

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ANÁPOLIS – UniEVANGÉLICA  
CURSO DE AGRONOMIA**

**NÍVEIS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA SOBRE O  
ÍNDICE DE CLOROFILA NO CULTIVO DE MILHO**

**Luciano de Sousa Ribeiro**

**ANÁPOLIS-GO  
2018**

**LUCIANO DE SOUSA RIBEIRO**

**NÍVEIS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA SOBRE O  
ÍNDICE DE CLOROFILA NO CULTIVO DE MILHO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário de Anápolis-UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

**Área de concentração:** Fitotecnia

**Orientador:** Prof. M. Sc. Thiago Rodrigues Ramos Farias

**ANÁPOLIS-GO  
2018**

Ribeiro, Luciano de Sousa

Níveis de adubação nitrogenada em cobertura sobre o índice de clorofila no cultivo do milho. / Luciano de Sousa Ribeiro. – Anápolis: Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2018.

25 páginas.

Orientador: Prof. M. Sc. Thiago Rodrigues Ramos Farias

Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2018.

1. Fisiologia. 2. Nitrogênio 3. Nutrição de plantas I. Luciano de Sousa Ribeiro. II. Níveis de adubação nitrogenada em cobertura sobre o índice de clorofila no cultivo do milho.

CDU 504

LUCIANO DE SOUSA RIBEIRO

**NÍVEIS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA SOBRE O  
ÍNDICE DE CLOROFILA NO CULTIVO DO MILHO**

Monografia apresentada ao Centro  
Universitário de Anápolis –  
UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de  
Bacharel em Agronomia.  
Área de concentração: Fitotecnia

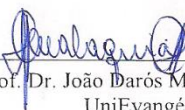
Aprovada em: 27 de junho de 2018

Banca examinadora




---

Prof. M. Sc. Thiago Rodrigues Ramos Farias  
UniEvangélica  
Presidente



---

Prof. Dr. João Darós Malaquias Junior  
UniEvangélica



---

Luan Henrique da Silva Lacerda  
Engenheiro Agrônomo

**DEDICO.**

A Deus que guia meus passos, a minha Mãe Valdeli de Sousa; a minha namorada Isabella Fleury e a minha filha Isis Fleury Sousa Santos que são a base da minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por me dar essa oportunidade de vida, de estar concluindo um sonho.

Agradeço ao professor Thiago Rodrigues pela disposição de me orientar nessa difícil tarefa.

Agradeço a minha família por todo suporte, compreensão, carinho, e ajuda em todos esses anos.

Agradeço a minha grande amiga de turma Quézia Moura pelas dicas e ajudas na elaboração desse trabalho.

Agradeço a instituição UniEvangélica pelo suporte acadêmico e infraestruturas para minha graduação.

Agradeço a minha namorada Isabella Fleury pelo maior presente da minha vida, nossa filha Isis, com certeza minha vida não faria sentido sem elas presentes.

Obrigado!

“Quem se mata de trabalhar merece mesmo morrer”.

Millôr Fernandes

“Cabe ao homem compreender que o solo fértil, onde tudo que se planta dá, pode secar; que o chão que dá frutos e flores pode dar ervas daninhas, que a caça se dispersa e a terra da fartura pode se transformar na terra da penúria e da destruição. O homem precisa entender, que de sua boa convivência com a natureza, depende sua subsistência e que a destruição da natureza é sua própria destruição, pois a sua essência é a natureza; a sua origem e o seu fim”.

Elizabeth Jhin

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Marthin Luther King

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>vii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
2.1. NITROGÊNIO NA CULTURA DO MILHO .....	10
2.2. MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE CLOROFILA .....	11
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>14</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>19</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>20</b>



## RESUMO

A recomendação da adubação nitrogenada na cultura do milho no Brasil leva em consideração o histórico da área, o teor de matéria orgânica no solo e a expectativa de rendimento de grãos. A clorofila é um pigmento que reflete o verde nas plantas e está diretamente associado com o potencial da atividade fotossintética, assim como o estado nutricional das plantas. Com isso, o objetivo desse trabalho foi avaliar níveis de adubação nitrogenada em cobertura sobre o índice de clorofila no cultivo do milho, visando o embasamento para estudos futuros que proponham este indicador como habilitado para o manejo. O experimento foi conduzido no município de Abadiânia, Goiás, na propriedade Agropecuária Capim Branco, o solo é caracterizado como Latossolo Vermelho. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados, composto por cinco tratamentos e três repetições. A variedade utilizada foi a AG8061 VTPRO2, e semeado em 08 de novembro de 2017. Neste trabalho, o experimento foi conduzido, sem aplicação de calcário previamente ao plantio. As variáveis respostas avaliadas foram: i) correlação entre clorofila A, B, total e massa fresca; ii) clorofila A; iii) clorofila B; e iv) clorofila total. As coletas do índice de clorofila foram realizadas com 80 dias após a emergência (DAE), foram realizadas três leituras, em três plantas por parcela realizando a medida no terço médio da primeira folha expandida a partir do ápice e considerando para registro da parcela a média dos valores lidos. Foram avaliadas quatro doses de nitrogênio (0%, 25%, 50%, 75% e 100%), aplicadas de forma contínua em cada unidade experimental ( $300 \text{ kg ha}^{-1}$  de N), esta adubação foi realizada apenas em uma fase de desenvolvimento do milho. Para a obtenção dos dados estatísticos foi realizado a Regressão Funcional, por meio do programa Excel. É possível inferir que existe correlação positiva entre os níveis de adubação nitrogenada, acúmulo de massa seca nas folhas e índice de clorofila nos dois níveis de absorvância. Ao produtor, estes resultados indicam que apesar da baixa capacidade de suprimento total da necessidade de nitrogênio pelo cultivo de milho, é viável diversificar as formas de disponibilidade nutricional, assim como atender o máximo da demanda nutricional do cultivo, no que se refere ao nitrogênio.

**Palavras-chave:** Fisiologia, Nitrogênio, Nutrição de Plantas.

## 1. INTRODUÇÃO

Comumente, a quantidade de nitrogênio na adubação do milho no Cerrado é definida previamente à semeadura, sem monitoramento posterior à emergência das plantas. Uma pequena porção (20 a 30 kg ha<sup>-1</sup>) é fornecida na semeadura e o restante em uma ou mais aplicações em cobertura durante o desenvolvimento da lavoura (SOUSA; LOBATO, 2004).

A definição precisa da dose é uma meta difícil de ser alcançada e, a cada dia, torna-se mais importante, pelo fato de o nitrogênio ser requerido em grandes quantidades pela cultura, devido ao seu custo elevado e em função das restrições impostas pela legislação (especificamente para os Estados Unidos de Norte América e Europa) quanto à contaminação do ambiente com nitrogênio, aplicado em excesso nas lavouras. Por outro lado, o emprego de sub doses de nitrogênio restringe fortemente a produtividade do milho (HAWKINS et al., 2007).

O aumento de produtividade está relacionado com as características das cultivares adquiridas, do manejo adotado com controle de pragas e doenças, manejo nutricional. As plantas de milho removem grandes quantidades de nitrogênio do solo, sendo um dos nutrientes mais extraídos por essa cultura, dessa forma e indispensável o uso da adubação nitrogenada durante todo ciclo. Conhecer as quantidades e épocas mais adequadas de fornecimento de nitrogênio é fundamental para promover o aumento da produtividade da cultura, a fim de aumentar a eficiência desse nutriente (GOES et al., 2014; SCHLICHTING, et al., 2015; VON PINHO et al., 2010).

A recomendação da adubação nitrogenada na cultura do milho no Brasil leva em consideração o histórico da área, o teor de matéria orgânica no solo e a expectativa de rendimento de grãos (ARGENTA et al., 2001; RAIJ et al., 1997). A clorofila é um pigmento que reflete o verde nas plantas e está diretamente associado com o potencial da atividade fotossintética, assim como o estado nutricional das plantas (ZOTARELLI et al., 2003).

A avaliação do estado nutricional pelo teor de clorofila medido indiretamente através da intensidade da cor verde da folha pode ser realizada por três métodos: pela diagnose visual, técnica subjetiva podendo variar com a luz solar sobre a folha e com a cultivar (TURNER; JUND, 1991). Pela refletância do dossel de plantas em vários comprimentos de onda, através de radiômetro multiespectral ou pela absorbância de luz pela clorofila, com emprego do clorofilômetro (BLACKMER; SCHEPERS, 1994; MA; DWYER, 1997).

Os métodos tradicionais utilizados para determinar a quantidade de clorofila na folha requerem destruição de amostras de tecido e muito trabalho nos processos de extração e quantificação. O recente desenvolvimento de um medidor portátil de clorofila, que permite medições instantâneas do valor correspondente ao seu teor na folha sem destruí-la, constitui uma alternativa para estimar o teor relativo desse pigmento na folha (DWYER et al., 1991; ARGENTA et al., 2001). O teor relativo de clorofila na folha apresenta sensibilidade ao nitrogênio, por isso vem sendo considerado como indicador do nível deste nutriente na folha (RAMBO et al., 2008).

O teor de clorofila na folha é utilizado para prever o nível nutricional de nitrogênio em plantas, devido ao fato de a quantidade desse pigmento correlacionar-se positivamente com teor de nitrogênio na planta (PIEKIELEK; FOX, 1992; SMEAL; ZHANG, 1994; BOOIJ et al., 2000). Essa relação é atribuída, principalmente, ao fato de que 50 a 70 % de nitrogênio total das folhas ser integrante de enzimas (CHAPMAN; BARRETO, 1997) que estão associadas aos cloroplastos (STOKING; ONGUN, 1962).

O objetivo desse trabalho foi de avaliar o efeito de diferentes níveis de adubação nitrogenada em cobertura sobre o índice de clorofila nas folhas do milho.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. NITROGÊNIO NA CULTURA DO MILHO

Segundo Oliveira (2004), a concentração ideal de nitrogênio no tecido foliar e de 28 a 35 g kg<sup>-1</sup>. De acordo com as indicações de Sousa; Lobato (2004), para se produzir uma tonelada de grão, são necessários cerca de 20 kg de nitrogênio, o que corresponde a 180 kg ha<sup>-1</sup> do nutriente para uma produtividade de 9 t ha<sup>-1</sup>. Essa quantidade, normalmente, não pode ser suprida exclusivamente pelo solo.

A disponibilidade inadequada de nitrogênio para a cultura do milho pode refletir em baixas produtividades uma vez que este nutriente realiza importantes funções nos processos bioquímicos da planta, ele é constituinte de ácidos nucléicos, fitocromos, enzimas, coenzimas, proteínas e da molécula da clorofila (SOUZA; FERNANDES, 2006; TAIZ; ZEIGER, 2013). Conhecer as quantidades e épocas mais adequadas de fornecimento de nitrogênio é fundamental para aumento da produtividade da cultura, a fim de aumentar a eficiência desse nutriente (GOES et al., 2013; SCHLICHTING, et al., 2015, VON PINHO et al., 2010).

Em princípio, a maior eficiência pode ser alcançada melhorando-se a sincronização entre as aplicações de adubo nitrogenado e os estádios de maior demanda pelo milho, sobretudo na fase inicial (quatro folhas), época em que é definido o potencial produtivo da cultura (RITCHIE et al., 2003). Diversos indicadores da disponibilidade de nitrogênio no solo e na planta têm sido propostos, entretanto, os referentes à planta merecem destaque pela sua capacidade de integrar fatores condicionantes relacionados ao solo e ao ambiente (CANTARELLA, 2007). Em condições brasileiras, o monitoramento da disponibilidade de nitrogênio para o milho, utilizando a própria planta, tem envolvido principalmente leituras do teor relativo de clorofila nas folhas (ARGENTA et al., 2004; GODOY et al., 2007).

A matéria orgânica destaca-se como principal reserva de nitrogênio no solo, podendo ela estar associado cerca de 95% do nitrogênio total (BAYER; MIELNICZUK, 1997). É devido que, no Brasil, para definição da quantidade de nitrogênio nas adubações, consideram créditos de 20-30 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio disponível a cultura para cada 1% de MOS, ou 15 a 30 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, quando houver cultivo anterior de espécies recicladoras/fixadoras de nitrogênio ou ainda, 25 a 35 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, dependendo da relação carbono/nitrogênio da anterior, em razão da maior ou menor intensidade de imobilização de nitrogênio no sistema (VITTI et al., 2003).

A reserva de nitrogênio orgânico encontra-se sujeita a transformação por ação de microrganismos, sendo o aporte anual de nitrogênio via mineralização, cerca de 1% a 4% do nitrogênio orgânico total (BISSANI et al., 2004). Toda via a MOS abrange muitas moléculas heterogêneas, com variados graus de decomposição, onde se incluem diferentes compartimentos contendo nitrogênio e formas mais ou menos disponíveis (FREIRE et al., 2000).

A análise do teor de nitrogênio no tecido vegetal é um método eficiente para indicar o nível de nitrogênio na planta, no entanto, não permite a correção da deficiência do nutriente no ciclo (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000). Além de ser afetado por condicionantes ligados ao clima, ao relevo e ao manejo, o nitrogênio participa em diversas reações e possui diferentes formas no solo, apresentando dinâmica complexa, o que dificulta a avaliação da sua disponibilidade e recomendações precisas de fornecimento às culturas (RAIJ et al., 1997; AMADO et al., 2002).

Desse modo, as recomendações de adubação nitrogenada são norteadas por estimativas da capacidade de suprimento de nitrogênio pelo solo, pela expectativa de produtividade, teor de nitrogênio foliar e teor de matéria orgânica do solo, além de se mostrarem dependentes dos esquemas de sucessão/rotação de culturas (AMADO et al., 2002) e da eficiência de uso da fonte aplicada. Todavia, somente é possível diagnosticar visualmente a deficiência de nitrogênio na planta quando esta ocorre de forma aguda; isto é, quando, provavelmente, parte significativa da produção já estiver comprometida (FONTES, 2001).

## 2.2. MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE CLOROFILA

Teores elevados de nitrogênio nos tecidos das plantas, normalmente, estão relacionados com níveis elevados de clorofila e a altas taxas fotossintéticas (PIEKIELEK; FOX, 1992). A determinação da clorofila em tecidos vegetais é tradicionalmente realizada pela extração dos solutos foliares e posterior determinação espectrofotométrica, utilizando comprimentos de onda na região do vermelho do espectro de luz visível. A clorofila é um pigmento que reflete verde nas plantas e está diretamente associado com o potencial da atividade fotossintética, assim como o estado nutricional das plantas, geralmente, está associado com a quantidade e qualidade de clorofila (ZOTARELLI et al., 2003).

Esses pigmentos são responsáveis pela conversão da radiação luminosa em energia, em forma de ATP e NADPH. Por essa razão, são estreitamente relacionados com a eficiência

fotossintética das plantas e, conseqüentemente, ao seu crescimento e adaptabilidade a diferentes ambientes. A clorofila 'A' é o pigmento utilizado para realizar a etapa fotoquímica, o primeiro estágio do processo fotossintético. Os demais pigmentos auxiliam na absorção de luz e na transferência da energia radiante para os centros de reação, sendo assim chamados de pigmentos acessórios (BUCHANAN et al., 2000; TAIZ; ZEIGER, 2004).

Uma maior proporção relativa de clorofila b em plantas sombreadas é uma característica importante, pois possibilita a captação de energia de outros comprimentos de onda e transferência para uma molécula específica de clorofila a que efetivamente toma parte das reações fotoquímicas da fotossíntese (WHATLEY; WHATLEY, 1982). O uso da acetona 80%, simultaneamente com o processo de maceração e centrifugação, constitui-se um dos métodos mais difundidos para a quantificação de clorofilas e carotenóides (HISCOX; ISRAELSTAM, 1979).

Uma grande vantagem das medidas da refletância espectral de folhas é viabilizar, com rapidez, facilidade e baixo custo, uma alternativa para detectar o estado nutricional de nitrogênio em milho. A utilização de sensores nesse princípio para determinação do teor relativo de clorofila, constitui ferramenta prática na estimativa das necessidades de adubação nitrogenada (ARGENTA et al., 2001).

Nesse sentido foram desenvolvidos os medidores de clorofila portáteis, cujas leituras apresentam boas correlações com nitrogênio absorvidos pelas plantas. Dentre outros podem ser citados, como exemplo, o *sool-plantanalystsdevelopment*, ou SPAD que mede como um índice de intensidade da cor verde ou de concentração relativa de clorofila, a diferença de luz transmitida na folha por meio de dois detectores nos comprimentos de 650 a 940 nm (BLACKMER; SCHEPERS, 1995).

No Brasil o SPAD tem sido o clorofilômetro mais testado na avaliação do estado nutricional de nitrogênio em milho (GODOY et al., 2007; ARGENTA et al., 2004). As recomendações gerais para o milho indicam a tomada de 10 a 30 leituras, em 5 a 30 plantas realizando a medida no terço médio da primeira folha expandida a partir do ápice e considerando para registro a média dos valores lidos (ARGENTA et al., 2001).

Visto que numerosos fatores afetam a demanda e a resposta ao nitrogênio em cobertura, a dose requerida não pode ser definida de forma direta, com base apenas na leitura do clorofilômetro (CANTARELLA et al., 2004). Uma limitação para o caso do milho é que as leituras do clorofilômetro realizadas em estádios iniciais (anteriores ao estádio V6 antes de

seis folhas totalmente desenvolvidas) podem não ser consistentes para o diagnóstico nutricional de nitrogênio (ARGENTA et al., 2002).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Abadiânia, Goiás, na propriedade Agropecuária Capim Branco, possuindo as seguintes coordenadas geográficas, Latitude 16°11'54"S e Longitude 48°53'4"W, com altitude 1017m. O clima na região é classificado como Aw tropical, tem como pluviosidade média anual de 1441 mm, sendo o mês de setembro com temperatura média de 23°C mês mais quente do ano, e junho com temperatura média de 20°C sendo o mês com a temperatura mais baixa do ano, conforme Köpen-Geiger (CARDOSO et al., 2015). O solo é caracterizado como Latossolo Vermelho.

Análise de solo: Ca 2,5; Mg 0,9; Al 0,0; H+Al 2,6; K 0,49; K 191,0; S 2,8; Na 6,7; Zn 1,0; B 0,23; Cu 1,6; Fe 58,1; Mn 12,7

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, composto por cinco tratamentos e três repetições. As parcelas foram formadas com dez metros de comprimento por cinco metros de largura. O plantio foi realizado de forma mecanizada, o híbrido utilizada foi a AG8061 VTPRO2, e semeado em 08 de novembro de 2017. Neste trabalho, o experimento foi conduzido, sem aplicação de calcário previamente ao plantio.

O estado nutricional das plantas em relação ao nitrogênio foi monitorado por meio do índice de clorofila determinado pelo método da extração com acetona em dois estágios de desenvolvimento do milho e posteriormente foi realizada uma análise estatística. As variáveis respostas avaliadas foram: i) correlação entre clorofila A, B, total e massa fresca; ii) clorofila A; iii) clorofila B; e iv) clorofila total.

As coletas do índice de clorofila foram realizadas com 80 dias após a emergência (DAE), foram realizadas três leituras, em três plantas por parcela realizando a medida no terço médio da primeira folha expandida a partir do ápice e considerando para registro da parcela a média dos valores lidos segundo a metodologia aplicada por Argenta et al. (2001). Foram avaliadas quatro doses de nitrogênio (0%, 25%, 50%, 75% e 100%), aplicadas de forma continua em cada unidade experimental (300 kg ha<sup>-1</sup> de N), esta adubação foi realizada apenas em uma fase de desenvolvimento do milho.

As análises bioativas (Clorofila A, B e total) foram realizadas por meio da metodologia de Mackinney (1941) e Lichtenthaler (1987) com adaptações, com uma fração de aproximadamente 50 mg de amostra, por repetição. As amostras foram pesadas em balança de precisão, e imediatamente colocadas em *ependorfs* (volume: 3000µL) juntamente com 1500µL de acetona 80%, maceradas e armazenadas em refrigerador a temperatura de 2°C por 1



hora para extração dos pigmentos.

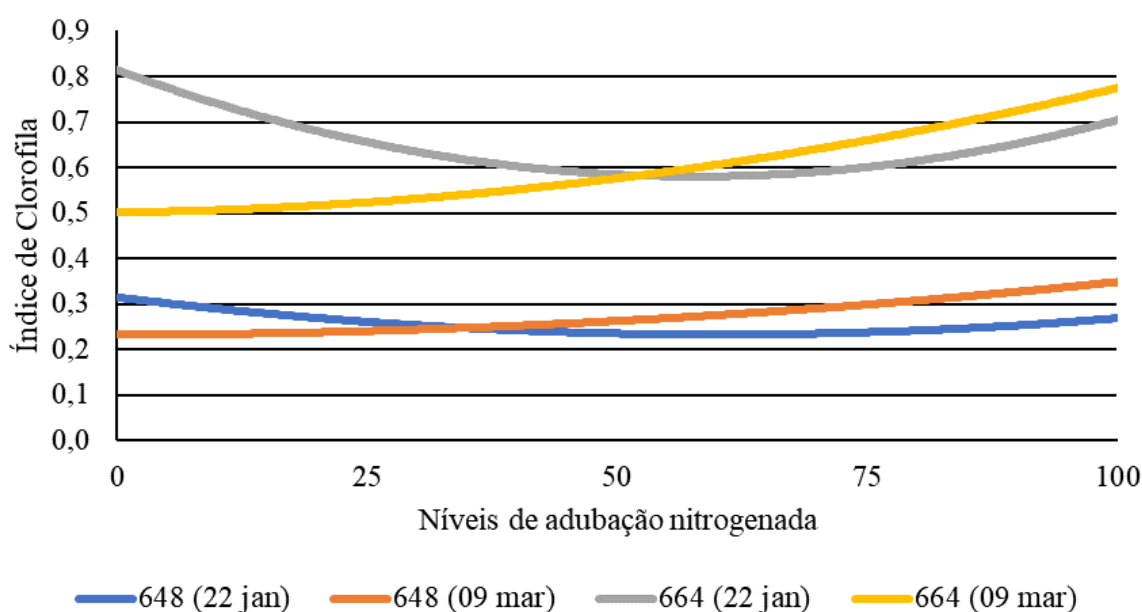
Após esse período, os frascos de *ependorfs* foram centrifugados em micro centrífuga, por 15 minutos a 13.400 rpm, sendo o sobrenadante colocado em tubos de ensaio envoltos em papel alumínio e refrigerados novamente, até que o procedimento seja repetido com a mesma amostra que foi retirado o sobrenadante, desde a etapa de adição de 1500 $\mu$ L de acetona 80% na amostra e posterior centrifugação. Totalizando 3000 $\mu$ L colocados em cubetas e procedidos às leituras de absorvâncias em espectrofotômetro, com comprimentos de onda de 470, 648 e 664 nm. Os resultados obtidos foram expressos em mg de clorofila e carotenóides por g de matéria fresca, segundo as equações, em que:

- $C_a$  = Clorofila a ( $\text{mg g}^{-1}$ );  $C_b$  = Clorofila b ( $\text{mg g}^{-1}$ );  $C_T$  = Clorofila Total  $C_a + C_b$  ( $\text{mg g}^{-1}$ );  $C_{x+c}$  = Carotenoides ( $\text{mg g}^{-1}$ );  $A_{648}$  = absorvância em 648 nm;  $A_{664}$  = absorvância em 664 nm;  $A_{470}$  = absorvância em 470 nm; DW = Peso seco do tecido vegetal extraído (mg).

Para a obtenção dos dados estatísticos foi realizado a Regressão Funcional, por meio do programa Excel.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A resposta do índice de clorofila (IC) aos níveis de adubação estão dispostos no gráfico da figura 1, constando as duas faixas de absorvância das clorofilas A e B. Na Tabela 1 constam as equações das curvas e os respectivos valores de regressão ( $R^2$ ). As avaliações estatísticas por meio da análise de variância não apresentaram diferença entre as médias dos tratamentos dentro de cada análise, visto que o número de repetições foi abaixo do necessário para maior precisão, inversamente proporcional ao coeficiente de variação.



**Figura 1.** Resposta do Índice de Clorofila a cinco níveis de adubação no cultivo de milho, no município de Anápolis/GO durante a safra 2017/18.

No resultado gráfico obtido por meio das equações de segundo grau, observa-se que a clorofila B com absorvância de 664  $\eta\text{m}$  na segunda leitura apresentou maior resposta proporcional aos níveis de adubação nitrogenada, em contraposição à resposta obtida na leitura anterior. O mesmo comportamento de variação foi verificado para a clorofila A, com 648  $\eta\text{m}$  de absorvância.

Este comportamento de decréscimo na primeira leitura e acréscimo na segunda leitura pode ser justificado em função da soma dos efeitos de bloco e tratamento. Visto que os níveis de adubação nitrogenada apresentarão resultados após a adubação da cobertura, em

nível de teor de clorofila nas folhas. Proporcionalmente às atividades fotossintética e respiratória.

Sousa et al. (2016) corroboram com as informações obtidas no presente experimento, ao ressaltar que o índice de clorofila evolui ao longo do ciclo fenológico. Apesar de ressaltar que há um máximo no aumento do índice de clorofila na fase V7, afirmam também que este indicador é crescente ao longo do cultivo do milho. Quando se correlacionam com a adubação nitrogenada, a clorofila passa a responder de forma proporcional e direta à fertilidade do solo.

A clorofila é um indicador de nutrição das plantas e absorção de nitrogênio. Visto que correlacionou positivamente com as respostas de outras variáveis produtivas. Entretanto, verifica-se que a adubação inorgânica via solo é incapaz de suprir completamente a demanda da cultura do milho pela adubação nitrogenada (MORTATE et al, 2018).

Em outros cultivos, como no feijoeiro, o índice de clorofila avaliado por meio do clorofilômetro em campo é um indicador da suficiência na adubação nitrogenada. Visto que para essas culturas, também foi verificada correlação positiva entre as avaliações de clorofila com rendimentos produtivos e componentes de produção (SILVEIRA et al, 2016).

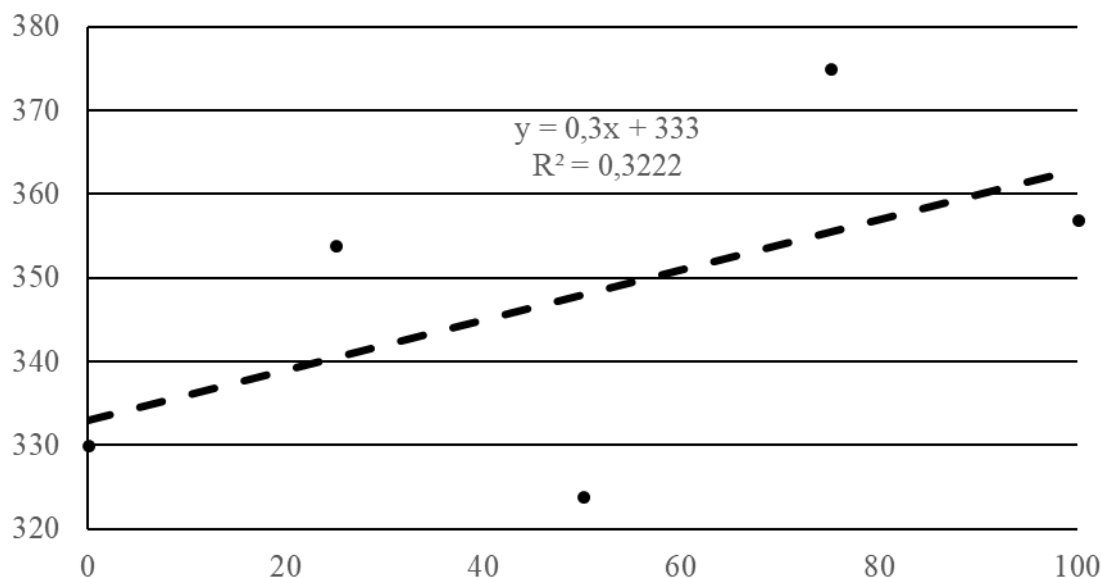
Martins et al. (2018) afirmam que há completa correlação entre índice de clorofila obtido por meio do clorofilômetro, fatores produtivos e morfológicos no cultivo de milho verde. Verificou também que há evolução positiva na resposta da clorofila ao longo do ciclo. Assim como, correspondência positiva entre os níveis de adubação nitrogenada e os diversos indicadores produtivos e morfológicos avaliados.

Os valores de regressão obtidos indicam uma semelhança na variabilidade das leituras obtidas, na distância para a curva média. Visto que os valores de R<sup>2</sup> estão próximos, verifica-se que há uma semelhança no comportamento médio das curvas, assim como na resposta dos níveis de absorbância nas duas leituras, o que se confirma pelo sentido do valor de B nas equações quadráticas descritas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Equações e respectivos valores de regressão (R<sup>2</sup>) das curvas de índice de clorofila em resposta à adubação nitrogenada. Em cultivo de milho desenvolvido no município de Anápolis/GO, durante a safra 2017/18.

AVALIAÇÃO	EQUAÇÃO	R <sup>2</sup>
648 (22 jan)	$y = 2E-05x^2 - 0,0027x + 0,3143$	0,7766
648 (09 mar)	$y = 1E-05x^2 + 7E-05x + 0,2316$	0,6534
664 (22 jan)	$y = 7E-05x^2 - 0,0081x + 0,8142$	0,7298
664 (09 mar)	$y = 2E-05x^2 + 0,0003x + 0,5009$	0,7221

Na figura 2, verifica-se a resposta da massa seca de milho em resposta a evolução positiva dos níveis de adubação nitrogenada. Observa-se correlação direta entre os incrementos em matéria seca e os níveis de adubação. A escolha pela aproximação linear ocorreu em função da semelhança entre a equação quadrática e linear.



**Figura 2.** Massa Seca de milho em resposta a cinco níveis de adubação no cultivo de milho, no município de Anápolis/GO durante a safra 2017/18.

Silva et al. (2016) e Szilagyi-Zecchin et al. (2017) concordam com o presente trabalho quando analisam as respostas do milho com matéria seca acumulada na planta, em resposta a níveis de adubação e absorção de nitrogênio, com adubação química e inoculação, respectivamente. O acúmulo de matéria seca é esperado, visto que o teor crescente de nitrogênio favorece a formação de proteínas, enzimas e ácidos nucleicos. Com a formação dessas macromoléculas, ocorrerá maior desenvolvimento de tecidos, pois a espécie *Zea mays* possui fisiologia de fixação de carbono C4.

Franco et al (2015) ressalta que essa expectativa de resposta linear entre o acúmulo progressivo de matéria seca e os níveis de adubação nitrogenada também é aplicável a outras espécies de gramíneas, inclusive com modelo de fixação C3. Visto que analisou este modelo experimental sobre a espécie *Uruchoa brizantha*, encontrando respostas semelhantes ao cultivo de milho. Inclusive nesse caso, verificou maior disponibilidade de massa fresca com objetivo de alimentação animal.

## **5. CONCLUSÕES**

É possível inferir que existe correlação positiva entre os níveis de adubação nitrogenada, acúmulo de massa seca nas folhas e índice de clorofila nos dois níveis de absorvância. Ao produtor, estes resultados indicam que apesar da baixa capacidade de suprimento total da necessidade de nitrogênio pelo cultivo de milho, é viável diversificar as formas de disponibilidade nutricional, assim como atender o máximo da demanda nutricional do cultivo, no que se refere ao nitrogênio.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMADO, T. J. C.; MIELNIZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo sob sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 1, 2002.

ARGENTA, G. **Monitoramento do nível de nitrogênio na planta como indicador da adubação nitrogenada em milho**. Tese de Doutorado. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 112p. 2001.

ARGENTA, G.; DA SILVA, P. R. F.; MIELNICZUK, J.; BORTOLINI, C. G. Parâmetros de planta como indicadores do nível de nitrogênio na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 4, p. 519-527, 2002.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; SANGOI, L. Leaf relative chlorophyll content as an indicator parameter to predict nitrogen fertilization in maize. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p. 1379-1387, 2004.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Nitrogênio total de um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 21, n. 2, p. 235-239, 1997.

BISSANI, C.A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M.J.; CAMARGO, F.A.O. Fertilidade dos solos e manejo de culturas. **Porto Alegre: Gênese**, 2004.

BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S. Techniques for monitoring crop nitrogen status in corn. **Communications in soil science and plant analysis**, v. 25, n. 9-10, p. 1791-1800, 1994.

BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S. Use of a chlorophyll meter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn. **Journal of production agriculture**, v. 8, n. 1, p. 56-60, 1995.

BOOIJ, R.; VALENZUELA, J. L.; AGUILERA, C. Determination of crop nitrogen status using non-invasive methods. In: HAVERKORT, A.J.; MACKERRON, D.K.L. (Eds.). **Management of nitrogen and water in potato production**. The Netherlands, WageningenPers, p.72-82. 2000.

BUCHANAM, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry & molecular biology of plants**. Rockville, MD: American Society of Plant Physiologists, 2000.

CANTARELLA, H.; DUARTE, A. P.; GALVÃO, J.; MIRANDA, G. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. **Tecnologias de produção do milho**. Viçosa: UFV, p. 139-182, 2004.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: Novaes, R.F.; Alvares V.; V.H.; Barros, N.F.; Fontes, R.L.F.; Cantarutti, R.B.; Neves, J. C. L. (Org.). **Fertilidade de solo**. Viçosa, MG: SBCS, 2007.

- CHAPMAN, S.C.; BARRETO, H.J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, 89:557-562, 1997.
- DWYER, L. M.; TOLLENAAR, M.; HOUWING, L. A nondestructive method to monitor leaf greenness in corn. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 71, n. 2, p. 505-509, 1991.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho para silagem. FANCELLI, AL; DOURADO NETO, D. Produção de milho. **Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária**, p. 336-337, 2000.
- FONTES, P. C. R. Diagnóstico do estado nutricional das plantas. **Viçosa: UFV**, 122p. 2001.
- FRANCO, Y. M.; NEVES, F. M.; SOBRINHO, J. C. D.; SANTOS, P. R. S.; PEREIRA, L. M.; SANTOS, A. J. M. Adubação nitrogenada em pastagem de Urochloa brizantha CV. Paiguás: recuperação de nitrogênio e eficiência na produção de forragem. **In: Anais do Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG (CEPE)** (ISSN 2447-8687). 2015.
- FREIRE, F. M.; VASCONCELLOS, C. A.; FRANÇA, G. E. de. Manejo da fertilidade do solo em sistemas plantio. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 2000.
- GOES, R. J.; RODRIGUES, R. A. F.; TAKASU, A. T.; ARF, O. Características agrônomicas e produtividade do milho sob fontes e doses de nitrogênio em cobertura no inverno. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 3, p. 250-259, 2014.
- GODOY, L. J. G.; SOUTO, L. S.; FERNANDES, D. M.; VILLA BOAS, R. L. Uso do clorofilômetro no manejo da adubação nitrogenada para milho em sucessão a pastagem de *Brachiaria decumbens*. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2007.
- HAWKINS, J. A.; SAWYER, J. E.; BARKER, D. W.; LUNDEVALL, J. P. Using relative chlorophyll meter value to determine nitrogen application rates for corn. **Agronomy Journal**, v.99, p.1034-1040, 2007.
- HISCOX, J. D. T.; ISRAELSTAM, G. F. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. **Canadian journal of botany**, v. 57, n. 12, p. 1332-1334, 1979.
- LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigment photosynthetic biomembranes. **Methods Enzymol.**, San Diego, v.148, p. 362-385, 1987.
- MA, B. L.; DWYER, L. M. Determination of nitrogen status in maize senescing leaves. **Journal of plant nutrition**, v. 20, n. 1, p. 1-8, 1997.
- MORTATE, Roberto Kennedy et al. Resposta do milho (Zea mays L.) à adubação foliar e via solo de nitrogênio. REVISTA DE AGRICULTURA NEOTROPICAL, v. 5, n. 1, p. 1-6, 2018.**
- MARTINS, J. B.; ILARIA, F. R.; DOS SANTOS, C. M. M.; DA SILVA, A. G.; MACIEL, M. A.; SILVA, N. F.; RODRIGUES, F. Análise biométrica de famílias de meios-irmãos de milho verde visando a eficiência no uso de nitrogênio. **In: Anais do Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG (CEPE)** (ISSN 2447-8687). 2018.

MCKINNEY, G. Absorption of light by chlorophyll solutions. **Journal Biology Chemistry** 140: 315-322. 1941.

PIEKIELEK, W. P.; FOX, R. H. Use of a chlorophyll meter to predict side dress nitrogen requirements for maize. **Agronomy Journal**, 84:59-65, 1992.

OLIVEIRA, S. A. de. Análise foliar. **Cerrado: correção do solo e adubação**, v. 2, p. 245-256, 2004.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997.

RAMBO, L.; DA SILVA, P. R. F.; STRIEDER, M. L.; DELATORRE, C. A.; BAYER, C.; ARGENTA, G. Adequação de doses de nitrogênio em milho com base em indicadores de solo e de planta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.401-409, 2008.

SCHLICHTING, A.F., SILVA, E. M. B.; SILVA, M.C; SOUZA, W. P.; SILVA, T. Y. J. A.; FARIAS, L. N. Efficiency of portable chlorophyll meters in assessing the nutritional status of wheat plants. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 19, n. 12, p. 1148-1151, 2015.

SILVA, P. C.; COSTA, R. A.; MARTINS, Y. A.; DE MOURA ALVES, P.; BARBOSA, K. F. Uso de diferentes doses de uréia polimerizada na cultura do milho. **Jornada Acadêmica da UEG Campus Santa Helena de Goiás**, v. 5, n. 1, 2016.

SMEAL, D.; ZHANG, H. Chlorophyll meter evaluation for nitrogen management in corn. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 25:1495-1503, 1994.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. In: SOUSA, D.M.G.; E. (Ed). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, GO: Embrapa Cerrados, 2004.

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. FERNANDES, MS Nutrição mineral de plantas. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, p. 215-252, 2006.

SILVEIRA, P. M.; DE BRITO FERREIRA, E. P. Índice de Suficiência de Nitrogênio Determinado pelo Clorofilômetro em Feijão Inoculado com Rizóbio e sob Adubação Nitrogenada. **Embrapa Arroz e Feijão-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2016.

SOUSA, Ricardo et al. LEITURAS DE CLOROFILA E TEORES DE N EM FASES FENOLÓGICAS DO MILHO. In: Colloquium Agrariae. 2016. p. 57-63.

STOKING, C. R.; ONGUN, A. The intracellular distribution of some metallic elements in leaves. **American Journal of Botany**, 49:284-289, 1962.



SZILAGYI-ZECCHIN, V. J.; MARRIEL, I. E.; DA SILVA, P. R. F. Produtividade de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* em diferentes doses de nitrogênio cultivado em campo no Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 4, p. 110-119, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução de SANTARÉM ER. et al. 3.ed. Porto Alegre: Artmed. 719 p. 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal 5ªed. **Porto Alegre: Editora Artmed**, 2013.

TURNER, F. T.; JUND, M.F. Chlorophyll meter to predict nitrogen topdress requirement for semidwarf rice. **Agronomy Journal**, v. 83, n. 5, p. 926-928, 1991.

VITTI, G.; TEIXEIRA, L.; BARROS JÚNIOR, M. C.; FANCELLI, A.; DOURADO NETO, D. Diagnóstico da fertilidade do solo e adubação para alta produtividade de milho. **Milho: estratégias de manejo para alta produtividade**. Piracicaba: Esalq, p. 174-197, 2003.

VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D.; PEREIRA, J. L. D. A. R.; DOS REIS, M. C. Marcha de absorção de macronutrientes e acúmulo de matéria seca em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 8, n. 02, 2010.

WHATLEY, J. M.; WHATLEY, F. R. **A luz e a vida das plantas**. EPU: EDUSP, 1982.

ZOTARELLI, L.; CARDOSO, E. G.; PICCINI, J. L.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; TORRES, E.; ALVES, B. J. R. Calibração do medidor da clorofila Minolta SPAD-502 para avaliação do conteúdo de nitrogênio do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 9, p. 1117-1122, 2003.