

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CAMPUS DOIS VIZINHOS

CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

LUIZ ANTONIO ZENI DO PRADO

**PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO SOB DIFERENTES DOSES DE
NITROGÊNIO EM SISTEMAS IRRIGADOS E NÃO IRRIGADOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2021

LUIZ ANTONIO ZENI DO PRADO

**PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO SOB DIFERENTES
DOSES DE NITROGÊNIO EM SISTEMAS IRRIGADOS E NÃO IRRIGADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso II
apresentado à Universidade Tecnológica
Federal do Paraná - UTFPR, como requisito
parcial para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Adalberto Luiz de
Paula

DOIS VIZINHOS

2021

Eu quero ser maior que essas muralhas que eles construíram ao meu redor.

(BK)



TERMO DE APROVAÇÃO

PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO SOB DIFERENTES DOSES DENITROGÊNIO EM SISTEMAS IRRIGADOS E NÃO IRRIGADOS

por

Luiz Antonio Zeni do Prado

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 23 de agosto de 2021 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Adalberto Luiz de Paula
Prof.(a) Orientador(a)
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná

Angélica Signor Mendes
Responsável pelos Trabalhos
de Conclusão de Curso

André Pellegrini
Membro titular
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná

Almir Antônio Gnoatto
Coordenador(a) do Curso
UTFPR – Dois Vizinhos

Fabiana Luiza Matielo de Paula
Membro titular
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná

RESUMO

PRADO, Luiz. **Produtividade da cultura do milho sob diferentes doses de nitrogênio no sistema irrigado e não irrigado**. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2021.

O milho desempenha papel fundamental na agricultura brasileira tanto do ponto de vista econômico quanto agrônômico compondo o sistema de rotação de culturas. Em função da crescente adoção de tecnologias de produção por parte dos produtores, tais como a introdução de sistemas de irrigação em suas áreas, se faz necessário o estudo e avaliação destes sistemas e a adubação na cultura, em especial a adubação nitrogenada, visto que o Nitrogênio (N) é o macronutriente mais extraído e exportado pela cultura do milho. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar produtividade da cultura do milho sob diferentes doses de N em sistemas irrigados e não irrigados. A pesquisa foi realizada em área experimental pertencente a UTFPR - Campus Dois Vizinhos, sendo avaliados 4 tratamentos compostos por doses de N (0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹), Experimento fatorial simples com delineamento inteiramente casualizado, composto por dois sistemas de irrigação (irrigado e não irrigado) e por quatro doses de N, com 4 repetições, em parcelas experimentais de 5m x 11,25m, totalizando 56,25 m², as aplicações de N em cobertura foram realizadas quando a cultura se encontrava no estágio fenológico de V4. Após a maturação fisiológica da cultura a campo foram coletadas 15 espigas por parcela, que posteriormente foram encaminhadas ao laboratório de culturas anuais na própria universidade, onde passou pela contabilização do número de grãos por fileira (NGF), número de fileiras por espiga (NFE) e peso de mil grãos (PMG) além da determinação do teor de umidade dos grãos (%) com correção para umidade de 13 %, para que se pudesse estimar a produtividade da cultura. Os dados foram submetidos à análise de variância (P<0,05) e quando significativo o efeito dos tratamentos qualitativos (irrigado e não irrigado) as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, para os tratamentos quantitativos (doses de nitrogênio) os dados foram submetidos a análise de regressão com o auxílio do programa estatístico (SAS- versão acadêmica). De modo geral a cultura apresentou excelente desempenho na produtividade final, mesmo nas áreas de sequeiro, contudo os dados obtidos ao longo do trabalho sugerem que o uso da irrigação foi positivo e deve ser adotado em casos onde é possível e viável economicamente. As doses de nitrogênio, apresentaram um crescimento linear na produtividade, se sobressaindo nos cultivos irrigados, dado a redução das perdas de N por volatilização, bem como o fornecimento de água em momentos críticos ao longo do desenvolvimento da cultura, que aliado as altas doses de N proporcionaram altos rendimentos. A dose de 300 kg ha⁻¹ de N apresentou a melhor resposta no incremento de produtividade, apresentando médias satisfatórias acima de 14.000 kg ha⁻¹, nas parcelas irrigadas e acima de 11.000 kg ha⁻¹ nas parcelas de sequeiro.

Palavras-chave: Eficiência agrícola, Adubação nitrogenada, disponibilidade hídrica.

ABSTRACT

PRADO, Luiz. **Corn crop productivity under different doses of nitrogen in irrigated and non-irrigated system.** 32 F. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2021.

Corn plays a fundamental role in Brazilian agriculture both from the economic and agronomic point of view, composing the crop rotation system. Due to the increasing adoption of production technologies by producers, such as the introduction of irrigation systems in their areas, it is necessary to study and evaluate these systems and fertilize in the crop, especially nitrogen fertilization, since Nitrogen (N) is the macro nutrient most extracted and exported by corn crop. In this context, the objective of this work was to evaluate corn yield under different n doses in irrigated and non-irrigated systems. The experiment was carried out in an area belonging to UTFPR - Dois Vizinhos Campus, being evaluated 4 treatments composed of N doses (0, 100, 200 and 300 kg ha⁻¹), Simple factorial experiment with a completely randomized design, composed of two irrigation systems (irrigated and non-irrigated) and four doses of N, with in experimental plots of 5m x 11.25m, totaling 56.25 m², the applications of N in cover were performed when the crop was in the phenological stage of V4. After the physiological maturation of the fieldcrop, 15 ears per plot were collected, which were subsequently sent to the annual culture laboratory at the university itself, where it was counted in the number of grains per row (NGF), número de fileiras por espiga (NFE and weight of one thousand grains (PMG) in addition to determining the moisture content of the grains (%) with correction for moisture of 13%, so that the yield of the crop could be estimated. The data were submitted to variance analysis (P<0.05) and when the effect of qualitative treatments (irrigated and non-irrigated) was evaluated by the Tukey test at 5% probability, for quantitative treatments (nitrogen doses) the data were submitted to regression analysis with the aid of the statistical program (SAS- academic version). In general, the crop presented excellent performance in the final productivity, even in the areas of land, however, the data obtained throughout the work suggest that the use of irrigation was positive and should be adopted in cases where it is possible and economically viable. Nitrogen doses showed a linear growth in productivity, outperforming in irrigated crops, given the reduction of N losses by volatilization, as well as water supply at critical moments throughout crop development, which combined with high N doses provided high yields. The dose of 300kg ha⁻¹ of N presented the best response in the productivity increment, presenting satisfactory averages above 14,000 kg ha⁻¹, in irrigated plots and above 11,000 kg ha⁻¹ in the land-ground plots.

Keywords: Agricultural efficiency, nitrogen fertilization, water availability.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. JUSTIFICATIVA.....	9
3. OBJETIVOS.....	10
3.1. OBJETIVO GERAL.....	10
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
4.1. NECESSIDADE HÍDRICA DA CULTURA DO MILHO E IRRIGAÇÃO.....	11
4.2. ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHO.....	12
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
5.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	15
5.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	15
5.3. ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	16
6. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	17
6.1. IMPLANTAÇÃO, ADUBAÇÃO E MANEJO DA CULTURA.....	17
6.2. MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS E MANEJO DA IRRIGAÇÃO.....	18
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
7.1. AVALIAÇÕES E COMPONENTES DE RENDIMENTO.....	22
7.1.1. Diâmetro de colmo.....	22
7.1.2. Altura de plantas.....	23
7.1.3. Número de grãos por fileira (NGF).....	24
7.1.4. Número de fileiras por espiga (NFE).....	25
7.1.5. Peso de mil grãos (PMG).....	27
7.1.6. Produtividade.....	28
8. CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS.....	32

1. INTRODUÇÃO

O milho desempenha papel fundamental na agricultura brasileira tanto do ponto de vista econômico, dado em função da extensa cadeia produtiva além de ser uma commodity em ascensão no mercado internacional, bem como do ponto de vista agrônomo, compondo o sistema de rotação de culturas (BONO et al., 2008). A área total implantada com a cultura na safra 20/21 foi de cerca de 19.5 milhões de hectares com uma produção de 108 milhões de toneladas de acordo com dados da CONAB, (2021). Segundo Von Pinho et al. (2009) a cultura do milho no Brasil vem passando por importantes mudanças no manejo e tratamentos culturais, o que tem resultado em aumentos significativos na produtividade de grãos. Dentro destas mudanças podemos destacar a adoção de tecnologias de irrigação com pivôs centrais, apesar de não ser uma realidade em nossa microrregião, a tecnologia vem se difundindo no país. Segundo a FAO (2012), o Brasil possui a 9ª maior área irrigada do mundo, atrás de Tailândia, México, Indonésia, Irã, Paquistão, Estados Unidos da América, Índia e China.

De acordo com Bergamaschi et al. (2006), o rendimento de lavouras de milho pode ser afetado mesmo em anos de condições climáticas favoráveis caso haja déficit hídrico no período considerado mais crítico para a cultura, período este que vai da pré-floração ao enchimento de grãos. Para que se possam atingir elevadas produtividades, o milho necessita ter suas exigências nutricionais plenamente satisfeitas, para que se atenda a grande demanda de extração de nutrientes do solo, o Nitrogênio (N) é o macronutriente extraído em maior quantidade pela cultura do milho (SANGOI E ALMEIDA., 1994). Em áreas irrigadas os riscos de redução na produção devido ao déficit hídrico são amenizados, neste sentido lavouras sob irrigação devem ser planejadas visando maiores retornos econômicos, bem como a redução de custos com adubação (LINK et al., 2006). Diante de novas tecnologias sendo introduzidas no meio agrícola tais como a irrigação, visando altas produtividades, se faz necessário a avaliação da dose mais efetiva de N dentro deste sistema, já que o mesmo é o principal macronutriente utilizado pela cultura.

2. JUSTIFICATIVA

Em decorrência da crescente adoção de tecnologias de produção visando altas produtividades, o estudo e avaliação das interações entre as doses de nutrientes e o manejo da irrigação se faz necessário a fim de estabelecer doses mais efetivas tanto do ponto de vista econômico quanto produtivo da cultura.

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Avaliar a produtividade da cultura do milho sob doses de N em sistemas irrigados e não irrigados, e suas possíveis interações.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a produtividade da cultura sob sistema irrigado.
- Determinar a produtividade da cultura nas áreas de sequeiro.
- Avaliar os componentes de rendimento do milho em relação as diferentes doses de N, tanto nas áreas irrigadas quanto nas de sequeiro.
 - ✓ Número de grãos por fileira, (NGF).
 - ✓ Número de fileiras por espiga, (NFE).
 - ✓ Número de grãos por espiga, (NGE).
 - ✓ Massa de mil grãos, (MMG).

4. REVISÃO DE LITERATURA

NECESSIDADE HÍDRICA DA CULTURA DO MILHO E IRRIGAÇÃO

O milho pertence ao grupo de plantas com metabolismo fotossintético do tipo C4, que se caracteriza pelo elevado potencial produtivo devido à alta eficiência no aproveitamento da radiação solar. A cultura tem seu período crítico na fase do embonecamento, nesta etapa fenológica tem sua máxima área foliar o que condiciona uma alta taxa de transpiração ocasionando uma alta demanda de água como na maioria das plantas C4 (Bergamaschi et al., 2004).

Esta é, portanto, uma cultura considerada de alta demanda hídrica, estima-se que para obter rendimento máximo a cultura necessita cerca de 650 mm de água durante o seu ciclo que pode variar de 110 a 140 dias em híbridos de ciclo médio (Bergamaschi et al., 2001). Na sua fase crítica a cultura demanda cerca de 7 mm diários de água disponível no solo, (Bergamaschi et al., 2001) um estresse hídrico de dois dias no florescimento diminui em mais de 20% o rendimento, quatro a oito dias de estresse reduzem em mais de 50% na produção final, (Magalhães & Durães, 2006).

Dados de produção de Matzenauer et al. (2002) revelam que, nos anos em que períodos secos ocorrem durante os meses de verão, se reduz a produtividade das culturas instaladas, causando prejuízos às cadeias produtivas, observa-se, portanto, que há necessidade de estudos quanto ao complemento na disponibilidade de água por meio de irrigação.

De acordo com SILVA et al (2006) a densidade das plantas é outro fator determinante no rendimento de grãos dada sua baixa capacidade de emissão de afixos férteis devido à sua organização floral monóica e ao curto período de florescimento. Com 67 mil plantas por hectare, um híbrido precoce de milho necessita de uma média de 650 mm de água em todo o ciclo (BERGAMASCHI ET AL., 2001), diante disto caso disponhamos da possibilidade de suprir a necessidade hídrica via irrigação podemos posicionar híbridos que suportem adensamento populacional maiores.

Isso demonstra a necessidade de um planejamento de práticas de manejo para adequar as populações de plantas às reais condições pedoclimáticas, principalmente em lavouras que não dispõem de irrigação, a fim de reduzir os riscos causados por déficit hídrico, (BERGAMASCHI ET AL., 2004).

É necessário que se conheça sobre o genótipo do híbrido para que possa se estabelecer suas necessidades e capacidades de adensamento, de acordo com Peixoto (1996) a capacidade de resposta à densidade de plantas depende das características do genótipo, da quantidade de radiação solar e da disponibilidade de água e de nutrientes. Os componentes de rendimento do milho são formados ao longo do crescimento e desenvolvimento da cultura, ou seja, todos os estádios do milho podem ser afetados caso ocorra déficit hídrico.

O efeito do déficit hídrico, associado à produção de grãos, é particularmente importante em três estádios de desenvolvimento da planta. Primeiramente na iniciação floral e desenvolvimento da inflorescência, quando o número potencial de grãos é determinado. Em segundo o período de fertilização, quando o potencial de produção é fixado, nesta fase a presença da água também é importante para evitar a desidratação dos grãos de pólen e garantir o desenvolvimento e a penetração do tubo polínico. E por último na fase de enchimento de grãos, quando ocorre o aumento na deposição de matéria seca, o qual está intimamente relacionado à fotossíntese, onde o estresse resulta na menor produção de carboidratos, o que implica em menor volume de matéria seca nos grãos, (Magalhães et al., 1995).

ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHO

Segundo Fontoura e Bayer, (2009) dentre os fatores que podem aumentar o rendimento do milho, destacam-se o manejo da fertilidade do solo, e em especial o da adubação nitrogenada. Fontoura, (2005) constatou em diversos experimentos realizados que a dose média a ser aplicada de N em cobertura é de 150 kg ha⁻¹, visando a máxima eficiência econômica do fertilizante. Entretanto, nos diferentes experimentos, essa dose tem variado entre 40 e 240 kg ha⁻¹, o que tem sido atribuído à diferente capacidade de suprimento de N dos solos, da planta de cobertura utilizada no inverno anterior, e da

oscilação no volume de chuvas que afeta o potencial de rendimento e a reposta da cultura ao adubo nitrogenado (Fontoura., 2005).

O nitrogênio (N) é o nutriente mais absorvido e exportado pela cultura do milho. Tem sua eficiência de absorção drasticamente reduzida quando aplicado em condições de déficit hídrico (Soratto et al., 2010). Segundo Setiyono et al, (2010) cada tonelada de milho produzida demanda cerca de 22 kg de N, do qual 64% é exportado para o grão, em função da grande importância do nutriente para cultura a adoção de estratégias que reduzam perdas de N no sistema é de grande valia. Farinelli e Lemos, (2012) verificaram que a massa de 1000 grãos apresentou resultados crescentes mediante as doses de N em cobertura, diferente de Gomes et al. (2007) que não obteve resposta crescente da adubação nitrogenada em cobertura no peso de grãos. Os resultados diferentes na literatura confirmam que a massa de grãos é uma característica influenciada pelo genótipo, pela disponibilidade de nutrientes e pelas condições climáticas, durante a fase de enchimento de grãos (Ohland et al. 2005).

Segundo Ceretta e Silveira, (2001) em lavouras irrigadas, podemos elevar os níveis de adubação, pois os riscos de perda de produtividade por déficit hídrico são minimizados a cultura do milho responde progressivamente à adubação, desde que os demais fatores estejam em ótimos níveis. Pavinato et al. (2008) em condições irrigadas alcançou produtividade máxima na cultura do milho com doses de 280-290 kg ha⁻¹ de N, e ressaltou que estas quantidades de N são para condições irrigadas podendo se reduzir muito em condições de sequeiro, como relatados por Farinelli e Lemos (2012), que verificaram a dose de 151 kg ha⁻¹ de N como a mais eficiente em cultivos de sequeiro.

Dentre as fontes de nitrogênio mais utilizadas se encontram a ureia (CO (NH₂)₂, 45%N) e o sulfato de amônio ((NH₄)₂SO₄, 21% N). Ambas as formas estão propensas a perdas de nitrogênio no solo, por lixiviação, escoamento superficial, volatilização da amônia e pela imobilização na biomassa microbiana (ALVA et al., 2005)

Segundo o IFA (2008), a fonte de nitrogênio mais utilizada a nível mundial na agricultura é a ureia, devido a algumas vantagens quando comparado a outras fontes de N, tais como a facilidade de fabricação, elevada concentração do nutriente, bem como o preço reduzido. Porém a ureia utilizada na aplicação em cobertura está sujeita a perdas de N por volatilização de amônia (NH₃), (CANTARELLA, 2007), perdas estas que podem atingir índices de 20-30%, ocasionando elevação dos custos de produção, bem como possíveis frustrações de produção, visto que a demanda da planta pode não ser suprida

devido esta perda, (WATSON et al., 1994; LARA CABEZAS et al., 2000; CANTARELLA et al., 2003, 2008).

As perdas de N estão ligadas a vários fatores, tais como o PH do solo, umidade e temperatura (BARTH, 2009), a volatilização da amônia (NH₃), pode ser reduzida através da ação da água da chuva ou da irrigação (CANTARELLA, 2007), além da possibilidade do uso de fontes de N protegidas, tais como as que utilizam inibidores de uréase afim de retardar a hidrólise da ureia e consequentemente a volatilização da amônia (NH₃).

5. MATERIAL E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado em área pertencente à UNEPE (Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão) Bovinocultura de Corte da Fazenda Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV), com altitude de 520 metros, latitude de 25°44" S e longitude de 54°04" W, em Nitossolo Vermelho Distroférico e clima subtropical (Cfa) segundo a classificação de Köppen (MAAK, 1968), com pluviosidade anual entre 1800 a 2000 mm. No momento da semeadura se tinha a campo uma pastagem de tifton que havia sido previamente dessecada para o plantio. A área apresenta um histórico de integração lavoura pecuária, com uma lotação máxima de cerca de 10 UA por hectare no inverno e verão anterior ao da data de implantação da cultura.

DELINIAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados (DIC), contendo quatro blocos para o fator A e mais quatro para o fator B (figura 1), totalizando 8 parcelas, cada parcela foi dividida em 4 sub parcelas de 5m x 11,25m, totalizando 56,25 m² com quatro tratamentos constituídos por diferentes doses de Nitrogênio (0 kg ha⁻¹, 100 kg ha⁻¹, 200 kg ha⁻¹, 300 kg ha⁻¹),

- Fator A: Com irrigação.
- Fator B: Sem irrigação



Figura 1. Parcelas na área do experimento.
 Fonte o autor, 2018.

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram submetidos à análise de variância ($P < 0,05$) e quando significativo o efeito dos tratamentos qualitativos (irrigado e não irrigado) as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, para os tratamentos quantitativos (doses de nitrogênio) os dados foram submetidos a análise de regressão com o auxílio do programa estatístico Statistical Analysis System (SAS- versão acadêmica).

6. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

IMPLANTAÇÃO, ADUBAÇÃO E MANEJO DA CULTURA

Para a realização deste trabalho o híbrido de milho utilizado foi o SX8555VIP3 das sementes caiçaras. A semeadura do milho foi realizada no dia 26/11/2018 com o auxílio de uma semeadora de arrasto hidráulica da marca SEMEATO modelo SHM 11/13, constituída por 5 linhas acoplada a um trator John Deere 5605 (Figura 2). A cultura foi semeada no espaçamento de 45cm de entrelinhas com densidade populacional de 3,6 plantas por metro linear e 79.999 plantas por hectare. A adubação de base utilizada foi de 400 kg ha⁻¹, da formula de NPK 10-26-14, visando produtividade acima de 8 t ha⁻¹, já adubação de cobertura foi constituída por diferentes doses de N a lanço, de acordo com o que foi previamente estipulado para cada parcela, na forma de ureia 45%, realizadas em uma única aplicação no momento em que a planta atingiu o estágio fenológico V4.



Figura 2 – Semeadura da cultura do milho sob plantio direto em palhada de tifton, safra de 2018/19.

Fonte o autor, 2018.

A área do experimento foi avaliada semanalmente quanto à presença de daninhas, pragas ou doenças e sempre que o nível de controle foi atingido as mesmas foram manejadas com o uso de defensivos recomendados para a cultura, com o auxílio de máquina costal de 20 litros para a aplicação.

Totalizando apenas uma aplicação de inseticida quando a cultura se encontrava em estágio fenológico V3, onde foi utilizado CONNECT na dosagem de bula de 1 litro por hectare, visando controle do percevejo barriga verde *Dichelops melacanthus*. A incidência de pragas foi reduzida visto o fato de a área ter sido cultivada anteriormente com pastagem, justificando apenas uma aplicação. O manejo de herbicidas foi realizado no mesmo momento, utilizando ROUNDUP ORIGINAL[®] na dosagem de bula de três litros por hectare, posteriormente não foram realizados manejos químicos.

MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS E MANEJO DA IRRIGAÇÃO

Os índices pluviométricos durante a condução do experimento foram monitorados através de um pluviômetro instalado na área do experimento no campus da UTFPR-DV.

O sistema de irrigação instalado na área contava com um total de 57 aspersores, divididos em 3 linhas com um espaçamento de 15x18m, com capacidade total de aspersão de 3 mm/hora. O manejo de irrigação foi realizado através de leituras de quatro tensímetros instalados na área do experimento junto aos blocos, sendo dois tensímetros localizados na área irrigada e dois na área não irrigada, o sistema de irrigação foi acionado sempre que as leituras do potencial mátrico atingirem valores superiores ou igual a -10 kPa, (valores mais negativos, ex: -15).

O sistema de irrigação foi acionado durante os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, conforme as leituras realizadas nos tensímetros digital. A precipitação acumulada ao longo do ciclo da cultura totalizou 538,4 mm, bem distribuídos nos meses de novembro de 2018 a abril de 2019 (Figura 4). No mês de novembro pós plantio não houve necessidade de acionamento da irrigação visto a precipitação nos dias seguintes a semeadura, que totalizaram cerca de 70 mm, no mês de março as chuvas foram bem distribuídas totalizando 115 mm, dispensando o uso da irrigação, já no mês de abril a

irrigação foi dispensada visto que a cultura já havia atingido o ponto de maturação fisiológica (R6), e as chuvas ainda eram presentes neste período. No final do ciclo foram fornecidos via irrigação cerca 172 mm, totalizando 710 mm nas parcelas irrigadas (Tabela 1), valores superiores a necessidade da cultura como descritos por Bergamaschi et al. (2001), que citavam cerca de 650 mm durante o ciclo completo da cultura.

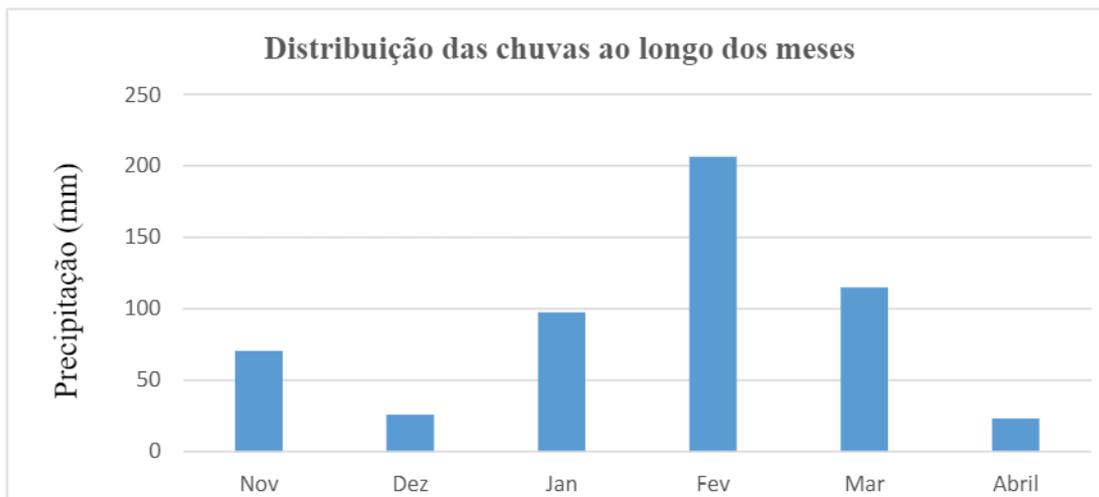


Figura 4 - Distribuição das chuvas ao longo dos meses (Safrá 2018/19).
Fonte: O autor, 2021.

Tabela 1 – Distribuição da precipitação e complemento com irrigação, para a cultura do milho, no intervalo de 26/11/2018 a 15/04/2019.

Meses	Chuva(mm)	Irrigação(mm)	Chuva + Irrigação (mm)
Nov	70,4	0	70,4
Dez	25,8	97,5	123,3
Jan	97,6	51	148,6
Fev	206,4	24	230,4
Mar	115	0	115
Abril	23,2	0	23,2
Total	538,4	172,5	710,9

Fonte: Autor, 2021.

O estande final de plantas foi avaliado quando a cultura se encontrava em estágio fenológico de V8 (Figura 5), onde foram contabilizadas o número de plantas em duas repetições de 4 metros lineares em cada parcela, realizando-se uma média geral do estande final, que totalizou cerca de 3,2 plantas por metro linear e 71.110 plantas por hectare. Outra variável avaliada foi a altura das plantas em pleno florescimento (R1), período esse onde a planta já havia atingido seu porte final (Figura 5), foram medidas um total de seis plantas por parcela, a partir desses dados foi realizada a média da altura das plantas em cada parcela, para cada tratamento aplicado.



Figura 5 - Momento de avaliação do estande final e de altura de plantas respectivamente. Fonte o autor, 2018.

Para a determinação da produtividade da cultura do milho foram avaliados os componentes que constituem o rendimento a cultura, na primeira quinzena de abril de 2018, após as plantas atingirem o estágio de maturação fisiológica (R6), foram coletadas espigas de 15 plantas por parcela, posteriormente as mesmas foram encaminhadas ao laboratório de culturas anuais da própria UTFPR-DV onde foram contabilizados o número de grãos por fileira (NGF), número de fileiras por espiga (NFE). As espigas foram debulhadas manualmente, para realizar a determinação da massa de mil grãos, para tal foram contabilizadas e pesadas 3 amostras de 300 grãos cada em balança de precisão, o

peso médio foi extrapolado via regra de três para se obter a massa de mil grãos. O teor de umidade dos grãos (%) foi aferido com o auxílio do medidor de umidade presente no laboratório de culturas anuais da própria UTFPR, e posteriormente corrigido o para umidade de 13 %, padrão de recebimento nas cerealistas, utilizando a equação de quebra de peso na secagem, descrita abaixo. Para a determinação da produtividade foram contabilizados o número médio de grãos por espiga e extrapolado levando em consideração o estande final de plantas.

$$Pf(100-Uf) = Pi(100-Ui).$$

Sendo:

Pf – Peso final

Pi – Peso inicial

Uf – Umidade final

Ui – Umidade inicial

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

AVALIAÇÕES E COMPONENTES DE RENDIMENTO

7.1.1. Diâmetro de colmo

A variável diâmetro de colo apresentou diferença significativa para o fator irrigação, com médias de 2,32 cm nas parcelas de sequeiro e 2,43 cm nas parcelas irrigadas (Tabela 2), o diâmetro de colo influencia na estabilidade da planta, plantas com maior diâmetro de colo tem menores tendência a tombamento no final do ciclo da cultura, causado por ventos. A dose não apresentou efeito significativo quanto ao diâmetro de colo, como já observado por Aratani et al. (2006), estudando a adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho irrigado, que constatou que o diâmetro do caule não foi alterado com a elevação das doses de N em cobertura.

Tabela 2 – Comparativo variável diâmetro de colo nas áreas irrigadas e de sequeiro.

Doses	Diâmetro de colo (cm)		Média
	Irrigado	Não irrigado	
0	2,41	2,25	2,33 ns
100	2,40	2,29	2,35
200	2,43	2,30	2,37
300	2,48	2,43	2,46
Média	2,43 a	2,32 b	
CV (%)	4,70		

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey (p=0,05), n.s.: não significativo, CV%: coeficiente de variação.

7.1.2. Altura de plantas

A altura das plantas teve efeito significativo para a irrigação, apresentando plantas com média de 1,39m nas parcelas de sequeiro e 2,16m nas parcelas irrigadas (Tabela 3). O efeito da dose foi significativo apresentando um crescimento linear na altura à medida que se incrementa a dose de N (Figura 6), que pode ser explicado devido ao maior crescimento vegetativo das plantas de milho em resposta a adubação nitrogenada, Aita et al. (2001), destaca que o crescimento da área foliar e da taxa fotossintética é influenciado pela nutrição e efeitos climáticos.

Tabela 3- Variável altura de planta (AP).

Doses	Altura de planta em metros		Média
	Irrigado	Não irrigado	
0	2,12	1,29	1,71
100	2,18	1,36	1,77
200	2,17	1,40	1,79
300	2,15	1,49	1,84
Média	2,16 a	1,39 b	
CV (%)	4,83		

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey ($p=0,05$), n.s.: não significativo, CV%: coeficiente de variação.

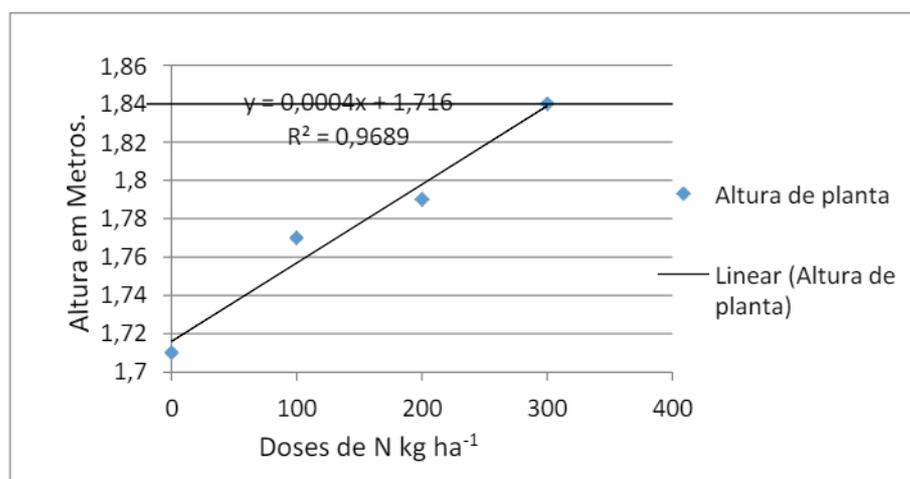


Figura 6 – Efeito linear da dose de N aplicado em relação à altura de plantas. Fonte o autor, 2018.

7.1.3. Número de grãos por fileira (NGF)

O primeiro componente de rendimento avaliado foi número de grãos por fileira presente em cada espiga, a variação do NGF se apresentou significativa ao efeito da irrigação, o que corrobora com a informação que se tem que durante os estádios de V4 – V8, é definido o potencial de número de grãos por fileira presente em cada espiga, e que a água fornecida via irrigação conforme a necessidade no mês de dezembro quando a planta se encontrava nesses estádios, possibilitou o máximo potencial de desenvolvimento, apresentado espigas maiores (Figura 7), com 33,8 grãos por fileira, enquanto nas parcelas de sequeiro a média foi de 28,7 (Tabela 4).

A avaliação do efeito da dose no NGF também foi positiva apresentando diferença significativa, com um crescimento linear no número de grãos por fileira a medida em que as doses de N foram elevadas de 0 kg ha⁻¹ para 100 kg ha⁻¹, 200 kg ha⁻¹ e 300 kg ha⁻¹ (Figura 8), como visto por Souza et al. 2011 que obteve resultados similares ao elevar a dose de adubação de N em cobertura, diferente do observado por Tomazela et al. (2006), que estudando adubação nitrogenada em milho não obteve diferença significativa no NGF com a elevação das doses de N em cobertura, possivelmente por esta característica estar ligada a genética do híbrido utilizado podendo ser mais ou menos responsivo a elevação das doses de N, a irrigação não apresentou interação com a dose de N aplicada.

Tabela 4 - Variável número de grãos por fileiras (NGF).

Doses	Irigado	Não irrigado	Média
0	33,05	26,80	30,95
100	32,67	26,60	31,31
200	34,42	30,00	32,95
300	35,15	29,75	33,35
média	33,82 a	28,78 b	
CV (%)	2,75		

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey (p=0,05), n.s.: não significativo, CV%: coeficiente de variação.



Figura 7 - Diferença visual entre as espigas de sequeiro e irrigadas. Fonte: O autor, 2019.

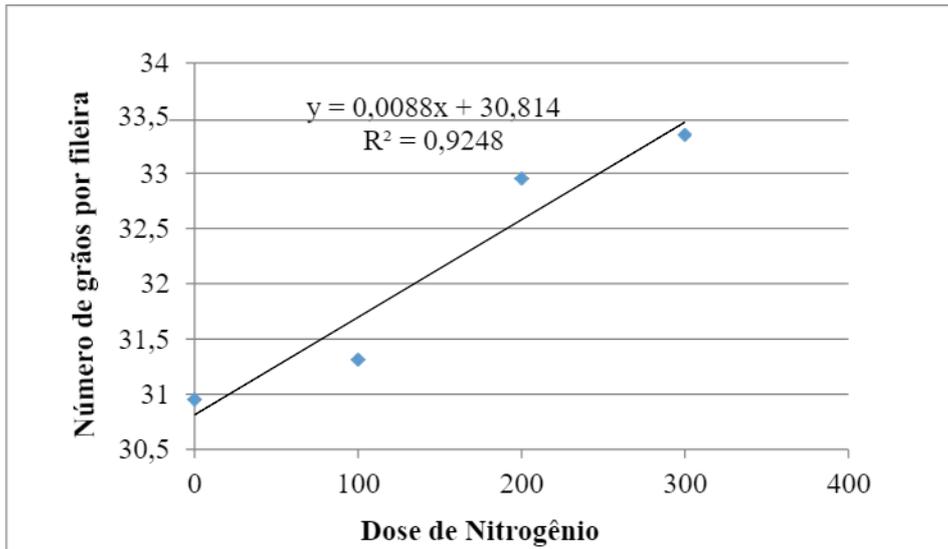


Figura 8 – Crescimento linear na relação dose e número de grãos por fileira. Fonte: O autor 2021.

7.1.4. Número de fileiras por espiga (NFE)

O número de fileiras por espiga também foi avaliado apresentando diferença significativa para o efeito da irrigação, que pode ser explicado pelo fato da cultura definir o potencial de NFE entre os estádios de V8-VT como proposto por Fancelli (1986), podendo se reduzir o tamanho das espigas caso ocorra déficit hídrico neste período que é cerca de 6 a 8 semanas após a emergência da cultura, coincidindo com o mês de janeiro

onde entre chuvas e irrigação tivemos um total de 148 mm fornecidos, nos dados obtidos as espigas de sequeiro apresentaram médias de NFE menores quando comparadas as das parcelas irrigadas (Figura 8), variando de 13,45 para 14,33 fileiras por espiga (Tabela 5). O efeito da dose não se mostrou significativo para o quesito NFE, característica essa que não se altera com as doses por se tratar de um fator genético do híbrido, não respondendo a elevação das doses de N, como observado por Tomazela et al. (2006), que não verificou efeito de doses de N na forma de ureia, aplicadas na semeadura ou após a emergência no número de fileiras de grãos por espiga. Não houve interação significativa na relação entre doses de N e Irrigado e sequeiro.



Figura 8 - Diferença visual do NFE entre as espigas de sequeiro e irrigadas.
Fonte: O autor, 2019.

Tabela 5 - Número de fileiras por espiga (NFE).

Doses	Irigado	Não irrigado	Média
0	14,00	13,40	13,8 ns
100	14,10	13,00	13,7
200	14,40	14,10	14,3
300	14,82	13,30	14,3
média	14,33 a	13,45 b	
CV (%)	2,88		

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey ($p=0,05$), n.s.: não significativo, CV%: coeficiente de variação.

7.1.5. Peso de mil grãos (PMG)

No período em que a cultura se encontrava no estágio de enchimento de grãos, que coincidia com a primeira semana do mês de fevereiro não houve déficit hídricos severos para a cultura, visto que no mês de fevereiro as chuvas foram mais regulares, totalizando cerca de 206 mm, contudo o acionamento do sistema de irrigação nos momentos mais pontuais de necessidade, que totalizaram cerca de 25 mm, possibilitaram que o híbrido expressasse seu máximo potencial genético, tornando significativa a variável de PMG quanto ao efeito da irrigação. Os dados obtidos demonstram que o acúmulo na massa de mil grãos foi maior nas parcelas onde se tinha a irrigação, variando de 436 gramas nas parcelas de sequeiro para 455 gramas nas parcelas irrigadas (Tabela 6).

O PMG está atrelado principalmente ao fator genético da planta, porém em casos onde ocorra déficit hídrico na fase de enchimento de grãos, o PMG pode se alterar, visto que a planta não irá expressar todo seu potencial genético, influenciando diretamente na produtividade final. Reafirmando os dados obtidos pelos estudos de Fancelli. (1986), que já apontava que o estresse hídrico no momento de enchimento de grãos reduz o PMG final da cultura do milho.

Os efeitos das doses de N não foram significativos para o acúmulo de massa dos grãos, possivelmente pelo fato do PMG ser uma característica do genotípica, como constataram Casagrande & Fornasieri Filho, (2002), estudando a adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha, dados que contrapõem Amaral Filho et al. (2005) e Ohland et al. (2005), os quais utilizaram quantidades de 0 kg ha^{-1} , 150 kg ha^{-1} e 200 kg ha^{-1} de N em cobertura respectivamente, e obtiveram resultados crescentes a medida que se elevou as doses de N, a discordância na literatura demonstra que a massa de mil grãos não é afetada somente pelo genótipo, mas pela disponibilidade de nutrientes e condições climáticas na fase de enchimento de grãos (Ohland et al. 2005).

Tabela 6 - Variável peso de mil grãos (PMG).

Doses	Irigado	Não irrigado	Média
0	0,4275	0,4494	0,4316 ns
100	0,4347	0,4714	0,4436
200	0,4332	0,4639	0,4403
300	0,4502	0,4764	0,4558
média	0,4364 b	0,4558 a	
CV (%)	4,48		

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey ($p=0,05$), n.s.: não significativo, CV%: coeficiente de variação.

7.1.6. Produtividade

A produtividade apresentou dados significativos para o efeito da irrigação, as médias produtivas encontradas foram de 12.921 kg ha⁻¹ para o cultivo irrigado, contra médias de 10.591 kg ha⁻¹, nas áreas de sequeiro (Tabela 7). A produtividade final é dada em função dos componentes de rendimento da cultura, que como já observados foram afetados pelo efeito da irrigação, resultando numa produtividade elevada nas parcelas onde foi realizado o fornecimento de água via irrigação, ao todo foram fornecidos cerca de 710 mm de água durante o ciclo completo da cultura, valores acima dos citados por Bergamaschi et al. (2001), que eram de 650 mm, diferença está que possibilitou o incremento na produtividade final.

Os dados obtidos apresentaram uma resposta linear a adubação nitrogenada (Figura 10). Os resultados no incremento da produção da cultura com aumento nas doses de N foram similares aos de Casagrande & Fornasieri Filho (2002), que foram observados posteriormente por Araujo et al. (2004) que obteve um incremento na produtividade com a elevação na dose de N aplicado em cobertura, observando a dose de 300 kg ha⁻¹ como a mais efetiva, resultando nas maiores produtividades, nas parcelas irrigadas, já nas parcelas de sequeiro as doses de 200 e 300 kg ha⁻¹ não apresentaram diferença significativa entre si, possivelmente pelas perdas por volatilização comuns em doses tão elevadas em áreas de sequeiro.

As médias produtivas da região giram em torno do 9.000 kg ha⁻¹, abaixo das observadas no experimento, a elevada produtividade nas áreas de sequeiro, mesmo nas

parcelas onde a dose utilizada de N em cobertura foi 0, pode ser explicada dado alguns fatos, tais como o histórico da área, que possui integração lavoura pecuária com excelente manejo de lotação animal, que no inverno passado a implantação do projeto possuía uma lotação de cerca de 10 UA por hectare, que realizam ciclagem de nutrientes no sistema no momento de ocupação da área, além do manejo das pastagens utilizadas, que recebem adubação nitrogenada e fosfata com frequência, e da adubação utilizada no momento de plantio do milho que forneceu cerca de 40 kg ha⁻¹ de N na base.

Outro fator determinante para a diferença na produtividade final mesmo nas áreas de sequeiro foi o adensamento populacional empregado no momento de semeadura que foi de 3,6 sementes por metro linear e uma população de 79.999 plantas por hectare, que proporcionou um estande final de cerca 71.110 plantas por hectare, 3,2 plantas por metro linear, acima do que comumente se encontra na região que gira em torno de 3 a 3,1 sementes por metro linear no momento de plantio, que geralmente são reduzidas por danos nos estádios iniciais da cultura compondo um estande final de 2,7 a 2,8 sementes por metro linear.

Tabela 7 - Efeito de da irrigação e dose de N aplicados na produtividade final.

Doses	Produtividade kg ha ⁻¹		
	Irrigado	Não irrigado	Média
0	12027,0	9517,0	11190,3
100	12253,3	10344,5	11617,0
200	13043,5	11023,0	12370,0
300	14361,3	11363,0	13361,8
média	12921,3 a	10591,9 b	
CV (%)	4,51		

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey (p=0,05), n.s.: não significativo, CV%: coeficiente de variação.

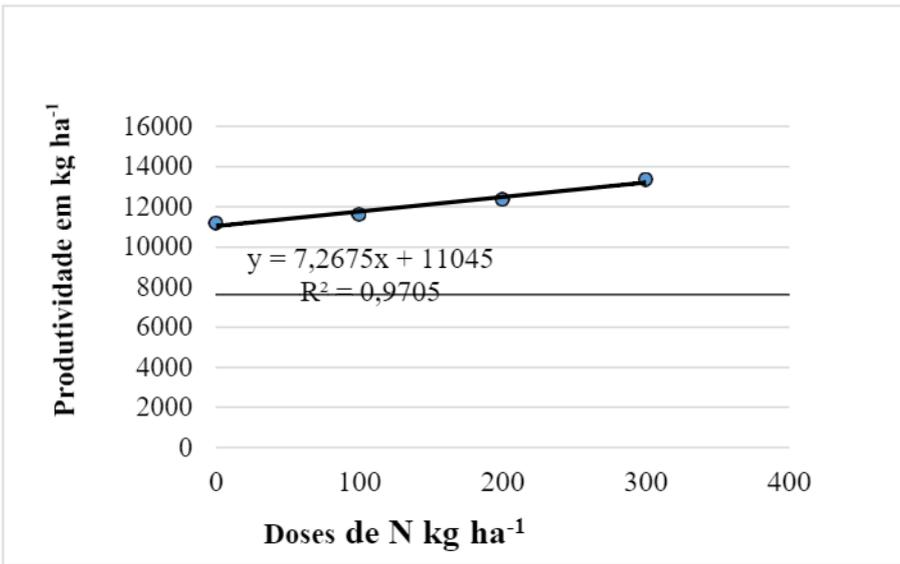


Figura 10 – Crescimento linear na relação dose e produtividade média.
Fonte: O autor 2021.

8. CONCLUSÃO

De modo geral a cultura apresentou excelente desempenho na produtividade final, mesmo nas áreas de sequeiro, contudo os dados obtidos ao longo do trabalho sugerem que o uso da irrigação foi positivo e deve ser adotado em casos onde é possível e viável economicamente.

As doses de nitrogênio, apresentaram um crescimento linear na produtividade, se sobressaindo nos cultivos irrigados, dado a redução das perdas de N por volatilização, bem como o fornecimento de água em momentos críticos ao longo do desenvolvimento da cultura, que aliado as altas doses de N proporcionaram altos rendimentos.

A dose de 300 kg ha⁻¹ de N apresentou a melhor resposta no incremento de produtividade, apresentando médias satisfatórias acima de 14.000 kg ha⁻¹, nas parcelas irrigadas e acima de 11.000 kg ha⁻¹ nas parcelas de sequeiro.

REFERÊNCIAS

AMARAL FILHO, J. P. R. et al. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 467-473, 2005.

ALVA, A. K. et al. Nitrogen and irrigation management practices to improve nitrogen uptake efficiency and minimize leaching losses. **Journal of Crop Improvement, Binghamton**, v. 15, n. 2, p. 369-420, 2005.

ARATANI, R.G.; FERNANDES, F.M.; MELLO, L.M.M. Adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho irrigado, em sistema plantio direto. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v.5 n.9, p.1-10, 2006.

BONO, José Antonio et al. Modo de aplicação de fertilizantes nitrogenados na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Agrarian**, v.1, n.2, p.91-102, 2008.

BERGAMASCHI, Homero et al. Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 2, p.243-249, fev. 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2006000200008>> Acesso em: 20 mai. 2017.

BERGAMASCHI, Dalmago et al. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.9, p.831-839, set. 2004.

BERGAMASCHI, RADIN et al, M. Estimating maize water requirements using agrometeorological data. **Revista Argentina de Agrometeorologia**, v.1, p.23-27, 2001.

BARTH, G.; TUCHER, S. von. SCHMIDHALTER, U. Influence of soil parameters on the effect of 3,4-dimethylpyrazole-phosphate as a nitrification inhibitor. **Biology and Fertility of Soils**, New York, v. 34, p. 98-102, 2001.

CASAGRANDE, J.R.R.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.33-40, 2002.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. p. 375-470. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B; NEVES, J.C.L. (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2007. 1017p.

CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P.C.O.; CONTIN, T.L.M.; DIAS, F.L.F.; ROSSETTO, R.; MARCELINO, R.; COIMBRA, R.B.; QUAGGIO, J.A. Ammonia volatilisation from urease inhibitor treated urea applied to sugarcane trash blankets. **Scientia Agricola**, v. 65, p. 397- 401, 2008.

CANTARELLA, H.; MATTOS JÚNIOR, D.; QUAGGIO, J.A.; RIGOLIN, A.T. Fruit yield of Valencia sweet orange fertilized with different N sources and the loss of applied N. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 67, p.215-223, 2003

CERETTA, C.A.; SILVEIRA, M.J. Manejo da fertilidade do solo para altas produtividades. In: CARLESSO, R. et al. (Ed.). **Irrigação por aspersão no Rio Grande do Sul**. Santa Maria: UFSM, 2001. p.10-20.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Site Conab, 10 março 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 16 março 2020.

FANCELLI, A.L.; DOURADONETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: FANCELLI, A.L.; DOURADONETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. p. 21-54.

FARINELLI, Rogério; LEMOS, Leandro Borges. NITROGÊNIO EM COBERTURA NA CULTURA DO MILHO EM PREPARO CONVENCIONAL E PLANTIO DIRETO CONSOLIDADOS. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, jan/mar 2012.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Information System on Water and Agriculture - AQUASTAT**, 2012.

FONTOURA, S.M.V. & BAYER, C. Adubação nitrogenada para alto rendimento de milho em plantio direto na região Centro-Sul do Paraná. **R. Bras. Ci. Solo**, 33:1721-1732, 2009.

FONTOURA, S.M.V. Adubação nitrogenada na cultura do milho em Entre Rios, Guarapuava, Paraná. Guarapuava, **Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária**, p.95, 2005.

IFA - INTERNATIONAL FERTILIZER INDUSTRY ASSOCIATION. Disponível em: <http://www.fertilizer.org/ifa/Home-Page/STATISTICS/Fertilizer-supply-statistics>, acessado em 28/03/2019.

J.A. SOUZA ET AL. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha irrigado em plantio direto, *Bragantia*, **Campinas, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP**, v. 70, n. 2, p.447-454, 2011.

LINK, J. et al. Evaluating the economic and environmental impact of environmental compensation payment policy under uniform and variable-rate nitrogen management. *Agricultural Systems*, v.91, p.135-153, 2006.

MAAK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná, 350p, 1968.

MAGALHÃES, P. C et al. Fisiologia da planta de milho. Sete Lagoas: **EMBRAPA-CNPMS**, 1995. 27 P. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 20).

OHLAND, R. A. A. et al. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 29, n. 3, p. 538-544, 2005.

PAVINATO, P. S. et al. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 358-364, 2008.

PEIXOTO, C.M. Resposta de genótipos de milho à densidade de plantas, em dois níveis de manejo. Porto Alegre: **UFRGS, Faculdade de Agronomia**, p.118, 1996.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M.L. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultura do milho num solo com alto teor de matéria orgânica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.29, n.1, p.13-24, 1994.

SILVA, P.R.F; MUNDSTOCK, C.M. Determinação dos efeitos de quatro densidades de plantas no rendimento de grãos e características agronômicas em seis cultivares de milho. *Revista da Faculdade de Agronomia da UFRGS*, Porto Alegre, v.1, p.141-156, 1976.

SORATTO et al. Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 41, p. 511-518, 2010.

TOMAZELA, A.L.; FAVARIN, J.L.; FANCELLI, A.L.; MARTIN, T.N.; DOURADO NETO, D; REIS, A.R. **Doses de nitrogênio e fontes de Cu e Mn suplementar sobre a severidade da ferrugem e atributos morfológicos do milho**. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.5, n.2, p.192-201, 2006.