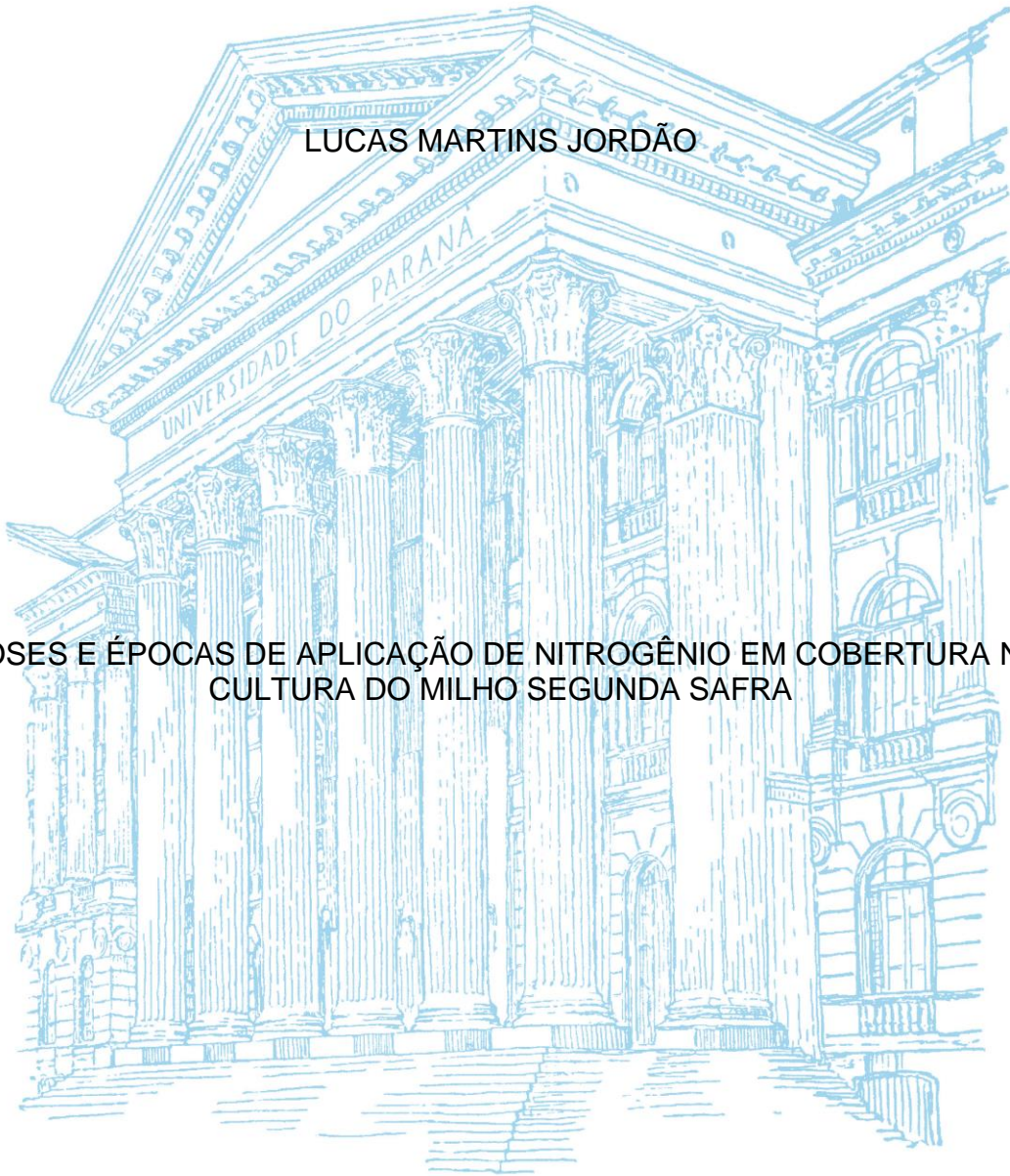


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUCAS MARTINS JORDÃO

DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NA  
CULTURA DO MILHO SEGUNDA SAFRA



PALOTINA

2017

LUCAS MARTINS JORDÃO

DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NA  
CULTURA DO MILHO SEGUNDA SAFRA

Trabalho apresentado como requisito parcial à  
obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo da  
Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina.

Orientador: Prof. Dr. Laércio Augusto Pivetta

PALOTINA

2017

TERMO DE APROVAÇÃO

LUCAS MARTINS JORDÃO

DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO NA CULTURA DO MILHO SEGUNDA SAFRA

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Eng. agrônomo, no curso de graduação em Agronomia, pela seguinte banca examinadora:



Prof. Dr. Laércio Augusto Pivetta  
Orientador – Departamento de Ciências Agronômicas  
Setor Palotina, UFPR.



Prof. Dr. Augusto Vaghetti Luchese  
Departamento de Ciências Agronômicas  
Setor Palotina, UFPR.



Prof. Dr. Leonardo Paiola Abrecht  
Departamento de Ciências Agronômicas  
Setor Palotina, UFPR.

Palotina, 04 de julho de 2017

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente, por ter me ajudado a caminhar em mais esse desafio e pedir que me ajude a enfrentar os que estão por vir. Agradeço também a minha família e minha namorada que me ajudaram e contribuíram para a realização de mais um sonho, aos meus pais Altair Azevedo Jordão e Eliete Martins de Jordão, à minha na morada Mônica Gabrieli Camilo, ao meu irmão e minha cunhada Gilberto Carlos Jordão e Bianca Lunardi que me proporcionaram um lindo sobrinho Nicolas Lunardi Jordão. Aos meus avós que tanto amo Alair Jordão e Ilza Azevedo Jordão, Wilson Martins de Souza (*In memoriam*) e Geralda do Carmo de Souza. Aos meus tios Ademir Jordão e Jacira Basseto Jordão, Milton Barbosa e Eliete Jordão Barbosa, Júlio César Jordão e Leiva Braga Jordão, Cristine Azevedo Jordão e Marciel Silva de Souza. Aos meus primos irmãos Eder Basseto Jordão e Roberta Scandolaro Vissotto Jordão, Jaime Hanauer e Michele Cristina Jordão, Davi de Souza Jordão, Guilherme Jordão Hanauer, Julia Heloísa Braga Jordão.

Ao meu orientador, professor Dr. Laércio Augusto Pivetta que contribuiu grandemente não só para que este trabalho fosse realizado, mas com os ensinamentos em sala de aula com o seu comprometimento, dedicação, humildade, empenho, que ajudaram em minha formação.

A Universidade Federal do Paraná e os professores que contribuíram para minha formação, cada um foi de grande importância para nos repassar os seus conhecimentos.

A todos meus amigos que fiz dentro e fora da universidade, que foram responsáveis por grandes momentos vividos na minha vida e que contribuíram para minha formação, são eles Henrique Jasper Sassi, Lucas Antunes Jasper, Eduardo Jasper Sassi, Marcelo Cassol, Mateus Dalpubel Mattiuzzi, Felipe Nunes Da`col, Maikon Yamada Daniussi, Claudinei Capelle, e aos demais colegas da quinta turma de Agronomia.

## RESUMO

O nitrogênio é o nutriente mais exigido e limitante da cultura do milho, sendo necessária a complementação desse elemento com fertilizantes minerais. A fertilização com nitrogênio possui elevado custo, sendo necessário definir as doses e os estádios de aplicação, visando melhor aproveitamento pela cultura. Objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito de doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho segunda safra. O experimento foi realizado no município de Nova Aurora - PR, em um Latossolo Vermelho eutroférico, muito argiloso. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados em arranjo fatorial 5 x 3, sendo cinco doses de N em cobertura (0, 17, 67, 117 e 167 kg ha<sup>-1</sup> de N) e três estádios de aplicação (V2, V4 e V6), com quatro repetições. A fonte utilizada foi a ureia. Não ocorreu interação significativa dos estádios de aplicação e doses de N para nenhuma variável. A aplicação de N em V2 demonstrou ser o mais indicado, apresentando maior produtividade de grãos em relação à aplicação em V4. As doses de N apresentaram efeito linear crescente na altura de inserção da espiga, número de grãos por fileira, massa de mil grãos, teor foliar de N e produtividade de grãos. Uma vez que os incrementos foram de pequena magnitude, a aplicação de N em cobertura se mostrou inviável economicamente. Isso pode ter ocorrido pelo alto teor de matéria orgânica e pela adequada adubação nitrogenada de base.

Palavras-Chave: Nitrogênio. Ureia. Fertilizante. Estádio. Dose.

## ABSTRACT

Nitrogen is the most required and limiting to maize crop, being necessary the complementation of this nutrient with mineral fertilizers. The nitrogen fertilization is highly costly, being necessary to define the application rates and crop stages, aiming a better utilization by the crop. The aim of this work was to evaluate the effect of nitrogen rates and stages of application on the late season maize crop. The experiment was carried out in Nova Aurora-PR, in an Oxisol with very clayey texture. The experimental design was a randomized blocks with factorial arrangement 5x3, being five N rates in side dressing (0, 17, 67, 117, and 167 kg ha<sup>-1</sup> of N) and three maize stages (V2, V4, and V6), with four replications. It was used the urea as source. There was no significant interaction of stages and rates to none of the variables. The side dressing at V2 it was more indicated, showing higher grain yield related to V4. The N rates showed positive linear effect on ear insertion height, ear row numbers, thousand grain mass, N foliar content, and grain yield. Since that the improvements were of small magnitude, the N side dressing showed to be economically unviable. This can be due to the high soil organic matter and suitable N rate at maize sowing.

Keyword: Nitrogen. Urea. Fertilizer. Stage. Dose.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1 – PRECIPITAÇÃO DURANTE A CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO, COM AS INDICAÇÕES DA SEMEADURA, APLICAÇÕES DE UREIA (V2, V4 E V6) E COLHEITA. .... | 14 |
| FIGURA 2 – ALTURA DE INSERÇÃO DA ESPIGA DO MILHO EM FUNÇÃO DA DOSE DE NITROGÊNIO APLICADO EM COBERTURA.....                                   | 17 |
| FIGURA 3 – NÚMERO DE GRÃOS POR FILEIRA DAS ESPIGAS DO MILHO EM FUNÇÃO DA DOSE DE NITROGÊNIO APLICADO EM COBERTURA. ...                        | 18 |
| FIGURA 4 – MASSA DE MIL GRÃOS DO MILHO EM FUNÇÃO DA DOSE DE NITROGÊNIO APLICADO EM COBERTURA.....   | 18 |
| FIGURA 5 – TEOR FOLIAR DE N DO MILHO EM FUNÇÃO DA DOSE DE NITROGÊNIO APLICADO EM COBERTURA.....   | 19 |
| FIGURA 6 – PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DO MILHO EM FUNÇÃO DA DOSE DE NITROGÊNIO APLICADO EM COBERTURA.....   | 20 |
| FIGURA 7 – NECROSE EVIDENCIADAS POR ALTAS DOSES DE N. ....  | 21 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| TABELA 1 – CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO, NA CAMADA 0,0 A 0,2 M, ANTES DA INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO. ....   | 13 |
| TABELA 2 – PARÂMETROS AVALIADOS NA CULTURA DO MILHO SAFRINHA COM A APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM COBERTURA..... | 16 |

## SUMÁRIO

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1.</b> | <b>INTRODUÇÃO REFERENCIADA .....</b>         | <b>9</b>  |
| <b>2.</b> | <b>OBJETIVOS .....</b>                       | <b>12</b> |
| 2.1       | OBJETIVO GERAL .....                         | 12        |
| <b>3.</b> | <b>METODOLOGIA.....</b>                      | <b>13</b> |
| 3.1       | DESCRIÇÃO DO LOCAL .....                     | 13        |
| 3.2       | DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS..... | 13        |
| 3.3       | AVALIAÇÕES.....                              | 14        |
| <b>4.</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>           | <b>16</b> |
| <b>5.</b> | <b>CONCLUSÃO.....</b>                        | <b>23</b> |
| <b>6.</b> | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>      | <b>24</b> |

## 1. INTRODUÇÃO REFERENCIADA

O milho (*Zea mays L.*) é atualmente o cereal mais cultivado em todo o mundo, isso devido à grande capacidade de potencial produtivo e a sua utilidade em diversos seguimentos da indústria, tanto para consumo humano e quanto para o consumo animal.

Em relação a produção brasileira de milho na safra 2014/2015, juntamente as duas safras de verão e segunda safra, teve um acréscimo de cerca de 5,8% em relação à safra 2013/2014, produzindo aproximadamente 84.792,2 milhões de toneladas, apresentando uma produtividade média de 5.382 kg ha<sup>-1</sup>. A primeira safra 2014/2015 de milho apresentou produtividade média de 4.898 kg ha<sup>-1</sup> e a segunda safra cerca de 5.716 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2015). Com esses dados, pode-se notar a importância que a segunda safra de milho se tornou em relação a produção brasileira desse produto, sendo responsável pela maior produtividade e maior produção em relação a primeira safra.

O nitrogênio (N) é o nutriente mineral mais exigido pela cultura do milho, sendo conseqüentemente o nutriente mais limitante para alta produtividade de grãos dessa cultura, para obter elevadas produtividades é necessário o uso de adubação nitrogenada visando a complementação além da quantidade fornecida pelo solo (LEMAIRE e GASTAL, 1997). Assim, para realizar a adubação nitrogenada corretamente é necessário levar em consideração a produtividade de grãos esperada e o teor de matéria orgânica presente no solo (RODRIGUES e FUJIHARA, 2013). Para cada tonelada de grãos de milho produzido são requeridos cerca de 20 a 28 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (ARGENTA *et al.*, 2002), correspondendo a aproximadamente 75% do N extraído (COELHO e FRANÇA, 1995). Conforme Coelho e França (1995) na cultura do milho os maiores picos de absorção de nitrogênio são as fases vegetativas e reprodutivas e menor absorção entre a emissão do pendão e começo da formação da espiga.

Andrade *et al.* (2003) afirmam que o nitrogênio possui grande importância no metabolismo dos vegetais, por ser responsável pela biossíntese de proteínas e clorofilas. Segundo Melgar *et al.* (1991), o nitrogênio é um dos nutrientes que mais pode contribuir para maiores produções na cultura do

milho. O N apresenta papel estrutural no metabolismo da planta, fazendo composição de moléculas essenciais para a planta e assim sendo um limitador para maiores produtividades (MEIRA, 2006). Bull (1993) cita que o N além de constituir moléculas de proteína, enzima, coenzimas, ácidos nucleicos e citocromos, da mesma forma tem grande função como integrante da molécula de clorofila, participando assim, diretamente na divisão e expansão celular.

A aplicação de nitrogênio feita de forma errônea pode contribuir para a redução das respostas potenciais e aumentar significativamente os custos da cultura do milho, assim, gerando perdas em produtividade e diminuindo o lucro do produtor, pois a adubação nitrogenada corresponde a um dos maiores custos de produção do milho. Muitos fatores afetam a eficiência da fertilização nitrogenada no milho, como a dose, o estágio da cultura, a fonte, a forma de aplicação, as condições ambientais, entre outras.

Um dos principais problemas para que a adubação nitrogenada seja feita no cultivo de milho segunda safra é o custo desse manejo, já que a rentabilidade na segunda safra é menor, sendo que os riscos com os fatores climáticos são maiores. Em cultivos de milho segunda safra pode ocorrer economia de fertilizantes nitrogenados, considerando que geralmente na safra de verão é cultivada a soja, deixando relativa quantidade de nitrogênio nos resíduos culturais. Outro fator que pode contribuir para o suprimento de N na cultura do milho é o teor de matéria orgânica no solo.

Bull (1993) ressalta que grande parte de experimentos realizados com doses e épocas de aplicação de N que resultaram serem superiores, são cerca de 30 kg ha<sup>-1</sup> de N no sulco de semeadura e 90 a 120 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura entre 30 e 45 dias após a emergência das plantas, com dose total de 120 a 150 kg ha<sup>-1</sup> de N. Soares (2003) em experimento de milho semeado na safra de verão conduzido em Piracicaba - SP na safra agrícola 2000/2001, com utilização de N na forma de ureia no estágio V5, constatou que a dose de 202,6 kg ha<sup>-1</sup> de N proporcionou a máxima produtividade de grãos que foi de 9.182 kg ha<sup>-1</sup>.

A adubação nitrogenada na cultura do milho no Brasil é feita muitas vezes de forma parcelada, com uma dose menor no plantio (cerca de 30% ou menos do total geralmente) e o restante da adubação em cobertura. Os motivos para ser feito esse manejo são o de evitar excesso de sais no sulco de

semeadura e reduzir a perda de N por lixiviação de nitrato (GALVÃO e MIRANDA, 2008). Quando a dose de N em cobertura é alta recomenda-se o parcelamento para maior eficiência do fertilizante. Meira (2006) reitera que doses de N na semeadura do milho aumentaram, passando de 10 a 20 kg ha<sup>-1</sup> para 30 a 40 kg ha<sup>-1</sup>, devido especialmente ao aumento da produtividade esperada e à constatação da influência desse nutriente nos primeiros estádios de desenvolvimento da cultura. Por isso, é necessário a realização de experimentos que avaliem a interação estágio e dose de aplicação.

De acordo com Hanway (1971) o potencial produtivo da cultura do milho já começa a ser definido no início do crescimento vegetativo, quando há rápido aumento da expansão foliar. É necessária assim, ampla disponibilidade de N desde os primeiros estádios de desenvolvimento, para que ocorra maior crescimento, tornando a área foliar maior, proporcionando maior fotossíntese e, conseqüentemente, maior produtividade.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho segunda safra.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL

O presente experimento foi realizado no município de Nova Aurora - PR, no distrito de Palmitópolis (Latitude 24°32'14.79"S, Longitude 53°21'27.37"O). A área está localizada a 495 metros de altitude e o solo predominante é o Latossolo Vermelho eutroférico, textura muito argilosa.

TABELA 1 – CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO, NA CAMADA 0,0 A 0,2 M, ANTES DA INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.

| P                   | C                  | M.O                | pH                | K     | Ca   | Mg   | H+Al                                     | Al   | SB    | CTC   | V     |
|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------|------|------|--|------|-------|-------|-------|
| mg dm <sup>-3</sup> | g dm <sup>-3</sup> | g dm <sup>-3</sup> | CaCl <sub>2</sub> | ----- |      |      | cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ----- |      |       | %     |       |
| 24,82               | 17,85              | 30,70              | 5,40              | 0,64  | 7,59 | 2,29 | 5,35                                     | 0,00 | 10,52 | 15,87 | 66,29 |

A área vinha sendo cultivada por dez anos pela sucessão soja e milho, sendo que no último inverno foram cultivados o trigo e a soja, sempre em sistema de semeadura direta.

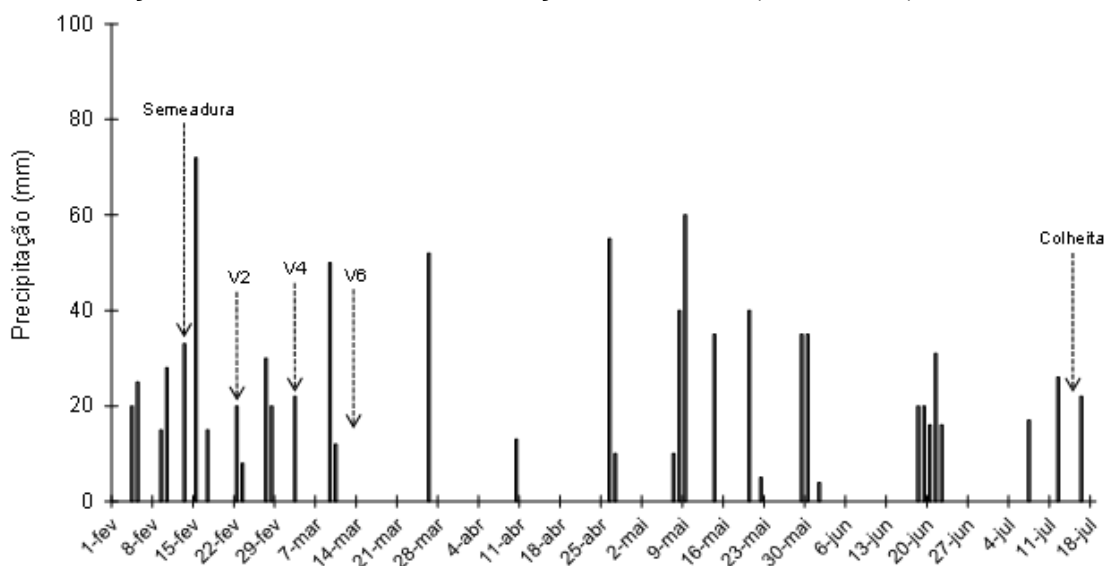
#### 3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento utilizado foi o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 3, sendo cinco doses de N em cobertura e três épocas de aplicação, com quatro repetições. As doses foram 0, 17, 67, 117 e 167 kg ha<sup>-1</sup> de N, que sendo somados à dose de N na base totalizaram 33, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de N, utilizando a ureia como fonte. As épocas de aplicação foram de acordo com as fases fenológicas do milho V2, V4 e V6. Todas as aplicações foram feitas ao entardecer. A aplicação em V2 foi realizada no dia 20/02, com uma precipitação de 20 mm no dia seguinte; a aplicação em V4 foi realizada no 03/03, com uma precipitação de 22 mm no mesmo dia e; a aplicação em V6 foi realizada no dia 13/03, sendo que a próxima precipitação ocorreu apenas no dia 26/03 (Figura 1).

As unidades experimentais tinham dimensões de 5 x 5 m, totalizando 25 m<sup>2</sup>. O híbrido de milho semeado foi o Dekalb 290 PRO 3 de ciclo precoce, com característica de alta sanidade. A semeadura foi realizada no dia 13 de

fevereiro de 2016, com espaçamento de 0,45 m entre linhas e população de 55 mil plantas por hectare. A adubação utilizada na linha de semeadura foi de 330 kg ha<sup>-1</sup> do formulado (NPK) 10-15-15, totalizando 33 kg ha<sup>-1</sup> de N, 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

FIGURA 1 – PRECIPITAÇÃO DURANTE A CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO, COM AS INDICAÇÕES DA SEMEADURA, APLICAÇÕES DE UREIA (V2, V4 E V6) E COLHEITA.



FONTE: O autor (2017)

O controle de plantas daninhas foi realizado antes da semeadura do milho com a dessecação da soja, onde foi utilizado o produto Gramoxone (Paraquat) 2 Lha<sup>-1</sup>. Para o controle de plantas daninhas em pós-emergência aplicou-se Primóleo (Atrazina) 2 L ha<sup>-1</sup> e duas aplicações de ZappQi 620 (Glifosato Potássico) 2 L ha<sup>-1</sup>. Para o controle de pragas foram realizadas três aplicações principalmente para o controle do percevejo-barriga-verde (*Dichelops melacanthus*), com duas aplicações de Engeo Pleno (Tiametoxam + Lambda-Cialotrina) 250 mL ha<sup>-1</sup>. Para controle de doenças foi utilizado o fungicida Piori Xtra (Estrobilurina + Triazol) 300 mL ha<sup>-1</sup> em duas aplicações.

### 3.3 AVALIAÇÕES

Na fase do aparecimento da inflorescência feminina foram coletadas aleatoriamente cinco folhas opostas e abaixo da espiga, separando-se o terço

médio destas folhas para secagem e posterior determinação do teor de N em laboratório. Nesta mesma fase foram avaliados o diâmetro de colmo e a altura de inserção da espiga superior. Estas medidas foram feitas em cinco plantas por parcela.

No ponto de colheita, foram retiradas as espigas manualmente da área útil da parcela (6,75 m<sup>2</sup>) para avaliação da produtividade de grãos, massa de 1.000 grãos, número de grãos por fileira e número de fileiras. Para o número de fileiras foram avaliadas cinco espigas por parcela. Após a contagem, foi realizada a trilha do milho com debulhadora manual. Dos grãos trilhados, quatro amostras de 100 grãos foram retiradas para a determinação da massa de 1000 grãos. Os grãos trilhados foram pesados e a umidade foi determinada em medidor de umidade digital para posterior correção a 13% na base úmida, para determinação da produtividade.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, para épocas de aplicação, e análise de regressão, para doses de N em cobertura, ambas a 5% de probabilidade.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa dos estádios de aplicação e doses para nenhuma das variáveis. Para diâmetro de colmo não houve efeito dos tratamentos (Tabela 2). Conforme Dartora *et al.* (2013), o diâmetro de colmo pode estar relacionado com a produção de grãos, pois o colmo armazena sólidos solúveis fazendo com que haja melhor enchimento de grãos, servindo como reserva de energia para a planta em caso de algum estresse. O diâmetro de colmo mais espesso pode auxiliar em maior resistência ao acamamento, fator relevante para evitar perdas na produtividade.

TABELA 2 – PARÂMETROS AVALIADOS NA CULTURA DO MILHO SAFRINHA COM A APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM COBERTURA.

| ESTÁDIO | DC<br>(mm) | AIE<br>(m) | NGF  | NF   | MMG<br>(g) | TNF<br>(g kg <sup>-1</sup> ) | PROD<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) |
|---------|------------|------------|------|------|------------|------------------------------|--------------------------------|
| V2      | 26,7       | 1,52       | 30,8 | 17,8 | 314        | 30,3                         | 7.949a                         |
| V4      | 27,0       | 1,48       | 30,2 | 17,8 | 306        | 30,7                         | 7.386 b                        |
| V6      | 26,8       | 1,50       | 30,3 | 18,1 | 306        | 31,1                         | 7.626ab                        |
| DOSE    |            |            |      |      |            |                              |                                |
| 0       | 25,5       | 1,46       | 30,3 | 17,7 | 307        | 28,3                         | 7.446                          |
| 17      | 26,5       | 1,49       | 29,5 | 18,1 | 303        | 29,2                         | 7.488                          |
| 67      | 26,9       | 1,49       | 30,6 | 17,7 | 304        | 29,7                         | 7.714                          |
| 117     | 27,0       | 1,51       | 30,8 | 17,8 | 319        | 32,8                         | 7.913                          |
| 167     | 27,0       | 1,51       | 30,8 | 17,9 | 310        | 32,8                         | 7.708                          |
| CV (%)  | 7,59       | 3,56       | 3,21 | 4,08 | 3,36       | 4,32                         | 7,01                           |

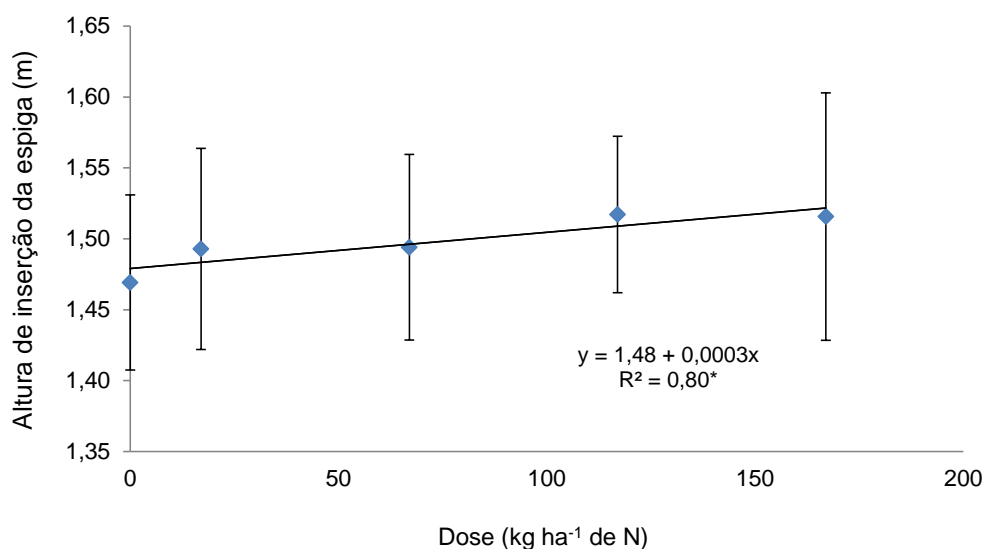
Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DC: diâmetro de colmo. AIE: altura de inserção da espiga. NGF: número de grãos por fileira. NF: número de fileira. MMG: massa de mil grãos. TNF: teor de N foliar. PROD: produtividade.

O número de fileiras por espiga não foi influenciado pela dose de N e pelo estágio de aplicação, com média geral de 17,9 fileiras por espiga. O resultado para esse parâmetro já era esperado, pois é uma característica ligada a genética do híbrido e menos influenciada por fatores do ambiente (FERNANDES *et al.*, 2005).

A altura de inserção de espiga não se diferenciou entre os estádios de aplicação ( $p > 0,05$ ), porém mostrou tendência ( $P = 0,063$ ) de haver diferença entre os tratamentos. Nota-se que o estágio V2 foi o que melhor respondeu as adubações de N, apresentando altura de inserção de 1,52 m (Tabela 2). A altura de inserção de espiga favorece a colheita, no entanto, pode favorecer o acamamento, o que não ocorreu neste experimento. As doses de N aumentaram linearmente a altura de inserção da espiga (Figura 2). Caires e

Milla (2015) realizaram experimento em sistema de plantio direto estabelecido desde 1982, realizando rotação de culturas desde a implantação do sistema, apresentando alta fertilidade, realizado com o cultivo de milho de verão semeado em setembro de 2011 observaram o aumento da altura de inserção de espiga com o aumento da dose de N ( $360 \text{ kg ha}^{-1}$ ), como ocorreu neste trabalho.

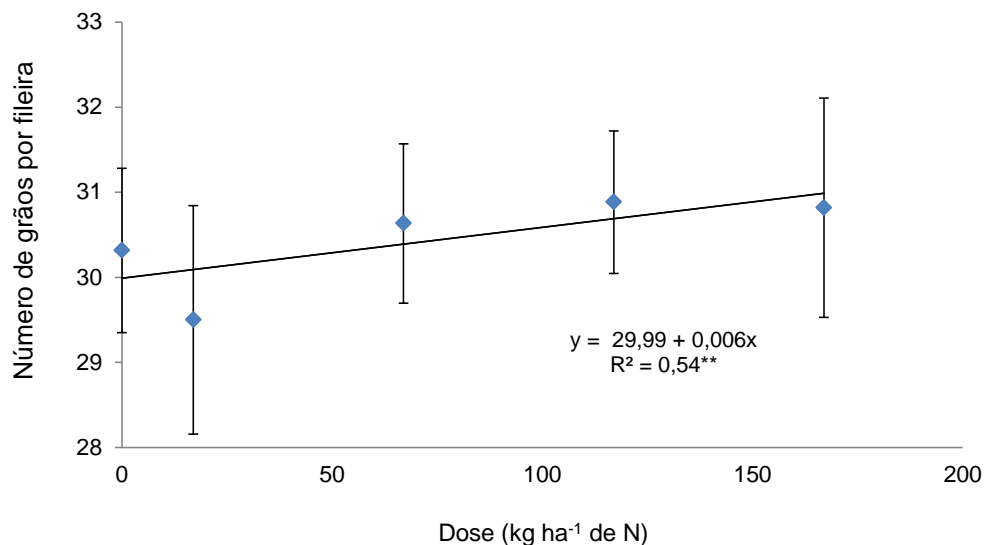
FIGURA 2 – ALTURA DE INSERÇÃO DA ESPIGA DO MILHO EM FUNÇÃO DA DOSE DE NITROGÊNIO APLICADO EM COBERTURA. As barras representam o desvio padrão da média.



FONTE: O autor (2017)

Para o número de grãos por fileira novamente houve tendência de efeito dos estádios de aplicação ( $P=0,084$ ), com maior média no V2 (Tabela 2). O número de grãos por fileira é definido cerca de uma semana antes do florescimento, em torno do estádio V17, mas entre V12 e V17 são definidos o número de óvulos e o tamanho da espiga, sendo que o déficit hídrico ou alguma deficiência nutricional pode comprometer esse fator de produção (MAGALHÃES e DURÃES, 2006). Apesar do estádio de aplicação mais tardio (V6) ser muito tempo antes do V12, os resultados indicam que o suprimento do N pode ser antecipado. As doses de N aumentaram linearmente o número de grãos por fileira, contudo com baixo coeficiente angular (Figura 3). Respostas não significativas foram encontradas por Belasque Júnior (2000), Fernandes *et al.* (2005) e Valderrama *et al.* (2011) em trabalhos relacionados a doses e épocas de aplicação de nitrogênio.

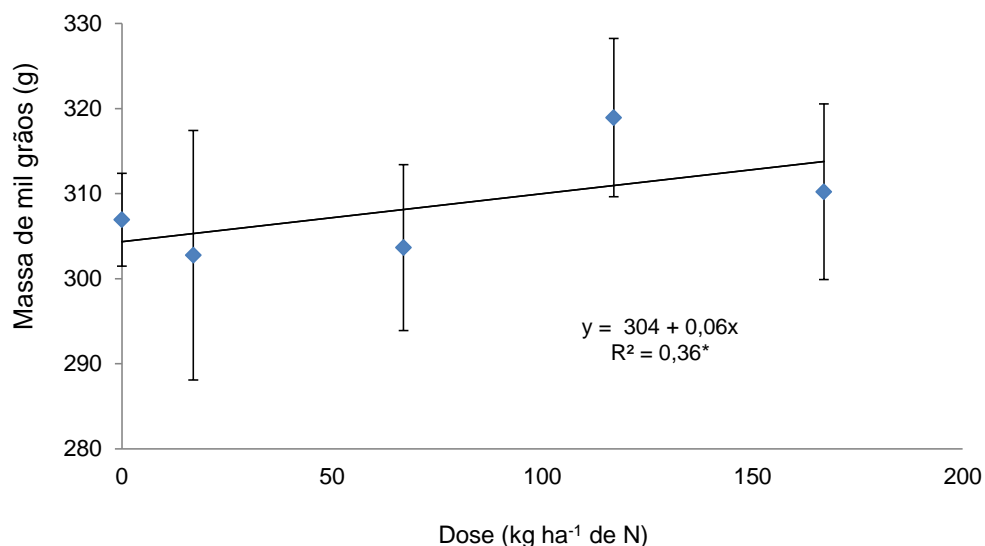
FIGURA 3 – NÚMERO DE GRÃOS POR FILEIRA DAS ESPIGAS DO MILHO EM FUNÇÃO DA DOSE DE NITROGÊNIO APLICADO EM COBERTURA. As barras representam o desvio padrão da média.



FONTE: O autor (2017)

A massa de mil grãos também apresentou tendência para maiores médias com aplicação no V2 ( $P=0,097$ ) e aumento linear em função das doses (Figura 4). Contudo, a regressão apresentou baixo coeficiente angular e baixo coeficiente de determinação.

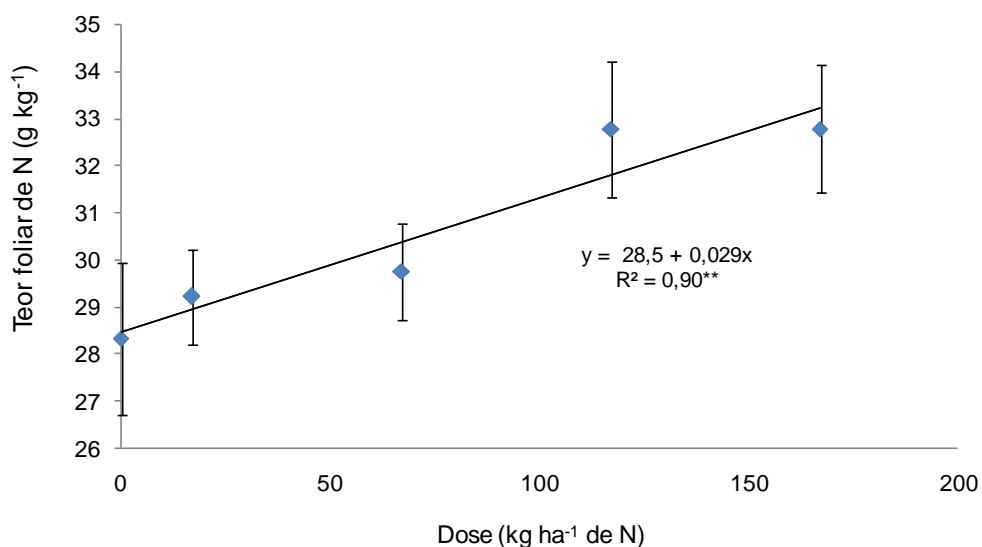
FIGURA 4 – MASSA DE MIL GRÃOS DO MILHO EM FUNÇÃO DA DOSE DE NITROGÊNIO APLICADO EM COBERTURA. As barras representam o desvio padrão da média.



FONTE: O autor (2017)

O teor foliar de N aumentou linearmente em função das doses de N aplicadas em cobertura (Figura 5). Mesmo considerando que a dose ficou dentro da faixa considerada adequada de 27 a 35 g kg<sup>-1</sup> (SBCS/NEPAR, 2017), com base na equação ajustada a maior dose de N confere aumento de 12% no teor foliar. Em relação aos estádios de aplicação de N não houve diferenças significativas, porém, vale ressaltar que os teores ficaram dentro dos níveis adequados (Tabela 2).

FIGURA 5 – TEOR FOLIAR DE N DO MILHO EM FUNÇÃO DA DOSE DE NITROGÊNIO APLICADO EM COBERTURA. As barras representam o desvio padrão da média.

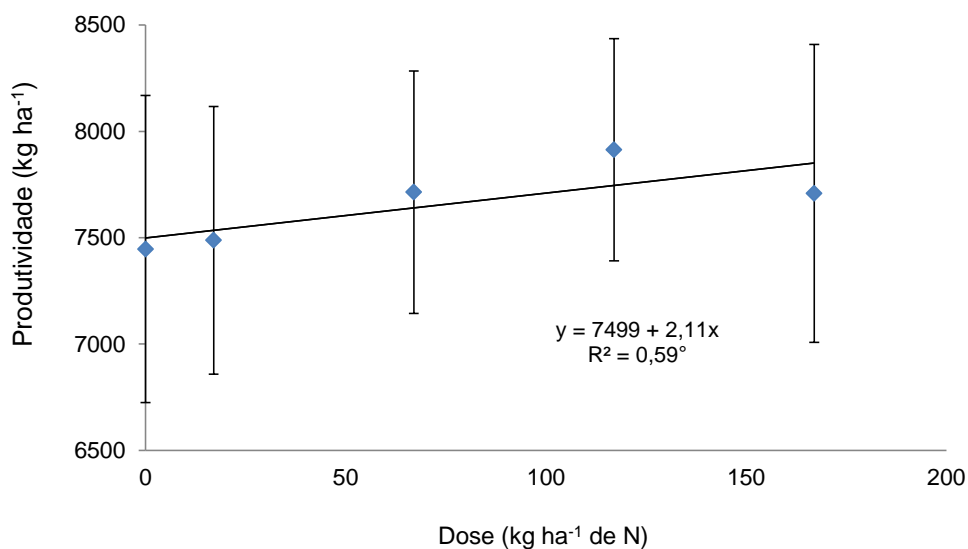


FONTE: O autor (2017)

Em relação à produtividade de grãos, é importante salientar que mesmo a testemunha sem adubação nitrogenada de cobertura (Tabela 2) superou a produtividade média nacional de 3.859 kg ha<sup>-1</sup> e a do Paraná que foi de 5.091 kg ha<sup>-1</sup> evidenciando que o solo onde foi conduzido o experimento possui alta fertilidade e boa capacidade de suprir a demanda de N além da quantidade adicionada na semeadura (33 kg ha<sup>-1</sup> de N).

A produtividade de grãos foi superior ( $P < 0,05$ ) com a aplicação no estádio V2 em relação ao estádio V4, com valor intermediário para o estádio V6 (Tabela 2). Em relação às doses, houve aumento linear ( $P = 0,086$ ) (Figura 6). De acordo com a equação, para cada 1 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicado, a produtividade de grãos aumenta 2,11 kg ha<sup>-1</sup>, o que pode ser considerado um incremento pouco significativo, pois na dose máxima chega a apenas 3,3%.

FIGURA 6 – PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DO MILHO EM FUNÇÃO DA DOSE DE NITROGÊNIO APLICADO EM COBERTURA. As barras representam o desvio padrão da média.



FONTE: O autor (2017)

Valderrama *et al.* (2011) em experimento conduzido em Selvíria - MS, com um solo apresentado 3,4% de matéria orgânica, em região de cerrado em área ocupada com milho antes do experimento, observaram maior produtividade de grãos (11.191 kg ha<sup>-1</sup>) com dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, apresentando incremento de 78,25% em relação à testemunha sem a aplicação de N. Oliveira e Caires (2003) em experimento realizado no município de Tibagi - PR constataram que houve acréscimo linear até a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N com a adubação nitrogenada em cobertura com o milho cultivado após aveia preta. Assim é possível notar respostas em diferentes ambientes de produção à adubação nitrogenada.

Queiroz *et al.* (2011) constatou que a dose de N, independente da fonte, influenciou na produtividade da cultura do milho, com aumento linear até a dose de 160 kg ha<sup>-1</sup> de N, correspondendo ao aumento de 18% em relação à testemunha. Gomes *et al.* (2007) avaliou o efeito de doses e da época de aplicação de nitrogênio da cultura do milho sob plantio direto, em Rio Verde (GO), observou que a dose de 150 kg ha<sup>-1</sup> de N apresentou maior produtividade (7.012 kg ha<sup>-1</sup>), contudo, sem efeito da época de aplicação.

Neste experimento o V2 o que apresentou maior produtividade. Tal fato pode ser relacionado com a ocorrência de necroses (Figura 7) nas folhas,

quando aplicadas altas doses nos estádios V4 e V6. Oliveira (1995) defende que a fertilização de N em cobertura deve ocorrer na entrelinha do milho, e não a lanço, para assim evitar o contato do adubo com as folhas da planta, podendo desidratar e levar a morte das células da epiderme, assim evidenciando lesões.

FIGURA 7 – NECROSE EVIDENCIADAS POR ALTAS DOSES DE N.



FONTE: O autor (2017)

A definição do número máximo de grãos ou a definição do potencial produtivo ocorrem no estágio V3, todas as folhas e espigas que a planta pode produzir são definidas nesse estágio (MAGALHÃES e DURÃES, 2006). Portanto, a aplicação de nitrogênio na fase anterior (V2) pode ser benéfica, para que assim na fase V3 a planta já esteja bem suprida com N, nutriente mais requerido para a cultura do milho.

Na safra agrícola 2013/2014, Demari (2014) observou que a aplicação de N em V2 apresentou maior rendimento de grãos em relação aos estádios V4, V6 e V8, na média de duas cultivares. Cazetta (2010) avaliou épocas de aplicação do N nas características agrônômicas e na eficiência de uso na cultura do milho em Jaboticabal - SP e observou que o N aplicado em cobertura nos estádios iniciais (V4 a V5) alcançou as maiores produtividades em relação aos outros tratamentos (V10 a V12 e no florescimento).

Experimentos conduzidos em Naviraí e Maracaju - MS na safrinha de 2015 por Gitti *et al.* (2016), avaliando doses de N em cobertura (0, 40, 60, 80, 120 e 160 kg ha<sup>-1</sup>) utilizando como fonte a ureia convencional, aplicadas nos estádios fenológicos V3 e V6, constatou-se máxima produtividade com as doses de 55 kg ha<sup>-1</sup> de N em Naviraí e 99 kg ha<sup>-1</sup> de N em Maracaju, ambos no estágio V3 do milho safrinha. Os autores explicam que a aplicação em V3 foi favorável por aumentar a disponibilidade de N entre os estádios V5 e V8, onde iniciam-se a formação das gemas que posteriormente evoluirão a espigas, ocorrendo a definição do número de fileira de grãos por espiga nesses estádios.

As respostas foram muito similares para todas as variáveis que apresentaram significância. As baixas respostas às doses de N (baixos coeficientes angulares) em cobertura deste trabalho podem estar relacionadas a alta adubação de base. De acordo com o Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná (SCBS/NEPAR, 2017) a dose recomendada para o milho segunda safra é de 10-20 kg ha<sup>-1</sup> de N no sulco e 40-60 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura para uma produtividade de grãos esperada de 8-10 toneladas hectare, levando em consideração a cultura antecedente uma leguminosa.

Como a adubação gera um custo muito alto, o preço da saca do milho e do adubo nitrogenado deve ser levada em consideração na decisão de realizar ou não tal manejo. Em maio de 2016, ano que foi realizado este experimento, a saca de milho na região de Nova Aurora - PR estava cotada a R\$ 40,00 e a ureia cotada a R\$ 1530,00 a tonelada. Em maio de 2017 a saca de milho estava em média R\$ 20,50 e a ureia cerca de R\$ 1300,00 a tonelada. A ureia possui 45% de N, portanto, no ano de 2016 cada quilo de N custava R\$ 3,40 e em 2017 custava R\$ 2,88. A quilograma do milho em maio de 2016 valia R\$ 0,66, em maio de 2017 R\$ 0,34. Conforme a Figura 5, para cada quilo de N ha<sup>-1</sup> aplicado aumentou 2,11 kg ha<sup>-1</sup> de grãos. Sendo assim, não foi viável a aplicação em cobertura de N em 2016, ficando com déficit de R\$ -2,01 por quilo de ureia. Se fosse realizado o experimento em 2017 e os resultados fossem similares, também seria inviável a aplicação de N em cobertura, resultando em déficit de R\$ -2,16 por quilo de ureia.

## **5. CONCLUSÃO**

Em condições de médio teor de matéria orgânica no solo e suficiente adubação nitrogenada de base, apesar de haver alterações positivas no desempenho agrônômico com a adubação nitrogenada de cobertura, estas são de pequena magnitude, não justificando a adoção desta prática no milho segunda safra.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; QUEIROZ, D. S.; SALGADO, L. T.; CECON, P. R. **Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum. cv. Napier*)**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, p.1643-1651, 2003. Edição especial.

BELASQUE JÚNIOR, J. **Doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre dois híbridos de milho cultivados na “safrinha”**. 80 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de São Paulo, 2000.

BULL, L. T.; CANTARELLA, H. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1993.

CAIRES, E. F.; MILLA, R. Adubação nitrogenada em cobertura para o cultivo de milho com alto potencial produtivo em sistema de plantio direto de longa duração. **Bragantia**, Campinas, v.75, n.1, p.87-95, 2015.

CAZETTA, D. A. **Épocas de aplicação do nitrogênio nas características agrônômicas e na eficiência de uso na cultura do milho**. 70 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, 2010.

COELHO, A. M; FRANÇA, G. E. Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação. **Arquivo do agrônomo**, Piracicaba, v. 2, p. 1, 1995.

CONAB, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira – Grãos – Safra 2014/2015**, 12º Levantamento, setembro/2015. Disponível em: <<[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_09\\_11\\_10\\_42\\_03\\_bol\\_etim\\_graos\\_setembro\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_10_42_03_bol_etim_graos_setembro_2015.pdf)>> Acesso em: 20 de abril de 2016.

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V.F.; MARINI, D.; SANDER, G. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.10, p.1023-1029, 2013.

DEMARI, G. H. **Fontes e parcelamento do nitrogênio na cultura do milho**. 69 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Ambiente) - Centro de Educação Superior Norte, Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

FERNANDES, F. C. S.; ARF, S. B. O.; ANDRADE, J. A. C. Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Piracicaba, v.4, p.195-204, 2005.

GALVÃO, J.; MIRANDA, G. **Tecnologias de Produção do milho**. Viçosa-MG, 2008.

GITTI, D. C.; LOURENÇÃO, A. F.; GRIGOLLI, J. F. J.; MELOTTO, A. M.; ROSCOE, R. Doses e épocas de aplicação do nitrogênio no milho safrinha. In: XXXI Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 987., 2016, Bento Gonçalves. **Trabalho científico**. Naviraí, Maracaju: Fundação MS, 2015. p. 469 – 472.

GOMES, R. F.; SILVA, A. G.; ASSIS, R. L.; PIRES, F. R. Efeito de doses e da época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agrônômicos da cultura do milho sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.931-938, 2007.

HANWAY, J. J.; RITCHIE, S. W.; BENSON, G. O. **Como se desenvolve uma planta de milho**. Ames: Iowa State University Cooperative Extension Service, Iowa, p. 18, 1986.

LEMAIRE, G.; GASTAL, F.N. N absorção e distribuição em copas de plantas. In: LEMAIRES, G. (Ed.). **Diagnóstico do estado do nitrogênio nas culturas**. Berlin: Springer, 1997. p.3-43.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da Produção do Milho**. Circular Técnica EMBRAPA-CNPSo, n.76, p.1-10, 2006.

MEIRA, F. A. **Fontes e modos de aplicação do nitrogênio na cultura do milho**. 52 f. Tese (Doutorado em Sistemas de produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, 2006.

MELGAR, R. J.; SIMITH, T. J.; CRAVO, M. S.; SÁNCHEZ, P. A. Taxas e datas da aplicação de fertilizantes nitrogenados para o milho em um latossolo na região central da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 289-296, 1991.

OLIVEIRA, E. F. **Eficiência do modo de aplicação do sulfato de amônio e ureia nas culturas do milho e algodão**. In: ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS DO ESTADO DO PARANÁ. Resultados de pesquisa 1. Cascavel, 1995. p.40-48.

OLIVEIRA, J. M. S.; CAIRES, E. F. Adubação nitrogenada em cobertura para o milho cultivado após aveia preta no sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.25, n.2, p.351-357, 2003.

RODRIGUES, J. G. L.; FUJIHARA, R. T. **Atualidades na Cultura do Milho**. Avaré: Faculdade Eduvalle de Avaré, 2013.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. NÚCLEO ESTADUAL PARANÁ. **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná**. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017, 482p.

SOARES, M. A. **Influência de nitrogênio, zinco e boro e de suas respectivas interações no desenvolvimento da cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 92 f. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2003.

TERMAN, G. L. Perdas de volatilização de nitrogênio como amônia de fertilizantes aplicados na superfície, emendas orgânicas e resíduos de culturas. **Advances in Agronomy**, Lages, v.31, p. 189-223, 1980.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; MINHOTO, M. C. T. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.2, p.254-263, 2011.