em todos os momentos dessa jornada, incentivo constante e conhecimento transmitidos.

Aos Professores do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão pela disponibilização de seu tempo e conhecimentos transmitido.

Aos amigos e colegas do curso de Agronomia por todos os momentos de convívio, pelos momentos de descontração e aprendizagem, Antônio Durans, Werly Soeiro, Mayara Mendes, Henry Mcarter, Tharcísio Goes, Jonia Galvão, Deoclecio Jardim, Karlos Rangel, Raquel Sobral, Sabrina Nascimento, Ivanayra Mendes, Rafael, Milenne Lima, Genival, Dansley, Kelyane, Gyslane, Gilberto, Edney, Thays, Willian, Felipe Samia, Eluiane e Raissa.

A todas que por acaso não tenham sido citados, mas contribuíram de alguma forma direta ou indireta para que essa conquista se concretizasse.

MEU MUITO OBRIGADO!!

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Parcelamento de Nitrogênio em cobertura em função da fase fenológica e do Índice de Suficiência Nitrogenada (ISN).....	9
Tabela 2. Índice Relativo de Clorofila (IRC) determinado pelo Medidor Portátil de Clorofila Falker ClorofiLOG (CFL 1030), nos estádios fenológicos da cultura do milho, na cidade de Chapadinha – MA, no ano 2015.....	10

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Precipitação média acumulada mensal, Chapadinha – 2015 (fonte. INMET).....	6
Figura 2. Valores médios da altura de inserção da espiga em função do parcelamento de N, definido pelo estágio fenológico da planta e pelo ISN.....	11
Figura 3. Valores médios de comprimento da espiga em função do parcelamento de N, definido pelo estágio fenológico da planta (A) e pelo ISN (B).	12
Figura 4. Valores médios do diâmetro da espiga em função do parcelamento de N, definido pelo estágio fenológico da planta (A) e pelo ISN (B).	13
Figura 5. Valores médios para o número de fileiras de grãos por espiga em função do parcelamento de N, definido pelo estágio fenológico da planta (A) e pelo ISN (B).....	14
Figura 6. Valores médios para o número de grãos por fileira em função do parcelamento de N, definido pelo estágio fenológico da planta (A) e pelo ISN (B).	15
Figura 7. Valores médios para massa de mil grãos em função do parcelamento de N, definido pelo estágio fenológico da planta (A) e pelo ISN (B).	16
Figura 8. Valores médios para produtividade de grãos em função do parcelamento de N, definido pelo estágio fenológico da planta (A) e pelo ISN (B).	17

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	2
MATERIAL E MÉTODOS	4
RESULTADOS E DISCUSSÃO	8
CONCLUSÕES.....	18
REFERÊNCIAS	18

1 **Produção de milho em função da adubação nitrogenada pela quantificação do teor de**
2 **clorofila**

3 Corn production as affected by nitrogen fertilization for the quantification of chlorophylls

4 REIS, I. S¹.; FURTADO, M. B. M. R.²

5 ⁽¹⁾ Graduando em Agronomia-UFMA/CCAA. E-mail: santos.isaias78@gmail.com; ⁽²⁾
6 Professora Adjunta UFMA/CCAA, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. E-mail:
7 marileiafurtado@hotmail.com.

8 **RESUMO** - A fertilidade do solo é fundamental quando se deseja obter um elevado rendimento
9 de grãos e, para a cultura do milho a adubação nitrogenada se destaca por este ser o nutriente
10 mais extraído. Objetivou-se com a presente pesquisa, avaliar o efeito da adubação nitrogenada
11 em cobertura durante a fase vegetativa do milho, sobre seus componentes de produção, com o
12 auxílio de um clorofilômetro portátil. O experimento foi conduzido no Centro de Ciências
13 Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, no ano agrícola 2014/2015. O
14 delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com 10 tratamentos e quatro
15 repetições, que consistiram no parcelamento de nitrogênio em cobertura em diferentes fases
16 fenológicas e de acordo com ISN (Índice de Suficiência de Nitrogênio) descritos a seguir: 1-
17 sem nitrogênio; 2-tratamento referência (20% a mais da dose recomendada); F-3 a F-6,
18 parcelamento de N definido de acordo com a fenologia do milho e; ISN-3 a ISN-6, realizado
19 em função do ISN. Houve redução de 37,5 kg N ha⁻¹ quando o parcelamento foi realizado com
20 o auxílio do clorofilômetro ISN-3 e ISN-4. Obteve-se produtividades de 8.634 kg ha⁻¹ e 8.298
21 kg ha⁻¹ quando as adubações foram realizadas seguindo a fenologia da planta (F4 e F5). Com
22 37,5 kg a menos de N (ISN-4) a produtividade foi de 6.241 kg ha⁻¹ demonstrando a eficácia do
23 clorofilômetro em predizer a época para a aplicação de nitrogênio. O tratamento F5 com 4
24 parcelamentos mostrou ser mais eficiente para a produção de grãos em condições de cultivo
25 sob solo arenoso.

26 Palavras-chave: *Zea mays* L. Clorofilômetro. Produtividade grãos. Agricultura de precisão.

27 **ABSTRACT** - The soil fertility is fundamental when is desirable to obtain a high grain yield
28 and, for the corn culture nitrogen fertilization stand out for it being the nutrient more extracted.
29 The objective of this study was to evaluate the effect of nitrogen fertilization as top-dressing
30 during the vegetative phase of corn, on its production components, with the support of a
31 chlorophyll meter. The experiment was conducted in the Agricultural and Environmental
32 Science Center of the Federal University of Maranhão, in the agricultural year 2014/2015. The
33 experiment design was in randomized blocks, comprising 10 treatments with four replications
34 that was consisted in plots of nitrogen as top-dressing in different phenology phases and in
35 accordance with NSI (Nitrogen Solubility Index): 1 - without nitrogen; 2 - reference treatment
36 (20% more of the recommended dose); F-3 to F-6 the splitting of N was defined according to
37 the corn phenology and, the NSI-3 to NSI-6 was carried out as affected by NSI. There was a
38 reduction of 37 kg ha⁻¹ when the splitting was carried out with the support of the chlorophyll
39 meter NSI-3 and NSI-4. It was obtained yield of 8.634 kg ha⁻¹ and 8.298 kg ha⁻¹ when the
40 fertilizations were carried out following the phenology of the plant (F4 and F5). With 37,5 kg
41 less of N (NSI-4) yield was 6.241 kg ha⁻¹ showing the efficiency of the chlorophyll meter in
42 predicting the time to the nitrogen application. The treatment F5 with 4 splitting showed to be
43 more efficient for the production of grains in cultivated conditions under sandy soil.

44 Key words: *Zea mays* L. Chlorophyll Meter. Grain Production. Precision Agriculture.

45 **INTRODUÇÃO**

46 A cultura do milho assume relevante papel como fonte alimentar para a população
47 maranhense, sendo cultivada, em grande parte, por pequenos agricultores. No entanto, o
48 Maranhão possui baixa produtividade de grãos, com 2.857 kg ha⁻¹, por causa da baixa adoção
49 de tecnologias, mas obtêm produtividade de grãos um pouco superior à média do Nordeste
50 (2.354 kg ha⁻¹) e inferior à Nacional (5.382 kg ha⁻¹), de acordo com a CONAB (2015).

51 Aumento de produtividades está relacionado com as características das
52 cultivares adquiridas, do manejo adotado no controle de pragas e doenças, manejo nutricional,
53 as plantas de milho removem grandes quantidades de nutrientes do solo sendo o nitrogênio
54 (N) um dos mais extraídos por essa cultura, dessa forma é indispensável o uso da adubação
55 nitrogenada durante todo o seu ciclo. Conhecer as quantidades e as épocas mais adequadas de
56 fornecimento de nitrogênio é fundamental para promover o aumento da produtividade da
57 cultura, a fim de aumentar a eficiência desse nutriente (GOES *et al.* 2013; SCHLICHTING,
58 *et al.*, 2015; VON PINHO *et al.*, 2009).

59 A disponibilidade inadequada de nitrogênio para a cultura do milho pode refletir em
60 baixas produtividades uma vez que este nutriente realiza importantes funções nos processos
61 bioquímicos da planta, ele é constituinte de ácidos nucleicos, fitocromos, enzimas, coenzimas,
62 proteínas e da molécula de clorofila (SOUZA; FERNANDES, 2006; TAIZ; ZEIGER, 2013).

63 A recomendação da adubação nitrogenada na cultura do milho no Brasil leva em
64 consideração o histórico da área, o teor de matéria orgânica no solo e a expectativa de
65 rendimento de grãos (ARGENTA *et al.*, 2001; RAIJ; CANTARELLA, 1996). No entanto, por
66 haver grande variabilidade edafoclimática, a necessidade de recomendação de adubação
67 nitrogenada tem sido, por vezes, sub ou superestimada, o que pode causar prejuízos ao meio
68 ambiente decorrente da lixiviação do nitrato em condições de excesso de N (VESALI, *et al.*,
69 2015).

70 A ocorrência de deficiência de nitrogênio durante o ciclo da cultura do milho pode afetar
71 consideravelmente o seu desenvolvimento e produção, e isso ocorre, segundo Argenta *et al.*
72 (2001), em função da cultura possuir vários estádios de definição do rendimento de grãos.

73 Um método alternativo na realização do diagnóstico da necessidade da adubação
74 nitrogenada é a utilização de um medidor de clorofila portátil (clorofilômetro), o qual gera

75 grandezas relacionadas com os teores de clorofila presente na folha (CARVALHO *et al.*,
76 2012; DEY, *et al.*, 2016).

77 O teor de clorofila na folha é utilizado para prever o nível nutricional das plantas em
78 relação ao nitrogênio, devido ao fato de a quantidade desse pigmento correlacionar-se
79 positivamente com o teor de N na planta e com o rendimento de grãos (DEY, *et al.*, 2016;
80 LIU; WIATRAK, 2012; TAIZ; ZEIGER, 2013;). O clorofilômetro monitora, de forma
81 indireta, instantânea e não destrutiva, o estado nutricional da cultura em relação ao teor de
82 nitrogênio, podendo ser usado para estimar a necessidade de adubação nitrogenada de
83 cobertura em diversos estágios de desenvolvimento (TIAN *et al.*, 2011; FITZGERALD *et al.*,
84 2010; FENG *et al.*, 2008).

85 A vantagem da medição do teor de clorofila é de não ser influenciada pelo consumo de
86 luxo de N pela planta, sob forma de nitrato, conforme Blackmer e Schepers (1995). Segundo
87 Dwyer *et al.* (1995), a baixa sensibilidade do medidor de clorofila ao consumo de luxo de N
88 pelas plantas de milho é atribuída à forma com que esse nutriente se encontra na folha.

89 Objetivou-se com a presente pesquisa, avaliar o efeito da adubação nitrogenada em
90 cobertura durante a fase vegetativa do milho, sobre seus componentes de produção, com o
91 auxílio de um clorofilômetro portátil.

92 MATERIAL E MÉTODOS

93 O experimento foi desenvolvido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias e
94 Ambientais, *campus* Chapadinha da Universidade Federal do Maranhão, localizada no
95 município de Chapadinha – MA, a 3° 44' 30" S, 43° 21' 37" W e 105 m de altitude, no ano
96 agrícola 2014/2015.

97 Segundo Köppen, o clima predominante da região é do tipo Aw - clima tropical úmido
98 e apresenta duas estações bem definidas: uma estação chuvosa diversificada que se estende
99 entre novembro a junho, e uma estação seca, com déficit hídrico acentuado de julho a

100 novembro, com temperaturas máximas de 37°C e mínimas de 21°C e precipitação anual média
101 de 1.200mm (SELBACH; LEITE, 2008).

102 Segundo Santos et al. (2013), o solo é classificado como Latossolo Amarelo distrófico
103 (LAd), textura franco-arenosa, e apresenta as seguintes características na camada de 0 a 20
104 cm: pH (CaCl₂) = 4,5; Al⁺³ (mmol_c dm⁻³) = 5,0; Ca⁺² (mmol_c dm⁻³) = 14,0; Mg⁺² (mmol_c dm⁻³) = 7,0; P Resina (mg dm⁻³) = 8,0; K (mg dm⁻³) = 50,83; Matéria orgânica 15 mg dm⁻³; V (%)
105 = 44,8; Soma de bases 24,3 (mmol_c dm⁻³); CTC = 54,3 (mmol_c dm⁻³); Argila (%) = 14; Silte
106 (%) = 42; Areia (%) = 54.

108 Antes da instalação do experimento restos culturais foram dessecados para posterior
109 semeadura do milho. As parcelas tinham dimensões de 5 metros de largura e 6 metros de
110 comprimento, com seis linhas de seis metros, espaçadas de 0,85m e cinco plantas por metro,
111 totalizando uma população de 58.823 plantas.ha⁻¹.

112 A adubação de semeadura foi feita na linha de plantio e consistiu de 20 kg N ha⁻¹, 100
113 kg P₂O₅ ha⁻¹, 80 kg K₂O ha⁻¹, para todos os tratamentos. A cultivar utilizada foi o AG 1051
114 um híbrido duplo de ciclo semiprecoce (AGROCERES, 2011). O plantio foi realizado no dia
115 20 de fevereiro de 2015 e a colheita foi feita aos 104 dias após a emergência. A condução do
116 experimento ocorreu durante o período chuvoso, com isso não se fez necessário o uso de
117 irrigação suplementar. O gráfico pluviométrico referente à quantidade de chuva acumulada
118 mensalmente na cidade de Chapadinha - MA encontra-se na Figura 1.

119

120

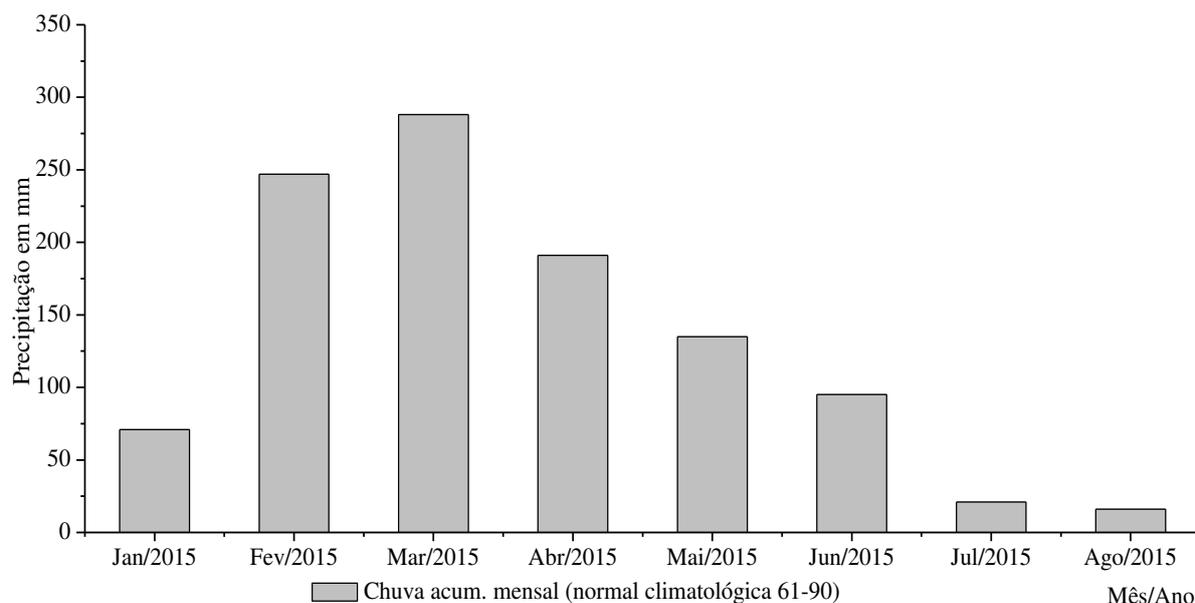
121

122

123

124

125 **Figura 1.** Precipitação média acumulada mensal, Chapadinha – 2015 (fonte. INMET)



126

127

128

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, constituídos por dez

129

tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram da aplicação de níveis de

130

nitrogênio em cobertura, em função das fases fenológicas e dos teores de clorofila presentes

131

nas folhas. As fases fenológicas em que ocorreram as avaliações foram durante o período

132

vegetativo, que variou quando as plantas apresentavam de três a quatro folhas completamente

133

expandidas (V₃₋₄) até doze a catorze folhas completamente expandidas. Assim, os

134

tratamentos foram descritos dessa forma, descritos a seguir: **1-** sem nitrogênio (0 kg de N ha⁻¹;

135

1); **2-** 180 kg N ha⁻¹ (tratamento referência); tratamentos onde o N foi aplicado de acordo com

136

a fase fenológica, **F3-** 1/2 da dose recomendada em V₃₋₄ + 1/2 em V₆₋₇; **F4-** 1/4 da dose

137

recomendada em V₃₋₄ + 1/4 em V₆₋₇ + 1/4 V₉₋₁₀ + 1/4 V₁₂₋₁₄; **F5-** 1/3 da recomendada em V₃₋

138

₄ + 1/3 em V₆₋₇ + 1/3 V₉₋₁₀; **F6-** 2/4 da dose recomendada em V₃₋₄ + 1/4 em V₆₋₇ + 1/4 V₉₋₁₀;

139

tratamentos onde o N foi parcelado de acordo com as leituras do clorofilômetro, **ISN3-** 1/4 da

140

dose recomendada em V₃₋₄ + 1/4 toda vez que o ISN < 95% (até V₁₂₋₁₄, se necessário); **ISN4-**

141

1/4 da dose recomendada em V₃₋₄ + 1/4 toda vez que o ISN < 95% até V₆₋₇ e quando o ISN

142

<90% de V₉₋₁₀ até V₁₂₋₁₄ (se necessário); **ISN5-** 1/3 da dose recomendada em V₃₋₄ + 1/3 toda

143 vez que o ISN < 95% (até V₁₂₋₁₄, se necessário); ISN6- 1/3 da dose recomendada em V₃₋₄ +
144 1/3 toda vez que o ISN < 95% até V₆₋₇ e quando o ISN < 90% de V₉₋₁₀ até V₁₂₋₁₄ (se necessário).

145 O ISN foi calculado com o uso do clorofilômetro (FALKER, 2008), a partir da relação
146 entre as leituras do teor relativo de clorofila dos tratamentos com manejo da adubação
147 nitrogenada e as leituras efetuadas no tratamento referência multiplicadas por 100 de acordo
148 a equação 1, proposta por Schepers *et al.*, (1992) dada por.

$$149 \quad \text{ISN} = \frac{\text{TMAN}}{\text{TR}} \times 100 \quad (1)$$

150 Em que: ISN = Índice de Suficiência Nitrogenada, TMAN = Tratamento com Manejo
151 da Adubação Nitrogenada, TR = Tratamento Referência.

152 A dose de nitrogênio no tratamento referência foi de 180 kg N ha⁻¹. Neste tratamento
153 adicionou-se 20% a mais da dose recomendada de nitrogênio em cobertura para que as plantas
154 desse tratamento não apresentassem sintomas de deficiência desse nutriente, sendo a
155 recomendação de N para o milho cultivada em condição de sequeiro 150 kg N ha⁻¹, de com
156 (RIBEIRO *et al.*, 1999) a recomendação desse nutriente foi referente para uma produtividade
157 esperada acima de 8 t ha⁻¹.

158 As adubações nitrogenadas em cobertura foram realizadas 24 horas após a identificação
159 da necessidade de aplicação de nitrogênio nos tratamentos que levaram em consideração o
160 ISN. Nos demais tratamentos que não levam em consideração o ISN, a adubação nitrogenada
161 ocorreu apenas nas fases fenológicas supracitadas.

162 As leituras foram efetuadas em 10 plantas por parcela, sendo duas leituras por folha
163 avaliada (uma em cada lado do limbo foliar), no terço médio, desconsiderando a nervura
164 central e as margens de acordo com Argenta *et al.* (2001).

165 As avaliações foram feitas sempre na última folha completamente expandida (até o
166 florescimento) e na folha índice (1ª folha abaixo e oposta à espiga) após o florescimento.

167 Durante todo o experimento o controle de plantas daninhas foi realizado através de
168 capina manual com o auxílio de enxada, sempre que se fez necessário para manter as plantas
169 sempre livre de competição. O controle de pragas foi realizado de acordo com a recomendação
170 para a cultura, durante todo o ciclo verificou-se a presença de *Helicoverpa zea*, estas foram
171 controladas usando o inseticida Decis 25 CE 25 g/l (FRANCELLI e DOURADO NETO,
172 2004).

173 Foram avaliados os seguintes variáveis: altura de inserção da 1ª espiga; comprimento
174 de espiga; diâmetro de espiga; número de grãos por fileira; número de fileiras por espiga;
175 massa de 1.000 grãos e produtividade de grãos.

176 O rendimento de grãos foi obtido colhendo-se manualmente as espigas das plantas em
177 4,80m das três linhas centrais de cada parcela, totalizando uma área útil de 12,16m² corrigindo
178 a massa de grãos para o teor de água a 13% de umidade.

179 Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas
180 pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do software Infostat (Di rienzo *et al.*,
181 2015). Utilizou-se o programa Excel versão 2013 para estimar as médias, determinar os
182 modelos matemáticos lineares e seus valores de coeficiente de determinação (R²).

183 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

184 A época de aplicação de nitrogênio de acordo com a fase fenológica apresentou
185 resultados satisfatórios para as principais variáveis analisadas (Tabela 1). O uso das leituras
186 do clorofilômetro proporcionou redução na aplicação de nitrogênio na ordem de 37,5 kg ha⁻¹,
187 quando a adubação foi feita com base no ISN, levando em consideração um ISN de 0,95 em
188 V₆₋₇ (ISN-3) e quando adotou-se um ISN de 0,90 em V₁₂₋₁₄ (ISN-4). Também verificou-se
189 redução na aplicação de nitrogênio na ordem de 37,5 kg ha⁻¹ esses resultados demonstraram
190 um elevado teor relativo de clorofila durante a fase de V₆₋₇ para o tratamento ISN-3 e para o
191 tratamento ISN-4 em V₁₂₋₁₄, dessa forma não foi necessário realizar a adubação nitrogênio nas
192 fases fenológicas descritas acima.

193 Tabela 1. Parcelamento de Nitrogênio em cobertura em função da fase fenológica e do Índice
194 de Suficiência Nitrogenada (ISN).

Época de Aplicação de Nitrogênio		-----Doses de N em cobertura (kg ha ⁻¹) -----					N cobertura
Tratamentos	Semeadura	V ₃₋₄	V ₆₋₇	V ₉₋₁₀	V ₁₂₋₁₄		
Testemunha	1	20	0	0	0	0	0
Referência	2	20	45	45	45	45	180
F	3	20	75	75	0	0	150
	4	20	37,5	37,5	37,5	37,5	150
	5	20	50	50	50	0	150
	6	20	75	37,5	37,5	0	150
ISN	3	20	37,5	0	37,5	37,5	112,5
	4	20	37,5	37,5 ^(A)	37,5 ^(B)	0	112,5
	5	20	50	50 ^(A)	50 ^(B)	50 ^(C)	200
	6	20	50	50 ^(A)	50 ^(B)	50 ^(C)	200

195 A: 1-sem N; **2** - referência; **3** - 75 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄ e V₆₋₇; **4** - 37,5 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; **5** - 50
196 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀; **6** - 75 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄ e 37,5 kg N ha⁻¹ em V₆₋₇ e V₉₋₁₀. **B:** **3** - 37,5 kg N ha⁻¹ em
197 V₃₋₄ e 37,5 kg N ha⁻¹ e V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; **4** - 37,5 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇ e V₉₋₁₀; **5** - 50 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀
198 e V₁₂₋₁₄; e **6** - 50 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄. ^A 27 DAE; ^B 39 DAE e ^C 57 DAE.

199
200 O monitoramento do teor relativo de clorofila na planta de milho com clorofilômetro
201 diferiu em função do manejo de nitrogênio utilizado em cobertura (Tabela 2), o que
202 possibilitou indicar a época de aplicação do adubo nitrogenado. Os resultados obtidos com a
203 presente pesquisa demonstram a aplicabilidade dessa tecnologia na agricultura, com redução
204 na aplicação de N em cobertura. Para as avaliações realizadas nos diferentes estádios
205 fenológicos das plantas, houve diferença significativa para os resultados do Teor Relativo de
206 Clorofila Falker entre as diferentes formas de parcelamento de nitrogênio adotado.

207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221

222 Tabela 2. Índice Relativo de Clorofila (IRC) determinado pelo Medidor Portátil de Clorofila
223 Falker ClorofiLOG (CFL 1030), nos estádios fenológicos da cultura do milho

Tratamentos	Estádios fenológicos do milho				Pendoamento	Enchimento de grãos ^{ns}	
	V ₃₋₄ ^{ns}	V ₆₋₇ [*]	V ₉₋₁₀ [*]	V ₁₂₋₁₄ [*]			
Índice de Clorofila Falker							
1	35,32 a	40,41 b	36,93 d	40,96 d	43,81 b	42,13 a	
2	36,92 a	46,60 ab	60,72 a	66,26 a	56,35 a	51,18 a	
3	33,34 a	47,28 ab	61,20 a	55,93 c	55,33 a	49,02 a	
F	4	35,91 a	46,79 ab	59,71 ab	57,32 c	54,90 a	51,32 a
	5	40,24 a	49,13 a	60,50 a	58,46 bc	55,57 a	49,17 a
	6	38,32 a	45,70 ab	60,34 a	61,68 b	54,86 a	48,18 a
	3	34,74 a	46,56 ab	53,36 c	56,93 c	53,95 a	47,31 a
ISN	4	36,98 a	47,22 ab	54,97 bc	61,36 c	53,46 a	48,37 a
	5	36,01 a	46,62 ab	54,78 bc	57,94 bc	55,15 a	45,39 a
	6	33,18 a	50,27 a	54,83 bc	62,57 b	57,16 a	46,65 a
CV	12,56	6,72	3,76	3,09	3,00	8,48	

224 A: 1-sem N; **2** - referência; **3** - 75 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄ e V₆₋₇; **4** - 37,5 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; **5** - 50
225 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀; **6** - 75 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄ e 37,5 kg N ha⁻¹ em V₆₋₇ e V₉₋₁₀. **B**: **3** - 37,5 kg N ha⁻¹ em
226 V₃₋₄ e 37,5 kg N ha⁻¹ e V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; **4** - 37,5 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇ e V₉₋₁₀; **5** - 50 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀
227 e V₁₂₋₁₄; e **6** - 50 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo
228 teste Tukey (P>0,05); * Significativo a 5% probabilidade e ns - não-significativo.

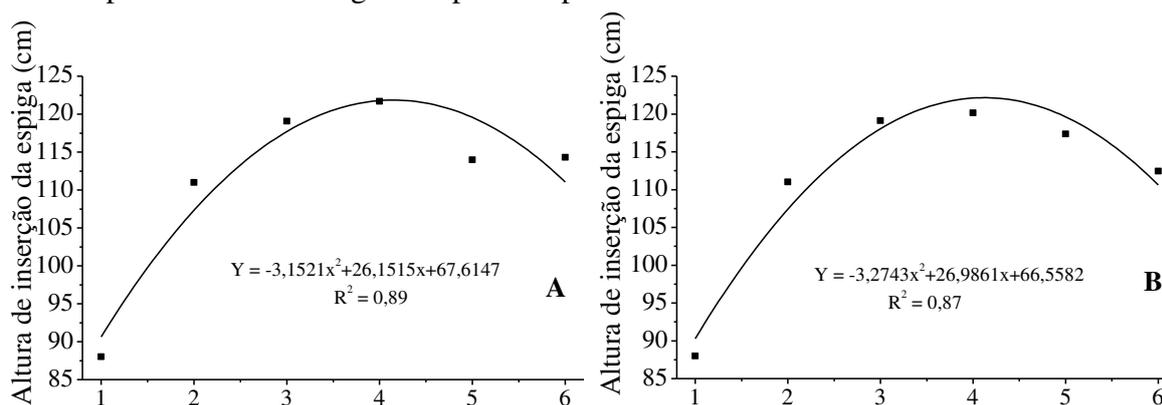
229
230 Na fase inicial de crescimento quando as plantas apresentavam de 3 a 4 folhas totalmente
231 expandidas não houve diferença do teor relativo de clorofila entre os tratamentos analisados,
232 esses resultados corroboram com os encontrados por Argenta et al., (2001), de acordo com os
233 autores, não se recomenda usar as leituras do clorofilômetro nas fases iniciais como requisito
234 para a tomada de decisão no que diz respeito à adubação nitrogenada, uma vez que a precisão
235 das leituras do clorofilômetro nesse período ainda é baixa; no entanto, nas fases que se
236 sucedem as leituras são confiáveis e tem relação direta com estado nutricional da cultura em
237 relação a quantidade de N na planta.

238 Na fase de enchimento de grãos também não houve diferença entre os tratamentos, isso
239 pode estar relacionado ao fato de a planta direcionar os nutrientes para o enchimento de grãos
240 com isso as leituras com o clorofilômetro não detectaram diferenças entre as formas de
241 parcelamento de N adotadas na presente pesquisa.

242 A Figura 2 (A e B) contém os dados da altura de inserção da espiga de milho em função
243 do parcelamento de N. A altura média de inserção da espiga foi de 122 cm tratamento F-4

244 obtida com 150 kg de N ha⁻¹ parcelado em 4 vezes quando adotada a fase fenológica (Figura
 245 2A) essa dose de nitrogênio foi parcelada de forma igual para todas fases de crescimento da
 246 cultura para esse tratamento, dessa forma as plantas se desenvolveram em um ambiente com
 247 disponibilidade ótima de N, o que pode ter influenciado na altura de inserção da espiga.

248 **Figura 2.** Valores médios da altura de inserção da espiga em função do parcelamento de N,
 249 definido pelo estágio fenológico da planta e pelo ISN.



Parcelamento de N definido pelo estágio fenológico

Parcelamento de N definido pelo ISN

250 A: 1-sem N; 2 - referência; 3 - 75 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄ e V₆₋₇; 4 - 37,5 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; 5 - 50
 251 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀; 6 - 75 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄ e 37,5 kg N ha⁻¹ em V₆₋₇ e V₉₋₁₀. B: 3 - 37,5 kg N ha⁻¹ em
 252 V₃₋₄ e 37,5 kg N ha⁻¹ em V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; 4 - 37,5 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇ e V₉₋₁₀; 5 - 50 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀
 253 e V₁₂₋₁₄; e 6 - 50 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄.

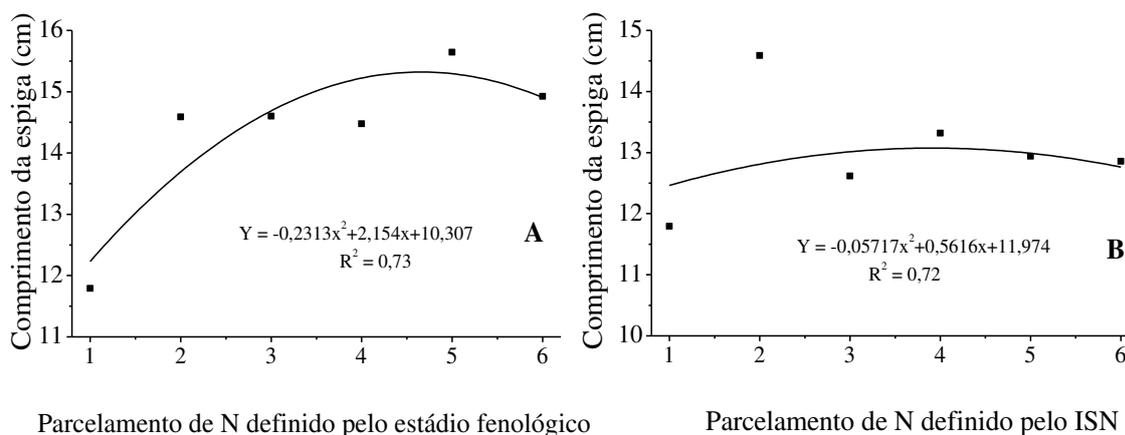
255 A aplicação de 37,5 kg de N ha⁻¹ nos estádios V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄ tratamento F-4
 256 (Figura 2A) apresentou comportamento similar à aplicação de 112,5 kg N ha⁻¹ tratamento
 257 ISN-4 (Figura 2B), esses resultados demonstram que quantidade de nitrogênio aplicado em
 258 cobertura é tão importante quanto a época de aplicação.

260 A altura média de inserção da espiga foi de 120 cm (ISN-4) quando a adubação de
 261 cobertura foi realizada com o auxílio do clorofilômetro com 112,5 kg de N ha⁻¹. Castro *et al.*
 262 (2014), estudando formas de adubação nitrogenada também verificou alteração na altura de
 263 inserção de espiga. Esta variável está diretamente relacionada à altura da planta, que por sua
 264 vez depende do fornecimento de nitrogênio (CORTEZ, 2009).

265 A Figura 3 (A e B) contém os dados do comprimento da espiga em função das diferentes
 266 formas de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura. Observa-se que o melhor

267 tratamento para essa variável foi o F-5 onde observou-se um comprimento médio das espigas
 268 de 15,6 cm, o parcelamento foi de acordo com a fenologia das plantas e as adubações foram
 269 realizadas em três vezes, sendo 50 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇ e V₉₋₁₀ respectivamente. Verifica-
 270 se que os dados de comprimento da espiga ajustaram-se significativamente a uma equação de
 271 regressão do 2º grau modelo quadrático.

272 **Figura 3.** Valores médios de comprimento da espiga em função do parcelamento de N,
 273 definido pelo estágio fenológico da planta (A) e pelo ISN (B).



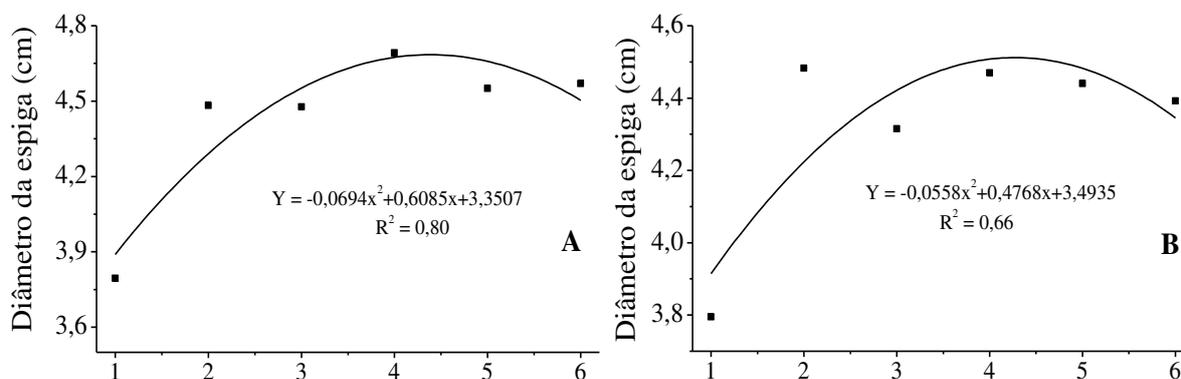
274 Parcelamento de N definido pelo estágio fenológico Parcelamento de N definido pelo ISN
 275 A: 1-sem N; 2 - referência; 3 - 75 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄ e V₆₋₇; 4 - 37,5 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; 5 - 50
 276 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀; 6 - 75 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄ e 37,5 kg N ha⁻¹ em V₆₋₇ e V₉₋₁₀. B: 3 - 37,5 kg N ha⁻¹ em
 277 V₃₋₄ e 37,5 kg N ha⁻¹ e V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; 4 - 37,5 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇ e V₉₋₁₀; 5 - 50 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀
 278 e V₁₂₋₁₄; e 6 - 50 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄.

279
 280 Quando a época da adubação foi definida de acordo com o ISN (Figura 3B) o melhor
 281 tratamento foi o ISN-4 onde o comprimento médio das espigas foi de 13,32 cm com 112,5 kg
 282 de N ha⁻¹ as aplicou-se 37,5 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄ mais 37,5 quando o ISN foi menor que 95%
 283 até V₉₋₁₀.

284 Esses resultados diferem dos observado por Zucareli *et al.*, (2014), que estudando
 285 épocas de aplicação e fontes de nitrogênio na cultura do milho, não encontraram diferença
 286 entre as doses utilizadas em cobertura e o comprimento de espigas. Francelli e Dourado Neto
 287 (2004) acreditam que o comprimento da espiga não exerce grande influência sobre a
 288 produtividade final de grãos de milho se comparado com outros componentes de produção,
 289 tais como massa de 1.000 grãos e número de espigas por unidade de área.

290 A Figura 4 (A e B) contém os dados do diâmetro da espiga em função das diferentes
 291 formas de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura. O diâmetro médio das espigas
 292 foi observado quando o parcelamento da adubação foi feito poucas semanas antes de iniciar a
 293 fase reprodutiva (tratamento F-4), mais notadamente em V₉₋₁₀ (Figura 4A). O maior diâmetro
 294 encontrado foi de 4,69 cm obtido com a aplicação de 150 kg N ha⁻¹ parcelado em 4 aplicações
 295 de acordo com o estágio fenológico da planta. Com o auxílio do clorofilômetro, o diâmetro
 296 médio das espigas foi de 4,47 cm (Figura 4B) obtido com 112,5 kg N.ha⁻¹ (tratamento ISN-
 297 4).

298 **Figura 4.** Valores médios do diâmetro da espiga em função do parcelamento de N, definido
 299 pelo estágio fenológico da planta (A) e pelo ISN (B).

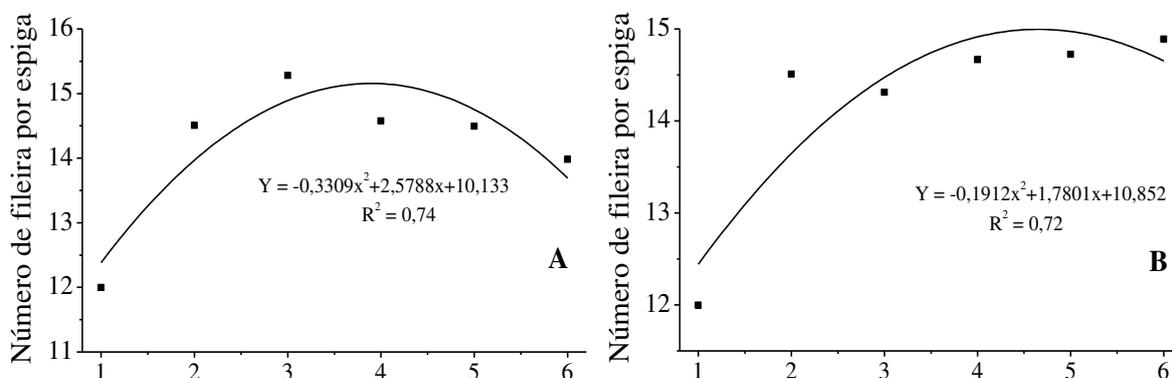


300 Parcelamento de N definido pelo estágio fenológico Parcelamento de N definido pelo ISN
 301 **A:** 1-sem N; 2 - referência; 3 - 75 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄ e V₆₋₇; 4 - 37,5 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; 5 - 50
 302 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀; 6 - 75 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄ e 37,5 kg N ha⁻¹ em V₆₋₇ e V₉₋₁₀. **B:** 3 - 37,5 kg N ha⁻¹ em
 303 V₃₋₄ e 37,5 kg N ha⁻¹ e V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; 4 - 37,5 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇ e V₉₋₁₀; 5 - 50 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀
 304 e V₁₂₋₁₄; e 6 - 50 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄.

305
 306 Na Figura 5 (A e B) estão os dados do número de fileiras de grãos por espiga, em função
 307 das diferentes formas de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura. Pode-se
 308 observar que o número máximo de fileiras de grãos por espiga foi de 15,28 grãos (F-3)
 309 atingido quando foi realizada apenas duas adubações de cobertura, sendo 75 kg de N ha⁻¹ em
 310 V₃₋₄ e em V₆₋₇ respectivamente. Com o auxílio das leituras do clorofilômetro o número médio
 311 de fileiras de grãos por espiga foi de 14,89 grãos (ISN-5) com a aplicação de 200 kg de N ha⁻¹

312 ¹; esses resultados mostram que as maiores doses de N durante a fase vegetativa do milho
 313 fizeram com que houvesse aumento nessa variável.

314 **Figura 5.** Valores médios para o número de fileiras de grãos por espiga em função do
 315 parcelamento de N, definido pelo estágio fenológico da planta (A) e pelo ISN (B).



316 Parcelamento de N definido pelo estágio fenológico Parcelamento de N definido pelo ISN
 317 A: 1-sem N; 2 - referência; 3 - 75 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄ e V₆₋₇; 4 - 37,5 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; 5 - 50
 318 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀; 6 - 75 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄ e 37,5 kg N ha⁻¹ em V₆₋₇ e V₉₋₁₀. B: 3 - 37,5 kg N ha⁻¹ em
 319 V₃₋₄ e 37,5 kg N ha⁻¹ e V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; 4 - 37,5 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇ e V₉₋₁₀; 5 - 50 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀
 320 e V₁₂₋₁₄; e 6 - 50 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄.
 321

322 Os resultados acima divergem dos encontrados por Gazola *et al.*, (2014), onde não
 323 observaram diferença no número de fileira de grãos com o parcelamento da adubação
 324 nitrogenada em cobertura. Verifica-se uma tendência de aumento no número de fileiras
 325 quando a adubação é feita em maiores quantidades nos estádios iniciais de desenvolvimento
 326 vegetativo (Figura 5B), isso por que é nesse período que é definido o número de fileiras de
 327 grãos.

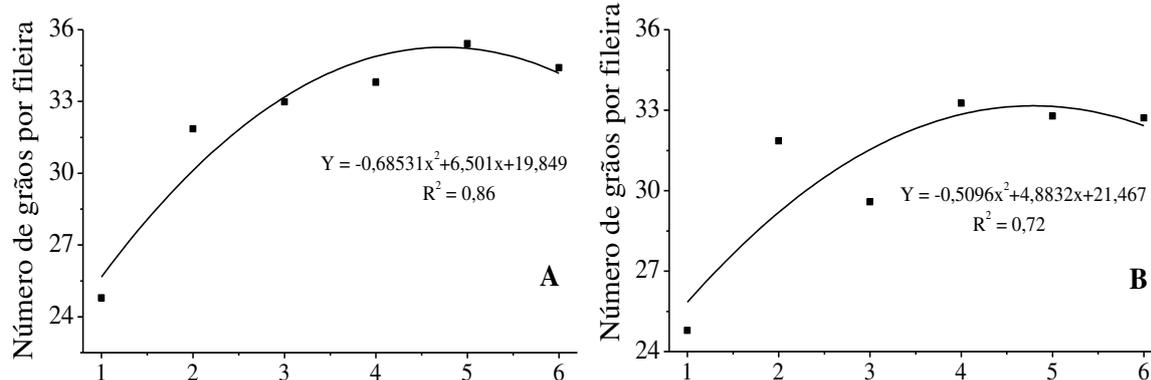
328 Sem dúvida o número fileiras de grãos por espiga constitui em um dos mais importantes
 329 componentes que determinam a produtividade de grãos da cultura de milho. Segundo Karlen
 330 *et al.* (1988), existe dois picos de absorção de nitrogênio pela planta de milho: durante a fase
 331 vegetativa e enchimento de grãos, possíveis deficiências desse nutriente e uma dessas fases
 332 acarretará em perdas de produtividade

333 Quando as adubações se concentraram nos estádios iniciais (Figura 5A e 5B) pode-se
 334 verificar que houve aumento no número de grãos por fileira (F-3 e ISN-5), o que pode ser

335 justificado por ser no início do crescimento das plantas de milho que é definido o número de
336 grãos por fileira, mais notadamente em V₈.

337 A Figura 6 (A e B) contém os valores médios do número de grãos por fileiras. Pode-se
338 observar que o tratamento F-5 (Figura 6A) apresentou os melhores resultados para essa
339 variável onde encontrou-se 35,42 grãos quando o nitrogênio foi parcelado em 3 vezes, sendo
340 50 kg de N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇ e V₉₋₁₀ de acordo com o estágio fenológico. Com 112,5 kg de N
341 ha⁻¹ (ISN-4) o número de grãos encontrado foi de 33,26 grãos quando o N foi parcelado em 3
342 vezes sendo 37,5 kg de N ha⁻¹ em V₃₋₄ e essa mesma quantidade toda vez que o ISN foi menor
343 que 95% até V₆₋₇ e quando o ISN foi menor que 90% de V₉₋₁₀ (Figura 6B).

344 **Figura 6.** Valores médios para o número de grãos por fileira em função do parcelamento de
345 N, definido pelo estágio fenológico da planta (A) e pelo ISN (B).

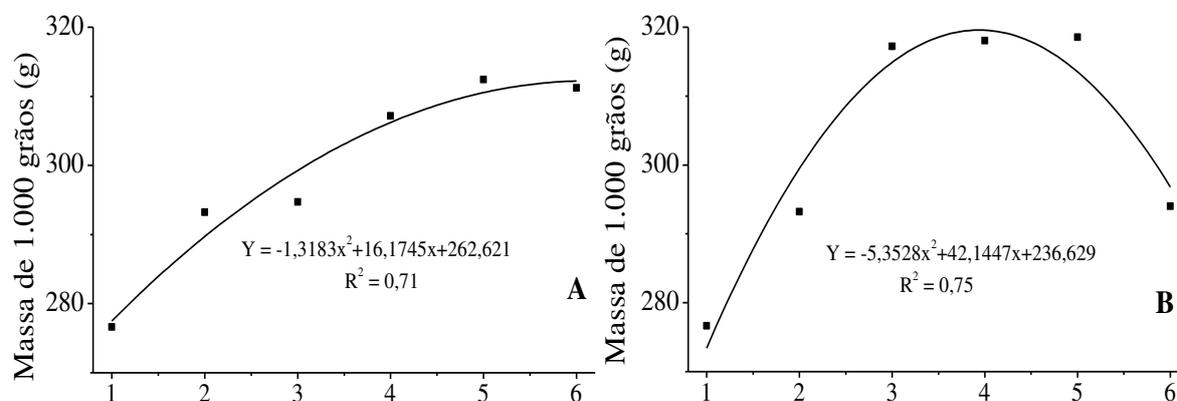


346 Parcelamento de N definido pelo estágio fenológico Parcelamento de N definido pelo ISN
347 **A:** 1-sem N; 2 - referência; 3 - 75 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄ e V₆₋₇; 4 - 37,5 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; 5 - 50
348 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀; 6 - 75 kg N.ha⁻¹ em V₃₋₄ e 37,5 kg N ha⁻¹ em V₆₋₇ e V₉₋₁₀. **B:** 3 - 37,5 kg N ha⁻¹ em
349 V₃₋₄ e 37,5 kg N.ha⁻¹ e V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; 4 - 37,5 kg N.ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇ e V₉₋₁₀; 5 - 50 kg N.ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀
350 e V₁₂₋₁₄; e 6 - 50 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄.

351 A Figura 7 (A e B) contém os dados da massa de mil grãos, os quais apresentaram ajuste
352 significativamente a duas equações de regressão modelo quadrática. As médias da massa de
353 mil grãos foram afetadas significativamente pelo parcelamento de nitrogênio, sendo o melhor
354 tratamento encontrado quando a adubação foi parcelada de acordo com a fase fenológica (F-
355 5) onde foi observado um valor de 312,44 g com 150 kg de N ha⁻¹ (Figura 7A), mas não diferiu
356

357 do tratamento ISN-5 que recebeu 200 kg de N ha⁻¹ com uma massa média de mil grãos de
 358 318,57 g (Figura 7B).

359 **Figura 7.** Valores médios para massa de mil grãos em função do parcelamento de N, definido
 360 pelo estágio fenológico da planta (A) e pelo ISN (B).



Parcelamento de N definido pelo estágio fenológico

Parcelamento de N definido pelo ISN

361 **A:** 1-sem N; 2 - referência; 3 - 75 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄ e V₆₋₇; 4 - 37,5 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; 5 - 50
 362 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀; 6 - 75 kg N.ha⁻¹ em V₃₋₄ e 37,5 kg N ha⁻¹ em V₆₋₇ e V₉₋₁₀. **B:** 3 - 37,5 kg N ha⁻¹ em
 363 V₃₋₄ e 37,5 kg N.ha⁻¹ e V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; 4 - 37,5 kg N.ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇ e V₉₋₁₀; 5 - 50 kg N.ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀
 364 e V₁₂₋₁₄; e 6 - 50 kg N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄.

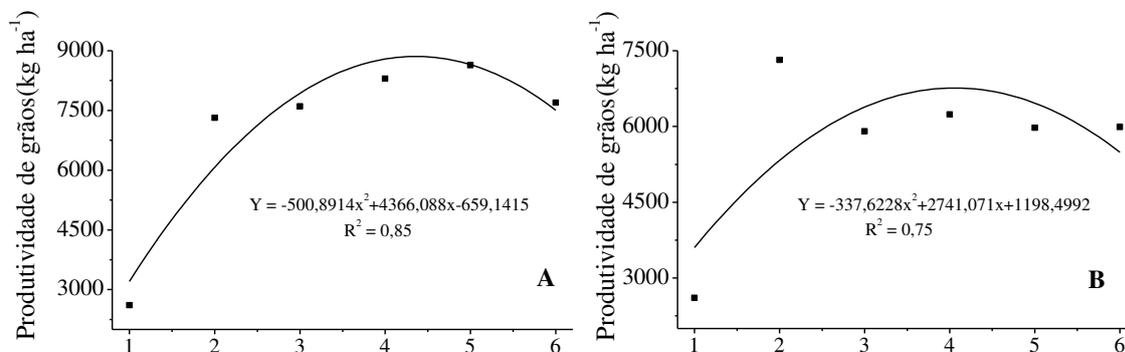
366 Pode-se observar que as diferentes épocas de aplicações de nitrogênio em cobertura
 367 influenciaram na massa de mil grãos e isso ocorreu porque a fase de enchimento de grãos
 368 compreende grande demanda de N e os tratamentos que receberam as maiores doses
 369 apresentaram resultados mais elevados.
 370

371 A massa de mil grãos é um importante critério usado para definir a produtividade de
 372 grãos de uma lavoura, essa variável é influenciada por diversas formas de manejo tais como,
 373 manejo na fertilidade do solo, mais notadamente, da adubação nitrogenada (VELOSO *et al.*,
 374 2006), estande final de plantas na área (SCHIAVINATTI *et al.*, 2011), características da
 375 própria planta, que são influenciados pelo sistema de produção adotado (CASTOLDI *et al.*,
 376 2011).

377 A Figura 8 (A e B) contém os dados de produtividade de grãos em função das diferentes
 378 formas de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura. Observa-se que a
 379 produtividade máxima foi atingida no tratamento F-5, com aplicações de 50 kg de N ha⁻¹ em

380 V_{3-4} , V_{6-7} e V_{9-10} respectivamente e com um rendimento de grãos na ordem de $8.634,12 \text{ kg ha}^{-1}$
 381 ¹ (Figura 8A).

382 **Figura 8.** Valores médios para produtividade de grãos em função do parcelamento de N,
 383 definido pelo estágio fenológico da planta (A) e pelo ISN (B).



Parcelamento de N definido pelo estágio fenológico

Parcelamento de N definido pelo ISN

384 A: 1-sem N; 2 - referência; 3 - 75 kg N ha^{-1} em V_{3-4} e V_{6-7} ; 4 - $37,5 \text{ kg N ha}^{-1}$ em V_{3-4} , V_{6-7} , V_{9-10} e V_{12-14} ; 5 - 50
 385 kg N ha^{-1} em V_{3-4} , V_{6-7} , V_{9-10} ; 6 - 75 kg N ha^{-1} em V_{3-4} e $37,5 \text{ kg N ha}^{-1}$ em V_{6-7} e V_{9-10} . B: 3 - $37,5 \text{ kg N ha}^{-1}$ em
 386 V_{3-4} e $37,5 \text{ kg N ha}^{-1}$ em V_{9-10} e V_{12-14} ; 4 - $37,5 \text{ kg N ha}^{-1}$ em V_{3-4} , V_{6-7} e V_{9-10} ; 5 - 50 kg N ha^{-1} em V_{3-4} , V_{6-7} , V_{9-10}
 387 e V_{12-14} ; e 6 - 50 kg N ha^{-1} em V_{3-4} , V_{6-7} , V_{9-10} e V_{12-14} .
 388

389 A produtividade máxima alcançada nos tratamentos onde o manejo da adubação foi em
 390 função das leituras feitas com clorofilômetro (Figura 8B) foi de $6.241,45 \text{ kg ha}^{-1}$ (ISN-5) com
 391 $37,5 \text{ kg}$ a menos de nitrogênio por hectare. Ressalta-se que essa produtividade é considerada
 392 alta comparativamente à média nordestina e maranhense que foi de 2.354 e 2.857 kg ha^{-1} ,
 393 respectivamente, no ano agrícola 2014/2015 (CONAB, 2015).
 394

395 Houve redução de $37,5 \text{ kg N ha}^{-1}$ do N aplicado em cobertura quando o parcelamento
 396 foi feito de acordo com o ISN < 95% até V_{6-7} e <90% até V_{12-14} , o parcelamento da adubação
 397 em até 3 vezes (tratamento ISN-3 e ISN-4) (Figura 8B) promoveram os melhores resultados
 398 para essa variável, houve boa relação entre o parcelamento de N e a produtividade grãos. Para
 399 todos os tratamentos, independente do sistema de manejo utilizado, a produtividade foi
 400 superior à média nacional no ano agrícola (2014/2015), que foi de 5.057 kg ha^{-1} (CONAB,
 401 2015).

402 Pode-se observar a eficiência da adubação nitrogenada em solos arenosos quando o
 403 fertilizante é parcelado em várias vezes, que pode ser evidenciado em função das elevadas

404 produções de grãos obtida nos tratamentos onde foi efetuada adubação em cobertura estes
405 resultados corroboram com Sousa *et al.*, (2008) que estudando épocas de parcelamento de
406 nitrogênio verificou aumento na produtividade quando a adubação foi parcelada mais de uma
407 vez.

408 O parcelamento da adubação nitrogenada mostrou ser uma eficiente forma de aumentar
409 o rendimento da cultura do milho, corroborando com as afirmações de Fornasieri Filho (2007),
410 que relata aumento no rendimento de grãos de milho quando se faz o parcelamento da
411 adubação nitrogenada.

412 CONCLUSÕES

- 413 1. De forma geral os tratamentos que receberam maiores doses e maiores parcelamentos de
414 nitrogênio promoveram maior produtividades de grãos, demonstrando a necessidade de se
415 fazer o parcelamento desse nutriente em áreas cultivadas sob solo arenoso.
- 416 2. A maior produtividade de grãos foi obtida quando o nitrogênio foi parcelado em três
417 aplicações de 50 kg N ha⁻¹ nos estádios de V₃₋₄, V₆₋₇ e V₉₋₁₀, com o parcelamento de N
418 nessas fases a produtividade de grãos foi de 8.634,12 kg ha⁻¹.
- 419 3. Com auxílio do clorofilômetro os melhores tratamentos foram ISN-3 e ISN-4 com três
420 aplicações de nitrogênio de 37,5 kg ha⁻¹ o ISN <95% até V₁₂₋₁₄ reduziu a aplicação de
421 nitrogênio em 37,5 kg ha⁻¹.

422 REFERÊNCIAS

- 423 AGROCERES. **Sementes.** 2011. Disponível em:
424 http://www.sementesagroceres.com.br/pages/Produto.aspx?p=AG_1051. Acesso em: 12 de
425 agos. 2014.
- 426 ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLONI, C. G. Clorofila na folha como indicador do
427 nível de nitrogênio em cereais. **Ciência rural**, v. 31, n.4, p. 715-722, 2001.

- 428 BLACKMER, T.M., SCHEPERS, J.S. Techniques for monitoring crop nitrogen status in corn.
429 **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.25, n.9/10, p.1791-1800,
430 1995.
- 431 CARVALHO, M. A. F.; SILVEIRA, P. M.; SANTOS, A. B. Utilização do clorofilômetro para
432 racionalização da adubação nitrogenada nas culturas do arroz e do feijoeiro. **Embrapa**,
433 **Comunicado Técnico 205**, 2012.
- 434 CASTOLDI, G.; COSTA, S. S. M.; COSTA, L. M.; PIVETTA, L. A.; STEINER, F. Sistemas
435 de cultivo e uso de diferentes adubos na produção de silagem e grãos de milho. **Acta**
436 **Scientiarum Agronomy**, (Online) vol. 33 no.1 Maringá Jan./Mar. 2011. Disponível em:
437 [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1807-86212011000100020&script=sci_arttext&tlng=](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1807-86212011000100020&script=sci_arttext&tlng=pt)
438 [pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1807-86212011000100020&script=sci_arttext&tlng=pt). Acesso em: 20 de fev. 2015.
- 439 CASTRO, Y. O.; SILVA, C. J.; OLIVEIRA, R. T.; PIMENTEL, N. S.; MELO, B. J.
440 Comportamento da cultura do milho, submetido a diferentes formas de adubação e espaçamento
441 em área de Cerrado no Sul de Goiás. **Acta Tecnológica**, v. 9, n. 2, p.39-47, 2014.
- 442 COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. de; PITTA, G.V.E.; ALVES, V.M.C.; HERNANI, L.C.
443 computacional auxiliar. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v.3, n.1, p.53-
444 56, 1991.
- 445 COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de
446 grãos, v. 2 - safra 2014/15, n. 12 – Décimo segundo levantamento, set. 2015. – Brasília:
447 **CONAB**, 2015. Disponível em:
448 [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_10_42_03_boletim_graos_](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_10_42_03_boletim_graos_setembro_2015.pdf)
449 [setembro_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_10_42_03_boletim_graos_setembro_2015.pdf)>. Acesso em: 25 de jan. 2016.
- 450 CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. sistemas de adubação e consórcio de
451 culturas intercalares e seus efeitos nas variáveis de colheita da cultura do milho. **Engenharia**

- 452 **Agrícola**. Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 277-287, abr./jun. 2009. Disponível em:
453 <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v29n2/11.pdf>. Acesso em: 13 de jan. 2015.
- 454 DEY, A. K.; SHARMA, M.; MESHARAM. M. R. An analysis of leaf chlorophyll measurement
455 method using chlorophyll meter and image processing technique. **Procedia Computer**
456 **Science**, v.85 p.286 – 292. 2016.
- 457 DI RIENZO, J. A. et al. InfoStat versión 2015. **Grupo InfoStat**, FCA, Universidad Nacional
458 de Córdoba, Argentina.
- 459 DOURADO-NETO, D.; FANCELLI, A.L. Estratégias para redução do efeito do estresse
460 hídrico na cultura do milho. *In*: SANDINI, I.E.; FANCELLI, A.L. (Ed.). **Milho: estratégias de**
461 **manejo para a região sul**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000, p.89-102
- 462 DWYER, L.M., ANDERSON, A.M., MA, B.L., et al. Quantifying the nonlinearity in
463 chlorophyll meter response to corn leaf nitrogen concentration. *Canadian Journal of Plant*
464 **Science**, Ottawa, v.75, n.1, p.179-182, 1995.
- 465 FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA. **Medidor eletrônico de teor de clorofila**
466 **ClorofiLOG CFL 1030: manual de instruções**. Porto Alegre, 2008. 33 p.
- 467 FENG, W., YAO, X., ZHU, Y., TIAN, Y.C., CAO, W.X.. Monitoring leaf nitrogen status with
468 hyperspectral reflectance in wheat. **Eur. J. Agron.** v.28, p.394–404, 2008. Disponível em:
469 <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1161030107001116>>. Acesso em: 12 de
470 abr. 2015.
- 471 FITZGERALD, G.; RODRIGUEZ, D.; O'LEARY, G. Measuring and predicting canopy
472 nitrogen nutrition in wheat using a spectral index—the canopy chlorophyll content index
473 (CCCI). **Field Crops Res.** v.116, p.318–324, 2010. Disponível em:
474 <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429010000304>>. Acesso em: 20 de
475 jan. 2016.
- 476 FORNASIERE FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. São Paulo: FUNEP, 2007. 273p.

- 477 FRANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de Milho**. Piracicaba – SP:
478 ESALQ/USP, 360p. 2004.
- 479 GAZOLA, D.; ZUCARELI, C.; SILVA, R. R.; FONSECA, I. C. B.; Aplicação foliar de
480 aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura do milho safrinha. **Revista Brasileira de**
481 **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.7, p.700–707, 2014.
- 482 GOES, R. J. et. al. Características Agronômicas e produtividade do milho sob fontes e doses de
483 nitrogênio em cobertura de inverno. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 3, p. 250-
484 259, 2013.
- 485 KAPPES, C.; ANDRADE, J. A. C.; ARF, O.; OLIVEIRA, A. C.; ARF, M. V.; FERREIRA, J.
486 P. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. **Bragantia**,
487 Campinas, v. 70, p. 334-343, 2011.
- 488 KARLEN, D. L.; FLANNERY, R. L.; SALDER, E. J. Aerial accumulation and partitioning of
489 nutrient by corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, n. 2, p. 232-242, 1988. Disponível em:
490 Acesso em: 08 de mar. 2015.
- 491 LIU, KESI.; WIATRAK, PAWEL. Corn production response to tillage and nitrogen application
492 in dry-land environment. **Soil & Tillage Research**, v.124 p.138–143. 2012. Disponível em: <
493 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198712001213> >. Acesso em: 14 de
494 mar. 2015.
- 495 MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das**
496 **plantas: princípios e aplicações**, Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319 p.
- 497 MARANHÃO. Atlas do Maranhão. **Gerência de Planejamento e Desenvolvimento**
498 **Econômico/Laboratório de Geoprocessamento**. Universidade Estadual do Maranhão. São
499 Luis: GEPLAN, 2002. 44p.

- 500 RAIJ, B.; CANTARELLA, H. Milho para grãos e silagem. In: INSTITUTO
501 AGRONÔMICO/FUNDAG. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São**
502 **Paulo**. Campinas: IAC/Fundag, 1996, p.56-59 (Boletim Técnico, 100).
- 503 REPKE, R. A. et al. Altura de planta, altura de inserção de espiga e número de plantas acamadas
504 de cinco híbridos de milho. In: **XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**.
505 Águas de Lindóia - 26 a 30 de Agosto de 2012. Disponível em: <
506 http://www.abms.org.br/29cn_milho/07241.pdf> Acesso em: 10 de jun. 2015.
- 507 RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ VENEGAS, V.H. **Recomendações para**
508 **o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação**. Viçosa: Comissão de
509 Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.
- 510 RODRIGUES, M. A. C.; BUZETTI, S.; FILHO, M. C. M. T.; GARCIA, C. M. P.;
511 ANDREOTTI, M. Adubação com KCl revestido na cultura do milho no Cerrado. **Revista**
512 **Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 127–133, 2014. Disponível em:
513 <http://www.agriambi.com.br/revista/v18n02/v18n02a01.pdf>. Acesso em: 09 de mar. 2015.
- 514 SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A. V.;
515 LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B.
516 **Sistema brasileiro de classificação de solos – 3 ed. ver. ampl. - Brasília, DF: EMBRAPA,**
517 2013. 353 p. il. color.
- 518 SANTOS, P. A.; SILVA, A.F.; CARVALHO, M.A.C.; CAIONE, G. Adubos verdes e adubação
519 nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n.
520 2, p. 123-134, 2010. Disponível em: [http://rbms.cnpms.embrapa.br/](http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/305/361)
521 [index.php/ojs/article/view/305/361](http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/305/361). Acesso em: 09 de mar. 2015.
- 522 SCHIAVINATTI, A. F.; ANDREOTTI, M.; BENETT, C. G. S.; PARIZ, C. M.; LODO, B. N.;
523 BUZETTI, S. Influência de fontes e modos de aplicação de nitrogênio nos componentes da
524 produção e produtividade do milho irrigado no cerrado. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p.

- 525 925-930, 2011. Disponível: <http://www.scielo.br/pdf/brag/v70n4/27.pdf>. Acesso em: 21 de jan.
526 2015.
- 527 SCHLICHTING, A. F.; SILVA, E. M. B.; SILVA, M. C.; SOUZA, W. P.; SILVA, T. Y J. A.;
528 FARIAS, L. N. Efficiency of portable chlorophyll meters in assessing the nutritional status of
529 wheat plants. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.19, n.12, p.1148–
530 1151, 2015. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n12p1148-](http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n12p1148-1151)
531 1151>. Acesso em: 15 de mar. 2016.
- 532 SCHRODER, J. J.; NEETESON, J. J.; WITHAGEN, J. C. M.; NOIJ, I. G. A. M. Effects of N
533 application on agronomic and environmental parameters in silage maize production on Sandy
534 soils. **Field Crops Research**, Amsterdam v. 58, n. 1, p. 57-67, 1998.
- 535 SELBACH, J. F.; LEITE, J. R. S. A. **Meio ambiente no Baixo Parnaíba: olhos no mundo,**
536 **pés na região.** São Luis: EDUFMA, 2008, 216p.
- 537 SIQUEIRA, B.C. et al. Ação dos fertilizantes Bacsol e Orgasol na altura de inserção da espiga
538 e coloração dos grãos na cultura do milho orgânico. In: **Semana de Ciência e Tecnologia do**
539 **IFMG**. 2., Jornada Científica. 2., 19 a 23 de outubro de 2009. Disponível em: <
540 http://www.rsa.ind.br/midia/pdf/orgasol_milho_orga%CC%82nico.pdf > Acesso em: 11 de
541 jun. 2015.
- 542 SOUZA, L.V. de; MIRANDA, G.V.; GALVÃO, J.C.C.; ECKERT, F.R.; MANTOVANI, É.E.;
543 LIMA, R.O.; GUIMARÃES, L.J.M. Genetic control of grain yield and nitrogen use efficiency
544 in tropical maize. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1517-1523, 2008. Disponível
545 em: Acesso em: 13 de jan. 2015
- 546 SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. (Editor) **Nutrição**
547 **mineral de plantas.** Viçosa-MG: SBCS, 2006. 432 p. cap. 9.
- 548 TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal. 5 ed.** Porto Alegre. Artmed, 918 p. 2013.

- 549 TIAN, Y.C.; YAO, X.; YANG, J.; CAO, W.X., HANNAWAY, D. B.; ZHU, Y. Assessing
550 newly developed and published vegetation indices for estimating rice leaf nitrogen
551 concentration with ground- and space-based hyperspectral reflectance. **Field Crops Res.** v.120,
552 p.299–310, 2011. Disponível em:
553 <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429010002856>>. Acesso em: 20 de
554 jan. 2016.
- 555 VELOSO, M. E. C.; DUARTE, S. N.; NETO, D. D.; MIRANDA, J. H.; SILVA, E. C.; SOUSA,
556 V. F. Doses de nitrogênio na cultura do milho, em solos de várzea, sob sistema de drenagem
557 subterrânea. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 3, p. 382-394, 2006. Disponível em:
558 <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/200/200>. Acesso em: 13 de dez.
559 2014.
- 560 VESALI, F.; OMID, M.; KALEITA, A.; MOBILI, H. Development of an android app to
561 estimate chlorophyll content of corn leaves based on contact imaging. **Computers and**
562 **Electronics in Agriculture.** v.116 p.211–220, 2015. Disponível em:
563 <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2015.06.012>>. Acesso em: 20 de jan. 2016.
- 564 VON PINHO, R. G. et al. Marcha de absorção de macronutrientes e acúmulo de matéria seca
565 em milho. **Revista Brasileira de milho e sorgo**, v.8, n.2, p. 157-173, 2009.
- 566 ZUCARELI, C.; ALVES, G. B.; OLIVEIRA, M. A.; MACHADO, M. H.; Desempenho
567 agrônômico do milho safrinha em resposta às épocas de aplicação e fontes de nitrogênio.
568 **Científica**, Jaboticabal, v. 42, n. 1, p.60-67, 2014. Disponível em:
569 <http://cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/460/pdf>. Acesso em: 11 de jan. 2015.