

ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHO VERDE CULTIVADO EM DIFERENTES PERÍODOS

José Manuel dos Passos Lima¹

Geocleber Gomes de Sousa²

RESUMO: O método de aplicação de N por meio da fertirrigação proporcionará uma maior produtividade da cultura do milho verde no período seco. Nesse sentido, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes métodos de aplicação do nitrogênio no desempenho agrônômico do milho verde durante os períodos chuvoso e seco. O experimento foi disposto em delineamento de blocos casualizados, no arranjo de parcelas subdivididas no tempo, com cinco repetições. As parcelas foram constituídas por dois períodos de cultivo (chuvoso e seco), e as subparcelas referente a diferentes métodos de adubação nitrogenada correspondente a quatro combinações de aplicação de nitrogênio (N) no solo (FF = forma fertirrigada com 100% da dose recomendada; FC = forma convencional com 100% da dose recomendada; FF+FC = forma fertirrigada com 50% da dose recomendada + forma convencional com 50% da dose recomendada em fundação e cobertura, respectivamente; e FC+FF = forma convencional com 50% da dose recomendada + forma fertirrigada com 50% da dose recomendada em fundação e cobertura, respectivamente). O método de adubação nitrogenada via fertirrigação (FF) proporcionou os maiores valores para as características de produtividade da cultura do milho verde cultivado no período seco. Os métodos de adubação nitrogenada via fertirrigação (FF) e convencional mais fertirrigada (FC+FF), foram mais eficientes quanto ao comprimento e diâmetro da espiga de milho verde com palha, e o número de fileiras por espiga. O período chuvoso proporcionou os maiores valores para o comprimento e diâmetro da espiga de milho verde com palha, e número de fileiras por espiga. O período chuvoso associado aos métodos de adubação nitrogenada via fertirrigação (FF) e convencional mais fertirrigada (FC+FF), proporcionaram maior rendimento em massa da espiga de milho verde com e sem palha, número de grãos por fileira, produtividade total de espigas verdes com palha e sem palha, e produtividade total de grãos.

Palavras-Chaves: *Zea mays* L., ureia, déficit hídrico.

¹ Discente do curso de Agronomia pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). passosmanuel@aluno.unilab.edu.br

² Orientador. Prof. do curso de Agronomia da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). sousagg@unilab.edu.br

NITROGEN FERTILIZATION IN GREEN MAIZE GROWN IN DIFFERENT PERIODS

ABSTRACT: The method of N application through fertigation will provide greater productivity for the green maize crop in the dry season. The aim of this study was to evaluate the effect of different nitrogen application methods on the agronomic performance of green maize during the rainy and dry seasons. The experiment was laid out in a randomized block design with plots subdivided by time, with five replications. The plots were made up of two growing seasons (rainy and dry), and the sub-plots referred to different nitrogen fertilization methods corresponding to four combinations of nitrogen (N) application to the soil (FF = fertigation with 100% of the recommended dose; FC = conventional fertilization with 100% of the recommended dose; FF+FC = fertigation with 50% of the recommended dose + conventional fertilization with 50% of the recommended dose in foundation and top dressing, respectively; and FC+FF = conventional fertilization with 50% of the recommended dose + fertigation with 50% of the recommended dose in foundation and top dressing, respectively). The method of nitrogen fertilization via fertigation (FF) provided the highest values for the yield characteristics of the green maize crop grown during the dry season. The methods of nitrogen fertilization via fertigation (FF) and conventional fertilization plus fertigation (FC+FF) were more efficient in terms of the length and diameter of the ear of green maize with straw, and the number of rows per ear. The rainy season provided the highest values for the length and diameter of the ear of green corn with straw, and the number of rows per ear. The rainy season associated with nitrogen fertilization methods via fertigation (FF) and conventional fertilization plus fertigation (FC+FF) provided the highest yields in terms of green corn cob mass with and without straw, number of grains per row, total yield of green corn cobs with and without straw, and total grain yield.

Keywords: *Zea mays* L., urea, water deficiency.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea pertencente à família das Poaceae cultivado praticamente em todas as regiões do mundo, com sinais de origem na América Central e/ou no México (Hossain et al., 2016). É uma cultura que possui ampla diversidade de genótipos com finalidades distintas (grãos, silagem e/ou espigas para milho verde) e ciclo vegetativo variável entre precoce a tardio, possibilitando grande adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas do planeta (Duarte et al., 2016).

O milho, quando destinado para a produção de espigas verdes, é classificado como uma olerícola tendo em vista ao alto valor agregado, ciclo produtivo curto e destino ao consumo humano, podendo ser comercializado em conserva ou enlatado por meio do processamento industrial, na forma de espigas ou grãos colhido em estado leitoso (R3), com 70 a 80% de umidade (Azevedo Monteiro et al., 2020).

Na região nordeste do Brasil, o milho verde é uma cultura típica da agricultura familiar, geralmente cultivado em áreas inferiores a 20 hectares (Fernandes et al., 2019), se configurando como uma das principais culturas agrícolas, sendo bastante cultivado em condições de sequeiro durante a estação chuvosa ou através da irrigação durante a estação seca. Apesar da grande importância socioeconômica da cultura, os produtores dessa região têm encontrado inúmeros desafios quanto ao método de aplicação da adubação nitrogenada.

O nitrogênio desempenha funções essenciais ligadas aos processos bioquímicos da planta, participando de compostos orgânicos como os aminoácidos e proteínas, além da atuação enzimática, participando de diversos processos fisiológicos vitais, como na fotossíntese (Prado, 2020). A deficiência de nitrogênio no milho causa clorose nas folhas, devido à diminuição na síntese de clorofila, reduzindo a área foliar e refletindo negativamente na produtividade (Malavolta, 2006), nesse sentido, a escolha do método de adubação nitrogenada pode mitigar efeitos adversos ocasionados pelo período de cultivo, considerando que o milho é bastante sensível ao déficit hídrico e a temperaturas elevadas, o que pode influenciar na resposta da cultura a aplicação de N.

A região semiárida nordestina é caracterizada pela predominância de clima tropical, apresentando forte insolação, temperaturas relativamente altas e regime de chuvas marcado pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações em um curto período, em média, de três a quatro meses (Marengo, Torres & Alves, 2017). O período chuvoso ocorre entre os meses de fevereiro a maio, já o período seco de julho a dezembro, onde neste último há uma redução na pluviometria e maiores índices de radiação solar, resultando em elevadas taxas de evapotranspiração potencial e real, as quais reduzem a umidade do solo (Cavalcante et al., 2022), afetando na absorção hídrica das plantas e reduzindo a eficiência na absorção do nitrogênio.

Definir o melhor método de adubação nitrogenada via fertirrigação ou convencional durante o período chuvoso e seco é um desafio do meio científico. Diante disso, torna-se necessário a obtenção de informações que possibilitem melhor reconhecimento quanto ao manejo da adubação nitrogenada e da resposta de N em diferentes períodos de cultivo. Uma estratégia viável é trabalhar com a fertirrigação nitrogenada aplicada de forma parcelada, ou

combinar com a adubação convencional, de modo a obter melhores índices de produtividade de espigas de milho verde (Palaretti & Dalri, 2022).

A fertirrigação é uma técnica que consiste na aplicação de fertilizantes via água de irrigação de forma parcelada obedecendo uma frequência de aplicação (Pinto & Feitosa Filho, 2009). Já adubação convencional consiste em aplicar o adubo na linha de plantio diretamente no solo (fundação e cobertura) numa profundidade que varia de 5 a 10 cm (Ernani et al., 2007).

A adubação nitrogenada pelo método convencional poderá resultar em uma perda de 60% de nitrogênio no sistema solo-água-planta, e reduzir a eficiência de uso de N (EUN) em até 50% pela cultura do milho (Motasim et al., 2022), dessa forma, o método de aplicação de N por meio da fertirrigação proporcionará uma maior produtividade da cultura do milho verde no período seco. Nesse sentido, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes métodos de aplicação do nitrogênio no desempenho agrônômico do milho verde durante os períodos chuvoso e seco.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, no ano de 2022 durante a estação chuvosa (fevereiro a maio), e durante a estação seca (setembro a novembro), em área experimental pertencente à Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Campus da Liberdade, localizada na cidade de Redenção (04°13'21.05" S; 38°43'33.37" O, e uma altitude média de 88,8 m), no estado do Ceará.

A região apresenta clima do tipo BSh (clima semi-árido quente), sendo caracterizado por temperaturas muito quentes, distribuição de chuvas irregular, forte insolação, e índices elevados de evaporação (Alvares et al., 2013), apresentando uma precipitação média anual de 1137 mm durante o ano de 2022 (Funceme, 2023). Na figura 1, estão apresentados os dados de precipitação e temperaturas durante a condução do experimento para os dois períodos de cultivo.

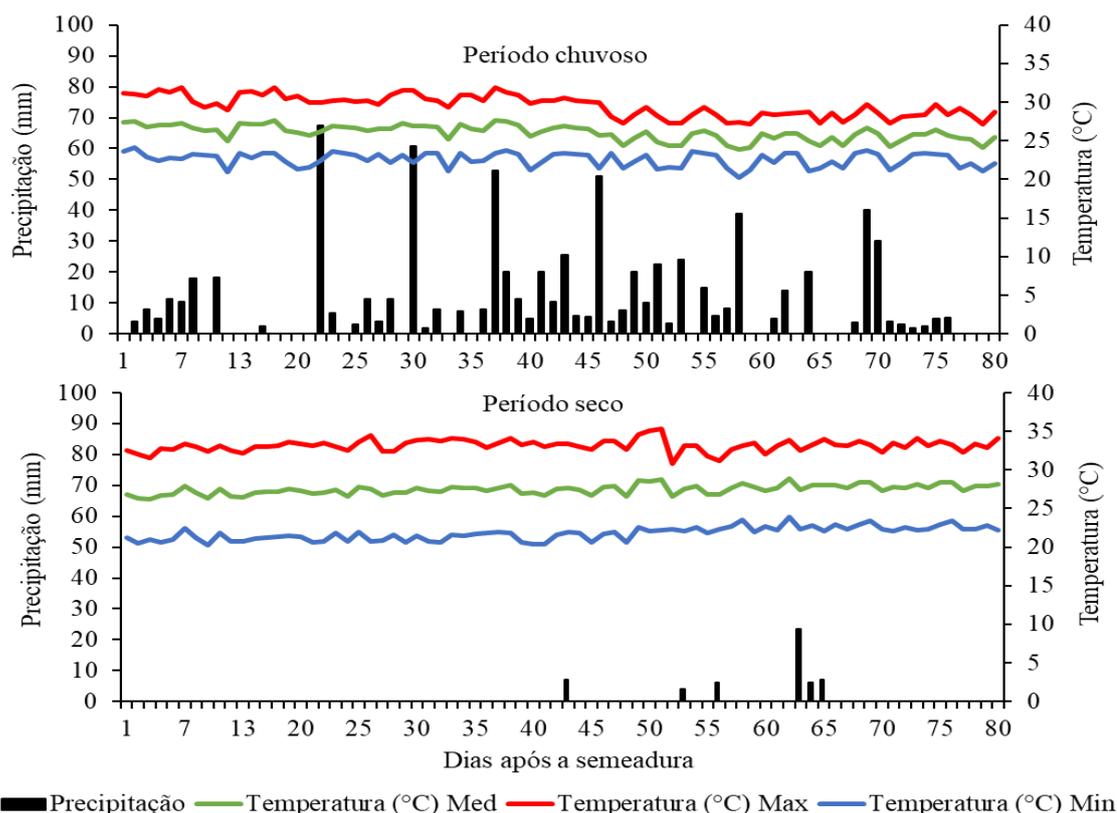


Figura 1. Valores de precipitação e temperaturas média, máxima e mínima registrados durante a condução do experimento do milho verde para os dois períodos de cultivo (chuvoso e seco) no ano de 2022.

A presente pesquisa foi desenvolvida em um Argissolo vermelho-amarelo, com textura arenosa no horizonte A (Santos et al., 2018). A caracterização química do solo antes da semeadura do milho, na profundidade de 0 – 20 cm para os períodos de cultivo, estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química do solo da área experimental na camada de 0 – 20 cm.

Período	Características químicas											
	pH (H ₂ O)	P* mg kg ⁻¹	Ca	Mg	K	H+Al	Al	SB	T	V	M.O.	N
			----- cmol _c kg ⁻¹ -----				-----			%	g kg ⁻¹	
Chuvoso	7,2	49	6,9	1,8	0,10	0,17	0	8,80	8,97	98,10	7,45	0,44
Seco	6,5	1	1,9	1,9	0,16	1,65	0,05	3,96	5,61	70,58	4,76	0,28

P* = extrator mehlich, SB = soma de bases, T = CTC total, V = saturação por bases, M.O. = matéria orgânica.

O experimento foi disposto em delineamento de blocos casualizados, no arranjo de parcelas subdivididas no tempo, com cinco repetições. As parcelas foram constituídas por dois períodos de cultivo (chuvoso e seco), e as subparcelas referente a diferentes métodos de adubação nitrogenada correspondente a quatro combinações de aplicação de nitrogênio (N) no solo (FF = forma fertirrigada com 100% da dose recomendada; FC = forma convencional com

100% da dose recomendada; FF+FC = forma fertirrigada com 50% da dose recomendada + forma convencional com 50% da dose recomendada em fundação e cobertura, respectivamente; e FC+FF = forma convencional com 50% da dose recomendada + forma fertirrigada com 50% da dose recomendada em fundação e cobertura, respectivamente).

Para o tratamento com 100% da dose recomendada de N via fertirrigação (FF), nos períodos chuvoso e seco, a adubação foi parcelada em nove e sete vezes, respectivamente, sendo a primeira fertirrigação aplicada aos 07 dias após a semeadura (DAS) durante os dois períodos de cultivo, e a última fertirrigação aplicada aos 49 DAS para o período chuvoso e ao 42 DAS para o período seco. No tratamento com 100% da dose recomendada de N via convencional (FC), 20% foi aplicada na semeadura e os 80% em cobertura aos 21 DAS para os dois períodos de cultivo, quando as plantas estavam em estágio V4. No tratamento FF+FC, 50% da dose recomendada foi aplicada via fertirrigação durante a fase inicial do estágio vegetativo da cultura, dos 07 aos 18 DAS, sendo parcelado em quatro e três vezes, durante os períodos chuvoso e seco, respectivamente; e 50% na forma convencional (FC), sendo aplicado em cobertura aos 21 DAS para os dois períodos de cultivo. Para o tratamento FC+FF, 50% da dose recomendada foi aplicada em sua totalidade na semeadura via convencional; e 50% em cobertura via fertirrigação aplicada a partir dos 21 DAS para os dois períodos de cultivo, sendo a última fertirrigação aplicada aos 49 DAS para o período chuvoso e aos 42 DAS para o período seco, parcelado em quatro e três vezes, respectivamente.

As fertirrigações foram aplicadas no solo manualmente, sendo realizado a diluição do fertilizante na água em recipiente plástico. Já na forma convencional, as aplicações de N também foram realizadas manualmente com o auxílio de uma enxada, utilizada para abrir os sulcos com profundidade de 5 cm e espaçados a 20 cm da planta, a seguir, realizou-se a aplicação do fertilizante de forma linear nos sulcos. Após a distribuição, o adubo foi enterrado para evitar perdas por volatilização, simulando ao que é feito pelos agricultores locais.

O híbrido de milho utilizado foi o BRS 3046, semeado durante a estação chuvosa no dia 14/02/2022 e durante a estação seca no dia 12/09/2022. A semeadura foi realizada de forma manual, no espaçamento de 1,0 m x 0,2 m, com 5 sementes por cova. Posteriormente, aos 10 dias após a semeadura (DAS), foi realizado o desbaste, deixando-se apenas uma planta por cova, estabelecendo uma população de 50.000 plantas ha⁻¹.

Para a adubação seguiu-se a recomendação para a cultura do milho verde de Ribeiro (1999), correspondente a 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 80 kg ha⁻¹ de potássio e 100 kg ha⁻¹ de fósforo, utilizando-se os fertilizantes ureia (45% de N), cloreto de potássio (60% de K₂O) e superfosfato simples (18% de P₂O₅). As doses de nitrogênio foram aplicadas de acordo com

os tratamentos, conforme descrito anteriormente. Por sua vez, já a dose de potássio foi dividida em duas parcelas iguais (uma na semeadura e outra em cobertura, aos 20 DAS) e a dose de fósforo foi aplicada em sua totalidade em fundação. Aos 30 DAS realizou-se uma aplicação de sulfato de zinco (20% de Zn), correspondente a 5 kg ha⁻¹ de zinco.

O controle de plantas daninhas foi realizado com duas capinas manuais com enxada realizadas aos 15 e 35 dias após a semeadura, para os dois períodos de cultivo. O controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda* Smith.) foi realizado com pulverizações de inseticidas registrados para a cultura e em doses recomendadas pelo fabricante, sendo realizada três aplicações durante o período chuvoso, aos 15, 25 e 40 DAS, e uma aplicação durante o período seco, aos 40 DAS, sendo ambos aplicados com pulverizador costal com capacidade de 20 litros utilizando o bico tipo leque (105°).

Para a manutenção das condições hídricas do solo e ideal desenvolvimento da cultura, foi montado um sistema de irrigação localizada por gotejamento, sendo utilizados emissores com vazão de 8 L h⁻¹, e espaçamento de 0,2 m entre esses emissores, com o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) de aproximadamente 92%. No período chuvoso a irrigação era aplicada nos veranicos, enquanto que durante o período seco o manejo da irrigação era realizado com um turno de rega de 2 dias, onde a quantidade de água aplicada foi calculada com base no coeficiente da cultura (Kc) (Doorenbos & Kassam, 1994), e evapotranspiração de referência (ET_o) estimada pelo método do tanque classe A.

O tempo de irrigação foi estimado a partir da Eq. 1;

$$T_i = (ET_c \times E_p) / (E_a \times q) \times 60 \quad (1)$$

Em que:

T_i - tempo de irrigação (min);

ET_c - evapotranspiração da cultura (mm);

E_p - espaçamento entre gotejadores;

E_a - eficiência de aplicação (0,92); e,

q - vazão (L h⁻¹).

As colheitas foram realizadas de forma manual conforme as espigas atingiam o ponto de grão leitoso (R3), ou seja, quando os grãos estavam com 70 a 80% de teor de umidade, considerando o ponto ideal para a comercialização *in natura*, aproximadamente aos 80 DAS no período chuvoso e dos 72 aos 80 DAS no período seco. Foram coletadas cinco espigas centrais da área útil de cada parcela para a avaliação.

Foram avaliadas as características como, massa da espiga de milho verde com palha – MEMCP e sem palha – MEMSP (sendo realizada a média dos pesos das espigas verdes da área útil contendo a palhada e despalhadas, expressa em g), comprimento da espiga verde com palha – CECF (medido em centímetros com o uso de uma régua graduada,), diâmetro da espiga verde com palha – DECF (medido em mm, com paquímetro digital, na parte central das espigas, e posteriormente calculado para cm), número de fileiras por espiga – NFPE (obtido através da contagem direta do número de fileiras de grãos por espiga), número de grãos por fileira – NGPF (obtido com a contagem do número de grãos por fileira por espiga), produtividade total de espigas verdes com palha – PTECF e sem palha – PTESP (pesadas em balança digital, as espigas da área útil contendo a palhada e despalhadas, respectivamente, e depois feita a relação para produtividade em kg ha^{-1}), e produtividade total de grãos – PTG (os grãos das cinco espigas da área útil foram cortados rente ao sabugo com auxílio de uma faca e pesados em uma balança de precisão, e posteriormente feita a relação para produtividade em kg ha^{-1}).

Para avaliar a normalidade, os dados obtidos foram submetidos ao teste de Kolmogorov-Smirnov ($p \leq 0,05$). Após verificação da normalidade, os dados foram submetidos à análise de variância, e quando significativos pelo teste F, foram submetidos ao teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando o software Assistat 7.7 Beta (Silva & Azevedo, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão dispostos os valores da análise de variância para o comprimento da espiga verde com palha (CECF), diâmetro da espiga verde com palha (DECF), número de fileiras por espiga (NFPE) e número de grãos por fileira (NGPF) em função dos períodos de cultivo e dos métodos de adubação nitrogenada. Constatou-se que houve interação significativa ($p < 0,05$) entre os períodos de cultivo e os métodos de adubação nitrogenada para NGPF, enquanto que houve efeito isolado para CECF, DECF e NFPE ambos os fatores ($p < 0,01$).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para comprimento da espiga verde com palha (CECF), diâmetro da espiga verde com palha (DECF), número de fileiras por espiga (NFPE) e número de grãos por fileira (NGPF) de milho verde em função dos períodos de cultivo (PC) e dos métodos de adubação nitrogenada (MAN).

Fontes de Variação	GL	Quadrado médio			
		CECF	DECF	NFPE	NGPF
Blocos	4	24,27**	3,36 ^{ns}	1,0 ^{ns}	1,49 ^{ns}
PC	1	215,89**	78,38**	126,00**	18,27*

Resíduo (PC)	4	0,21	0,02	0,35	9,88
MAN	3	10,49**	7,92**	34,57**	6,97**
Resíduo (MAN)	24	2,03	0,05	0,45	5,48
PC x FCN	3	1,45 ^{ns}	2,82 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,02*
CV (%) (PC)	-	1,7	3,01	3,71	8,23
CV (%) (MAN)	-	5,27	4,43	3,71	6,13

FV= Fontes de variação; GL= Grau de liberdade; *Significativo ($p < 0,05$); ** Significativo ($p < 0,01$); ns: não significativo; CV: Coeficiente de variação; PC= períodos de cultivo; MAN= Métodos de adubação nitrogenada.

Conforme pode ser observado na Figura 2A, o comprimento da espiga com palha da cultura do milho verde cultivado no período chuvoso foi superior estatisticamente ao período seco, resultando em um incremento de 7,58% no comprimento da espiga.

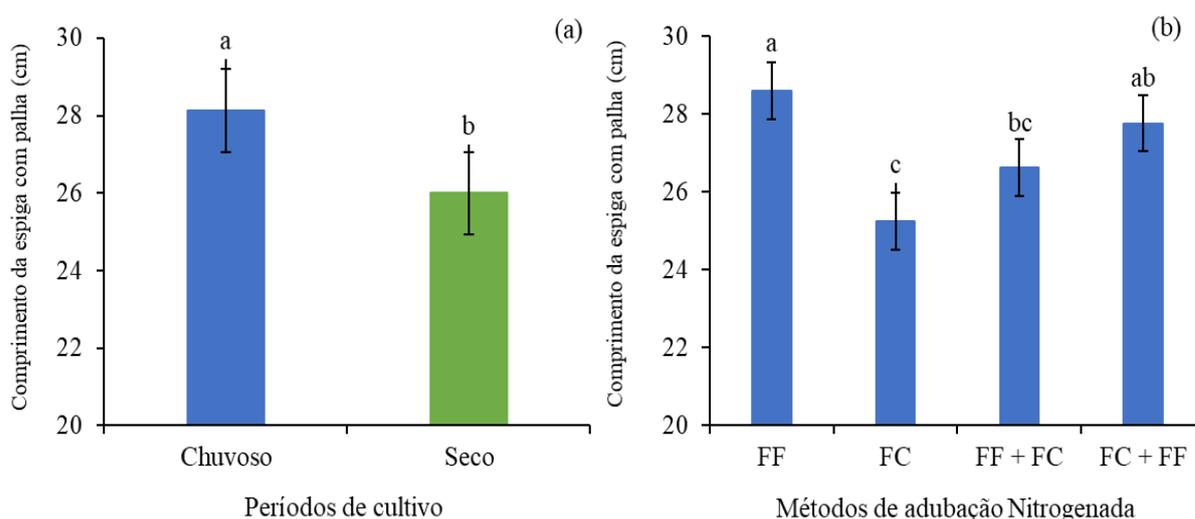


Figura 2. Comprimento da espiga com palha em função dos períodos de cultivo (chuvoso e seco) (A) e dos métodos de adubação nitrogenada (FF = forma fertirrigada com 100% da dose recomendada; FC = forma convencional com 100% da dose recomendada; FF+FC = forma fertirrigada com 50% da dose recomendada + forma convencional com 50% da dose recomendada e FC+FF = forma convencional com 50% da dose recomendada + forma fertirrigada com 50% da dose recomendada) (B). Letras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5%.

A fenologia do milho é diretamente influenciada pelas condições climáticas, interferindo diretamente no fotoperíodo da cultura (Bergamashi & Matzenauer, 2014). Nesse sentido, durante o período chuvoso, época onde se tem uma maior disponibilidade de água no solo devido as chuvas frequentes e as condições ambientais favoráveis (temperatura do ar, radiação solar e umidade relativa), proporcionaram melhores condições para o crescimento e desenvolvimento do milho verde, resultando em um maior crescimento das espigas.

Avaliando os impactos do déficit hídrico no cultivo de milho na Índia, Sah et al. (2020), observaram reduções significativas em componentes de produtividade, incluindo o comprimento da espiga do milho durante o período seco.

Quanto aos métodos de adubação nitrogenada (Figura 2B), a aplicação de N com 100% da dose recomendada via fertirrigação (FF) promoveu o maior comprimento da espiga com palha, apesar de não diferir da forma combinada na qual recebeu 50% da dose recomendada em cobertura via fertirrigação (FC+FF), havendo um incremento de 11,78 e 9,11% respectivamente, no comprimento da espiga com palha em relação ao método de adubação nitrogenada com a aplicação de N com 100% da dose recomendada via convencional (FC) (25,24 cm), na qual obteve o menor valor diferindo significativamente dos demais métodos de adubação de N.

O tamanho potencial da espiga (número de óvulos) bem como o potencial produtivo da cultura do milho, é determinado ao longo do estágio vegetativo, a partir do estágio V4 até V12, onde se tem a confirmação da produção e rendimento da cultura (Fancelli, 2015). Desse modo, o fornecimento de nitrogênio por meio da fertirrigação, possibilitou um suprimento desse nutriente ao longo do ciclo vegetativo da cultura, acompanhando a marcha de absorção de N pela planta, e proporcionando aumento no comprimento de espigas do milho verde.

Ribeiro et al. (2018) verificaram que a aplicação da adubação nitrogenada parcelada em três vezes em proporções iguais até o estágio V4, influenciaram significativamente no comprimento da espiga de milho. Alcantara (2015) estudando a aplicação de diferentes doses de nitrogênio por meio da fertirrigação e pelo método convencional no cultivo de milho doce nas Filipinas, não verificaram diferenças significativas entre os métodos de adubação de nitrogênio para o comprimento da espiga.

O diâmetro da espiga com palha da cultura do milho verde (Figura 3A) cultivado no período chuvoso foi superior estatisticamente ao período seco, resultando em um acréscimo de 8% no diâmetro da espiga.

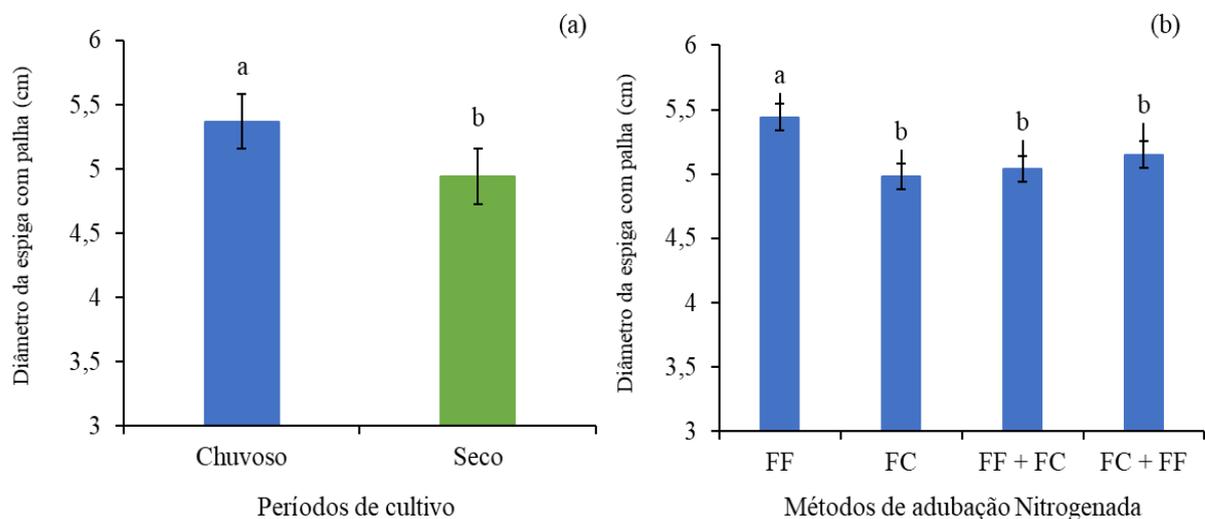


Figura 3. Diâmetro da espiga com palha em função dos períodos de cultivo (chuvoso e seco) (A) e dos métodos

de adubação nitrogenada (FF = forma fertirrigada com 100% da dose recomendada; FC = forma convencional com 100% da dose recomendada; FF+FC = forma fertirrigada com 50% da dose recomendada + forma convencional com 50% da dose recomendada e FC+FF = forma convencional com 50% da dose recomendada + forma fertirrigada com 50% da dose recomendada) (B). Letras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5%.

Um dos principais fatores que comprometem o potencial produtivo da cultura do milho em regiões tropicais é o estresse térmico, ocasionado pelas altas temperaturas (sobretudo durante a noite) e radiação solar, podendo acarretar uma redução na taxa fotossintética devido ao aumento dos gastos por respiração (Ljubicic et al., 2023; Kluge et al., 2015), limitando a produção de carboidratos e energia, provocando um desequilíbrio metabólico e diminuição de fotoassimilados, afetando no desenvolvimento da espiga (Bergamashi & Matzenauer, 2014).

Paranhos et al. (2023) ao avaliarem o desempenho produtivo de dez cultivares comerciais de milho doce exposto a diversas condições ambientais de duas regiões no Sudeste dos Estados Unidos, verificaram impacto direto da temperatura do ar no desenvolvimento do milho doce, onde constaram reduções de 4,6 para 4,3 cm no diâmetro da espiga do milho doce cultivado nos períodos de primavera e outono, respectivamente, no sudeste do Alabama, sendo o outono período marcado pelos maiores valores de temperaturas máximas e mínimas, além precipitação reduzida. Souza et al. (2016) também verificaram a influência dos períodos de cultivo no desempenho da cultura do milho doce cultivado no Mato Grosso do Sul, onde observaram reduções no diâmetro da espiga de milho doce para o período de inverno/primavera, na qual obteve uma temperatura máxima de 29,5 C° e uma pluviometria de 270,3 mm ao longo do ciclo da cultura.

Em relação aos métodos de adubação nitrogenada (Figura 3B), a aplicação de N com 100% da dose recomendada via fertirrigação (FF) promoveu o maior diâmetro da espiga com palha, diferindo estatisticamente dos demais métodos de adubação de N, e acarretando em um aumento de 8,46, 7,35 e 5,33% no diâmetro da espiga empalhada do milho verde em comparação aos métodos de adubação nitrogenada FC, FF+FC e FC FF, respectivamente.

Um fornecimento parcelado de N é necessário para o excelente desenvolvimento do milho verde. Dessa forma, o parcelamento de nitrogênio por meio da fertirrigação aplicado durante o ciclo vegetativo da cultura possibilitou uma maior eficiência do uso deste macronutriente pela planta, uma vez que a fertirrigação garante uma maior uniformidade e distribuição do nutriente na solução do solo próximo as raízes, garantindo uma máxima absorção e assimilação do N mineral pelo sistema radicular das plantas, promovendo assim um maior diâmetro da espiga de milho verde.

Perfeito et al. (2017) ao avaliarem o efeito do parcelamento da fertirrigação nitrogenada no milho doce cristal (BR-402) no estado de Goiás, verificaram maior diâmetro de espigas

com palha com o parcelamento de N em seis aplicações. Li et al. (2021) também verificaram efeitos significativos da fertirrigação nitrogenada aplicada por gotejamento para diâmetro da espiga de milho cultivado no norte da China.

O número de fileiras por espiga do milho verde (Figura 4A) cultivado no período chuvoso foi estatisticamente superior ao período seco, resultando em um aumento de 12,96% no número de fileiras.

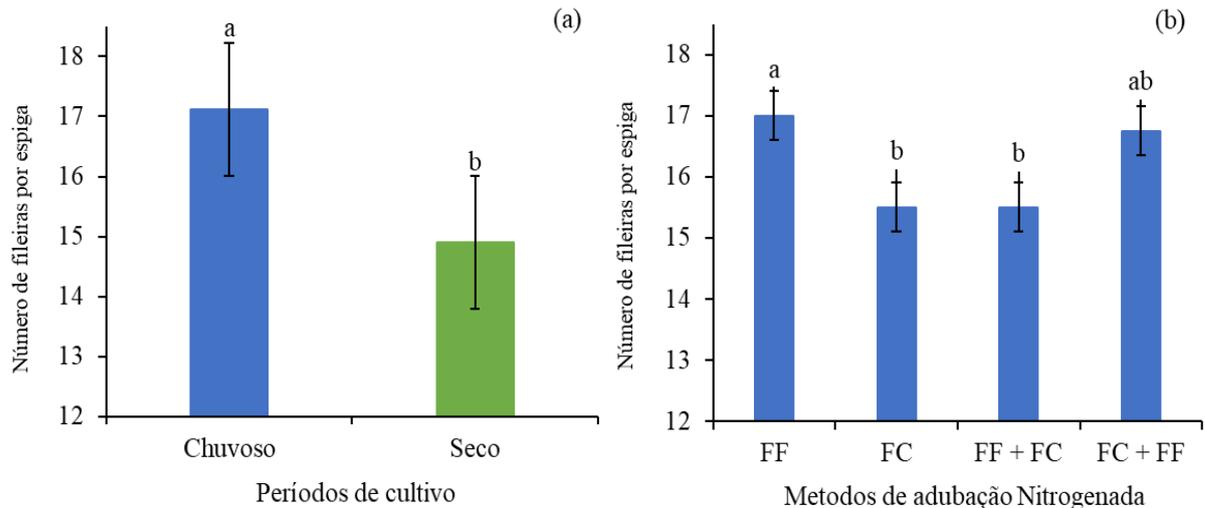


Figura 4. Número de fileiras por espiga em função dos períodos de cultivo (chuvoso e seco) (A) e dos métodos de adubação nitrogenada (FF = forma fertirrigada com 100% da dose recomendada; FC = forma convencional com 100% da dose recomendada; FF+FC = forma fertirrigada com 50% da dose recomendada + forma convencional com 50% da dose recomendada e FC+FF = forma convencional com 50% da dose recomendada + forma fertirrigada com 50% da dose recomendada) (B). Letras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5%.

Esse resultado indica maiores vantagens de se cultivar o milho verde na região nordeste durante o período chuvoso, tendo em vista que na maior parte do semiárido nordestino, além da redução da precipitação, o período seco é caracterizado pela elevação da temperatura, baixa umidade relativa do ar e incidência de ventos secos. Esses fatores aumentam a taxa de evapotranspiração da cultura, ocasionando um desbalanço hídrico nas plantas de milho e afetando em processos bioquímicos e fisiológicos, tendo influência direta no potencial do número de fileiras por espiga a ser determinado pela espécie ainda nos estágios iniciais do ciclo vegetativo, como descritos nos trabalhos de Tan et al. (2022) e Dourado Neto et al. (2015).

Diferentemente da região nordeste, a região centro-sul e sudeste do Brasil apresenta diferença quanto as condições climáticas, com predominância de temperaturas mais elevadas durante o período chuvoso (Rehbein et al., 2018). Nesse contexto, Dias et al. (2019) ao avaliarem o desempenho agrônomo de três híbridos de milho durante as estações de verão e

inverno em Minas Gerais, também constaram o maior número de fileiras por espiga durante o período chuvoso.

Com relação aos métodos de adubação nitrogenada (Figura 4B), a aplicação de N com 100% da dose recomendada via fertirrigação (FF) promoveu o maior número de fileiras por espiga, apesar de não diferir significativamente da forma combinada na qual recebeu 50% da dose recomendada em cobertura via fertirrigação (FC+FF), ocorrendo um incremento de 8,83 e 7,46% respectivamente, no número de fileiras por espiga em relação aos outros dois métodos de adubação de N (FC e FF+FC), onde obtiveram os menores valores estatisticamente.

O número de fileiras de grãos é definido no estágio V8, compreendendo um período de 30 a 35 dias após a emergência, onde ocorre uma elevação da exigência por N pelas plantas de milho (Magalhães & Durães, 2006; Fancelli, 2015). Nesse sentido, o parcelamento da adubação nitrogenada por meio da fertirrigação possivelmente possibilitou uma maior absorção deste nutriente, promovendo uma maior translocação de açúcares e de nitrogênio de órgãos vegetativos (colmo e folhas) para a formação dos grãos, garantindo uma maior eficiência na relação tecidos fonte-dreno, e influenciando na determinação do potencial do número de fileiras por espiga da cultura do milho verde.

De forma contrária, Aragão et al. (2022) ao avaliarem o efeito do parcelamento da adubação nitrogenada em duas variedades de milho verde (BC 2158 e BRS Gorutuba) pelo método convencional no perímetro irrigado de Forquilha, no Ceará, verificam redução para o número de fileiras por espiga com o aumento do parcelamento da adubação nitrogenada acima de seis aplicações, utilizando a ureia como fonte de N.

Segundo dados da Tabela 3, todos os métodos de adubação nitrogenada proporcionaram os maiores valores para o número de grãos por fileira do milho verde para o período chuvoso, diferindo significativamente do período seco.

Tabela 3. Valores médios de número de grãos por fileira de milho verde em função dos períodos de cultivo e dos métodos de adubação nitrogenada.

Métodos de adubação Nitrogenada	Número de grãos por fileira	
	Períodos de cultivo	
	Período chuvoso	Período seco
FF	42,00 aA	37,83 bA
FC	38,00 aB	34,00 bB
FF + FC	39,41 aB	34,83 bB
FC + FF	41,91 aA	37,66 bA
Média	40,33	36

FF = forma fertirrigada com 100% da dose recomendada; FC = forma convencional com 100% da dose recomendada; FF+FC = forma fertirrigada com 50% da dose recomendada + forma convencional com 50% da dose recomendada e FC+FF = forma convencional com 50% da dose recomendada + forma fertirrigada com 50% da dose recomendada. Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Este resultado revela que a eficiência da adubação nitrogenada é influenciada diretamente pelas condições climatológicas (Liu et al., 2015; Govindasamy et al., 2023). Dessa forma, a redução do regime pluviométrico acompanhada pelo intenso calor e da elevação da temperatura no período seco, além de reduzir a umidade do solo, também contribuíram no aumento da volatilização do fertilizante nitrogenado utilizado (Ureia), resultando em perdas significativas de nitrogênio e reduzindo a disponibilidade de N para as plantas de milho.

Da mesma forma, ao avaliarem a eficiência do uso do nitrogênio em dois híbridos de milho em função de épocas de semeadura (início e final da primavera) em condições de clima subtropical na região sul do Brasil, Coelho et al. (2022) verificaram que o atraso da semeadura associado ao déficit hídrico no período referente ao final da primavera reduziu a eficiência da adubação nitrogenada em até 47%, influenciando na diminuição do número de grãos por espiga.

No resumo da análise de variância na Tabela 4, observa-se que houve interação significativa ($p < 0,01$) entre os períodos de cultivo e os métodos de adubação nitrogenada para as características massa da espiga de milho verde com palha e sem palha (MEMCP e MEMSP), produtividade total de espigas verdes com palha e sem palha (PTECP e PTESP) e produtividade total de grãos (PTG).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para massa da espiga de milho verde com palha e sem palha (MEMCP e MEMSP), produtividade total de espigas verdes com palha e sem palha (PTECP e PTESP) e produtividade total de grãos (PTG) em função dos períodos de cultivo (PC) e dos métodos de adubação nitrogenada (MAN).

Fontes de Variação	GL	Quadrado médio				
		MEMCP	MEMSP	PTECP	PTESP	PTG
Blocos	4	1,90 ^{ns}	2,13 ^{ns}	1,36 ^{ns}	2,62 ^{ns}	1,29 ^{ns}
PC	1	61,52**	131,32**	45,56**	143,98**	146,06**
Resíduo (PC)	4	867,52	409,24	2655763,43	883276,03	1212444,68
MAN	3	16,05**	19,39**	19,45**	22,06**	38,07**
Resíduo (MAN)	24	883,93	353,31	2131501,9	792917,9	277458,43
PC x MAN	3	4,90**	5,94**	4,85**	6,90**	10,63**
CV (%) (PC)	-	10,7	10,97	11,76	10,13	18,95
CV (%) (MAN)	-	10,8	10,19	10,54	9,6	9,06

FV= Fontes de variação; GL= Grau de liberdade; *Significativo ($p < 0,05$); ** Significativo ($p < 0,01$); ns: não significativo; CV: Coeficiente de variação; PC= períodos de cultivo; MAN= Métodos de adubação nitrogenada.

Os maiores valores para massa da espiga de milho verde com palha (Tabela 5) foram estatisticamente superiores no período chuvoso para os métodos de adubação nitrogenada na forma fertirrigada com 100% da dose recomendada (FF) e combinada (FC+FF), onde 50% da dose recomendada foi aplicada em cobertura via fertirrigação, ocorrendo um incremento de 28,16 e 24,40% respectivamente, na massa da espiga de milho verde em relação ao método de adubação nitrogenada com a aplicação de N com 100% da dose recomendada via convencional (FC).

Tabela 5. Valores médios de massa da espiga de milho verde com em função dos períodos de cultivo e dos métodos de adubação nitrogenada.

Massa da espiga de milho verde com palha (g)		
Métodos de adubação Nitrogenada	Períodos de cultivo	
	Período chuvoso	Período seco
FF	367,07 aA	280,84 bA
FC	263,70 aB	232,36 aB
FF + FC	267,90 aB	218,52 bB
FC + FF	348,80 aA	223,52 bB
Média	311,86	238,81

FF = forma fertirrigada com 100% da dose recomendada; FC = forma convencional com 100% da dose recomendada; FF+FC = forma fertirrigada com 50% da dose recomendada + forma convencional com 50% da dose recomendada e FC+FF = forma convencional com 50% da dose recomendada + forma fertirrigada com 50% da dose recomendada. Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Enquanto que no período seco apenas o método de adubação nitrogenada na FF foi superior estatisticamente, com acréscimo de 17,26, 22,37 e 20,41% (para FC, FF+FC e FC+FF, respectivamente) na massa das espigas do milho verde. Porém, entre os períodos de cultivo, excetuando a aplicação de N 100% via FC, os demais métodos de adubação nitrogenada apresentaram maiores valores médios para o período chuvoso, diferindo estatisticamente do período seco.

Esse resultado pode estar associado a afirmação de Pereira Lopes et al. (2017), ao descreverem que durante o período chuvoso, a disponibilidade de água no solo é maior, o que permite uma maior absorção de nutrientes, incluindo o nitrogênio. Nesse sentido, a fertirrigação nitrogenada promoveu uma maior uniformidade e distribuição do nutriente no solo, sendo fornecido de forma mais rápida para as raízes das plantas, garantindo uma maior eficiência na assimilação do nitrogênio, proporcionando assim um aumento na massa das espigas empalhadas. Vale ressaltar que o contato deste nutriente (N) na solução do solo com as raízes das plantas ocorre principalmente por meio do fluxo de massa, dessa forma, para

garantir o maior contato N-raiz e uma maior absorção, é fundamental que a umidade do solo esteja adequada (Prado, 2020).

Tendência similar ao deste estudo, foram reportados por Sousa et al. (2015), trabalhando com a adubação nitrogenada pelo método convencional em cobertura utilizando como fonte de N a ureia, aplicada nos estádios V3 e V8 na cultura do milho doce Tropical Plus (Syngenta®) em duas épocas de cultivo (inverno/primavera e verão/outono) na região centro-oeste do Brasil. Esses autores verificaram maiores respostas do milho doce a adubação nitrogenada para época de cultivo onde se obteve uma maior precipitação pluviométrica (verão/outono), principalmente com a concentração dessa precipitação no início do ciclo da cultura, influenciando diretamente no rendimento de espigas de milho doce.

Para massa da espiga de milho verde sem palha (Tabela 6), a aplicação do N em todos os métodos de adubação nitrogenada foram superiores estatisticamente para o período chuvoso, diferindo significativamente do período seco. Os métodos de adubação nitrogenada na forma fertirrigada com 100% da dose recomendada (FF) e combinada (FC+FF), onde 50% da dose recomendada foi aplicada em cobertura via fertirrigação, proporcionaram estatisticamente os maiores valores na massa da espiga de milho verde sem palha no período chuvoso, resultando em um acréscimo de 28,30 e 26,32% respectivamente, em relação ao método de adubação com a aplicação de N com 100% da dose recomendada via convencional (FC).

Tabela 6. Valores médios de massa da espiga de milho verde sem palha em função dos períodos de cultivo e dos métodos de adubação nitrogenada.

Métodos de adubação Nitrogenada	Massa da espiga de milho verde sem palha (g)	
	Períodos de cultivo	
	Período chuvoso	Período seco
FF	257,22 aA	175,95 bA
FC	184,42 aB	137,45 bB
FF + FC	192,60 aB	138,35 bB
FC + FF	250,30 aA	139,55 bB
Média	221,13	147,82

FF = forma fertirrigada com 100% da dose recomendada; FC = forma convencional com 100% da dose recomendada; FF+FC = forma fertirrigada com 50% da dose recomendada + forma convencional com 50% da dose recomendada e FC+FF = forma convencional com 50% da dose recomendada + forma fertirrigada com 50% da dose recomendada. Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para o milho verde cultivado no período seco, a aplicação de N com 100% da dose recomendada via fertirrigação (FF) diferiu estatisticamente dos demais métodos de adubação

nitrogenada, apresentando um aumento de 21,88, 21,37 e 20,69% em relação aos métodos de adubação nitrogenada FC, FF+FC e FC+FF, respectivamente, para a variável em questão.

Esse resultado indica que o parcelamento da adubação nitrogenada, bem como a aplicação de N por meio da fertirrigação trouxe vantagens significativas para massa das espigas. Dessa forma, o fracionamento da adubação promoveu uma maior eficiência na absorção de N ao longo dos estádios fenológicos, reduzindo as perdas por lixiviação ou volatilização, contribuindo diretamente no aumento da atividade fotossintética da cultura, fomentando o acúmulo de fotoassimilados nos grãos e, conseqüentemente, aumentando a massa das espigas de milho verde (Sangoi et al., 2019).

Trabalhando com a fertirrigação nitrogenada de forma parcelada na cultura do milho verde (AG 1051) em Iguatu, na região Centro Sul do estado do Ceará, Fernandes et al. (2019) reportaram efeitos significativos para massa da espiga de milho verde sem palha em resposta a fertilização nitrogenada. Da mesma forma, Sousa et al. (2019) ao avaliarem o efeito da fertirrigação nitrogenada na produtividade do milho verde, trabalhando com o híbrido Bt Feroz (Syngenta®), no perímetro irrigado do estado de Sergipe no semiárido brasileiro, em duas épocas de cultivo (Verão e Inverno), verificaram maiores valores para massa de espigas de milho verde quando fertirrigado com N no inverno, onde a pluviometria foi bem distribuída e a umidade relativa alta durante o ciclo da cultura, apresentando um incremento de 42,95% na massa das espigas em relação ao milho verde cultivado no verão.

Observa-se na Tabela 7, que os maiores valores para produtividade total de espigas verdes com palha foram estatisticamente superiores para o período chuvoso nos métodos de adubação nitrogenada na forma fertirrigada com 100% da dose recomendada (FF) e nas duas combinações (FF+FC e FC+FF), apresentando um incremento de 23,49, 18,43 e 35,92%, respectivamente, na produtividade total de espigas verdes com palha em relação ao período seco. Não houve diferença estatística entre os períodos de cultivo para o método de adubação nitrogenada, com a aplicação de N com 100% da dose recomendada via convencional (FC).

Tabela 7. Valores médios de produtividade total de espigas verdes com em função dos períodos de cultivo e dos métodos de adubação nitrogenada.

Produtividade total de espigas verdes com palha (kg ha ⁻¹)		
Métodos de adubação Nitrogenada	Períodos de cultivo	
	Período chuvoso	Período seco
FF	18.353 aA	14.042 bA
FC	13.194 aB	11.618 aB
FF + FC	13.395 aB	10.926 bB
FC + FF	17.440 aA	11.176 bB

Média	15.595	12.117
FF = forma fertirrigada com 100% da dose recomendada; FC = forma convencional com 100% da dose recomendada; FF+FC = forma fertirrigada com 50% da dose recomendada + forma convencional com 50% da dose recomendada e FC+FF = forma convencional com 50% da dose recomendada + forma fertirrigada com 50% da dose recomendada. Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.		

A resposta pouco expressiva do milho à adubação nitrogenada quando cultivado durante o período seco indica que em condições de altas temperaturas e baixos índices pluviométricos, a resposta das plantas de milho ao nitrogênio é reduzida em regiões tropicais (Altarúgio et al., 2019), coincidindo também ao observado por Rosa et al. (2016), onde avaliando a influência das condições climáticas do leste da Polônia no rendimento de duas cultivares de milho doce (Sweet Nugget F₁ e Sheba F₁) em diferentes períodos de cultivo, verificaram menores rendimentos de espigas verdes para o período com temperatura mais elevada e precipitação reduzida, tendo uma redução de 31,37% na produtividade de espigas, em relação ao período com temperatura mais baixa e precipitação bem distribuída.

Para um manejo adequado da adubação nitrogenada é fundamental observar as exigências deste nutriente durante o desenvolvimento fenológico da cultura, onde a maior necessidade relativa de nitrogênio compreende o período entre a emissão da 4^a e da 8^a folha (V4 e V8) e a maior necessidade absoluta de nitrogênio compreende o período entre a emissão da 8^a e da 12^a folha (V8 e V12) (Sangoi, Silva & Pagliarini, 2016). Nesse sentido, o parcelamento do nitrogênio aplicado pelos métodos de adubação via 100% fertirrigado (FF) e com 50% da fertirrigação aplicada em cobertura (FC+FF) durante o estágio vegetativo da cultura, contribuíram para uma maior assimilação de N pelas plantas, e maiores rendimentos produtivos de espigas de milho verde, principalmente para o período chuvoso.

Motasim et al. (2022) registraram efeitos significativos com a aplicação de ureia líquida de forma parcelada aos 10, 40 e 60 DAS no desempenho agrônômico de milho na Malásia, com incremento de 36,40 % no rendimento de espigas frescas em relação a aplicação de ureia na forma granular. Olaiya et al. (2020) trabalhando com diferentes parcelamentos de N pelo método convencional em cinco variedades de milho precoce na Nigéria, verificaram maior rendimento de espigas com parcelamento de N aplicado duas vezes entre 2 e 4 semanas após a semeadura.

A aplicação da adubação nitrogenada em todos os métodos de adubação foi superior estatisticamente para o período chuvoso para a produtividade total de espigas verdes sem palha, diferindo significativamente do período seco (tabela 8). Os métodos de adubação nitrogenada na forma fertirrigada com 100% da dose recomendada (FF) e combinada com

50% da dose recomendada sendo aplicada em cobertura via fertirrigação (FC+FF) resultaram em uma maior produtividade total de espigas despalhadas para o milho verde no período chuvoso, resultando em um acréscimo de 28,29 e 26,30%, respectivamente, em relação ao método de adubação com a aplicação de N com 100% da dose recomendada via convencional (FC).

Tabela 8. Valores médios de produtividade total de espigas verdes sem palha em função dos períodos de cultivo e dos métodos de adubação nitrogenada.

Produtividade total de espigas verdes sem palha (kg ha ⁻¹)		
Métodos de adubação Nitrogenada	Períodos de cultivo	
	Período chuvoso	Período seco
FF	12.866 aA	8.797 bA
FC	9.226 aB	6.872 bB
FF + FC	9.630 aB	6.917 bB
FC + FF	12.518 aA	6.977 bB
Média	11.060	7.493

FF = forma fertirrigada com 100% da dose recomendada; FC = forma convencional com 100% da dose recomendada; FF+FC = forma fertirrigada com 50% da dose recomendada + forma convencional com 50% da dose recomendada e FC+FF = forma convencional com 50% da dose recomendada + forma fertirrigada com 50% da dose recomendada. Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para o milho verde cultivado no período seco, a resposta aos métodos de aplicação de N foi bem mais limitada, contudo, a aplicação de N 100% via fertirrigação (FF) diferiu estatisticamente dos demais métodos de adubação, apresentando um aumento de 21,76, 21,23 e 20,59% em relação aos métodos de adubação nitrogenada FC, FF+FC e FC+FF, respectivamente, para a variável em questão.

A fertirrigação nitrogenada de forma parcelada contribuem para o aumento da eficiência de absorção do nitrogênio, mesmo em períodos de cultivo com maiores temperaturas e radiação solar e menor pluviosidade, onde os rendimentos produtivos da safra de milho são afetados (Lisajo et al., 2018; Ordóñez et al., 2015).

Trabalhando com a aplicação da fertirrigação nitrogenada usando ureia via irrigação por gotejamento em dois períodos de cultivo no semiárido brasileiro, Sousa et al. (2019) encontraram valores para produtividade de espigas de milho verde sem palha semelhantes a presente pesquisa, sendo o período cultivado em condições de temperatura elevada e pluviosidade irregular, com os menores rendimentos de espigas. Resultados significativos com a fertirrigação nitrogenada no rendimento de espigas também foram reportados por Kumar et al. (2016), ao trabalharem com cultivo de minimilho em diferentes épocas de cultivo na região semiárida da Índia.

O milho verde cultivado durante o período chuvoso, semelhante a variável PTESP, obtiveram maiores valores para a produtividade total de grãos em todas os métodos de adubação nitrogenada, diferindo significativamente do período seco (Tabela 9). As aplicações de adubação nitrogenada na forma fertirrigada com 100% da dose recomenda (FF) e combinada com 50% da dose recomendada sendo aplicada em cobertura via fertirrigação (FC+FF) foram superiores estatisticamente em relação a outras formas de adubação para PTG no período chuvoso, com incremento de 28,33 e 26,98%, respectivamente, em comparação ao método de adubação com a aplicação de N com 100% da dose recomendada via convencional (FC).

Tabela 9. Valores médios de produtividade total de grãos em função dos períodos de cultivo e dos métodos de adubação nitrogenada.

Métodos de adubação Nitrogenada	Produtividade total de grãos (kg ha ⁻¹)	
	Períodos de cultivo	
	Período chuvoso	Período seco
FF	9.162 aA	5.110 bA
FC	6.566 aB	3.155 bB
FF + FC	6.945 aB	3.060 bB
FC + FF	8.992 aA	3.235 bB
Média	7.916	3.708

FF = forma fertirrigada com 100% da dose recomendada; FC = forma convencional com 100% da dose recomendada; FF+FC = forma fertirrigada com 50% da dose recomendada + forma convencional com 50% da dose recomendada e FC+FF = forma convencional com 50% da dose recomendada + forma fertirrigada com 50% da dose recomendada. Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para o milho verde cultivado no período seco, apenas o método de adubação na forma fertirrigada com 100% da dose recomendada (FF) proporcionou o melhor resultado, diferindo significativamente dos demais métodos de adubação, resultando em um aumento de 38,25, 40,11 e 36,69% (para FC, FF+FC e FC+FF, respectivamente) na produtividade de grãos.

É importante salientar que boa parte do N é absorvido até o florescimento durante o ciclo da cultura (Fancelli, 2015), nesse sentido, a aplicação da fertirrigação nitrogenada de forma parcelada visando a disponibilização do nutriente ao longo dos estádios vegetativos, possivelmente contribuiu em uma maior capacidade de absorção de N, elevando a capacidade fotossintética das plantas, transferindo maiores quantidades de fotoassimilados para os grãos e, conseqüentemente, aumentando a produtividade de grãos em ambos os períodos de cultivo

Fu, Li e Kang (2017) avaliando diferentes aplicações de N via fertirrigação no cultivo de milho doce ceroso no Sul da China, observaram que a fertirrigação nitrogenada parcelada

em seis aplicações durante o estágio vegetativo da cultura, proporcionaram maiores rendimentos de grãos.

Avaliando estratégias de aplicação N no milho em três épocas de cultivo (inverno, primavera e verão) nas condições edafoclimáticas de Nepal, Adhikari, Raj Baral e Shrestha (2016), constataram maiores rendimentos de grãos de milho no inverno, período mais frio do ano na região, com incremento de 20 e 80% no rendimento de grãos em relação a primavera e verão, respectivamente. Esses autores ressaltam que a maior produção de grãos nesse período dever-se à uma maior acumulação de fotossintatos, devido a taxas de respiração mais baixas, tendo em vista aos menores valores de temperaturas máximas e mínimas, o que favoreceu também em uma melhor resposta ao nitrogênio, similar ao presente estudo.

CONCLUSÕES

O método de adubação nitrogenada via fertirrigação (FF) proporcionou os maiores valores para as características de produtividade da cultura do milho verde cultivado no período seco.

Os métodos de adubação nitrogenada via fertirrigação (FF) e convencional mais fertirrigada (FC+FF), foram mais eficientes quanto ao comprimento e diâmetro da espiga de milho verde com palha, e o número de fileiras por espiga.

O período chuvoso proporcionou os maiores valores para o comprimento e diâmetro da espiga de milho verde com palha, e número de fileiras por espiga.

O período chuvoso associado aos métodos de adubação nitrogenada via fertirrigação (FF) e convencional mais fertirrigada (FC+FF), proporcionaram maior rendimento em massa da espiga de milho verde com e sem palha, número de grãos por fileira, produtividade total de espigas verdes com palha e sem palha, e produtividade total de grãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adhikari, P., Baral, B. R., & Shrestha, J. Maize response to time of nitrogen application and planting seasons. **Journal of Maize Research and Development**, v. 2, n. 1, p. 83-93, 2016.

Alcantara, C. G. Response of sweet corn (*Zea mays* var. *rugosa*) to drip fertigation in varying levels of nitrogen. **Mindanao Journal of Science and Technology**, v. 13, p. 32-50, 2015.

Altarugio, L. M., Saviato, J., Machado, B. A., Migliavacca, R. A., Almeida, R. F., Zavaschi, E., Mello, L. Vitti, G. C., & Otto, R. Optimal management practices for nitrogen application

in corn cultivated during summer and fall in the tropics. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 50, n. 6, p. 662-672, 2019.

Aragão, M. F., Tavares, R., Santos, M. F. N., Lima, J. S., & Pinheiro Neto, L. G. Nitrogen fertilization split in green corn under rainfed system. **Revista Ceres**, v. 69, p. 668-677, 2022.

Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Moraes Gonçalves, J. L.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

Azevedo Monteiro, V., Gomes, F. R., Souza, P. H. M. D., Ribeiro, R. C., Marques, C. D., Barbosa, M. A., Silva, G. Z., Lima Ragagnin, A. L. S., Silvera-Neto, A. N., Cruz, S. C. S., Assunção, H. F., Costa, C. H. M., & Silva, D. F. P. Post-Harvest Conservation of Green Maize in Different Packages. **Journal of Agricultural Science**, v. 12, n. 9, p. 208, 2020.

Bergamaschi, H., & Matzenauer, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar. p. 84, 2014.

Cavalcante, E. S., Lacerda, C. F., Mesquita, R. O., Melo, A. S., Silva Ferreira, J. F., Santos Teixeira, A., Vieira Lima, S. C. R., Silva Sales, J. R., Silva, J. S., & Gheyi, H. R. Supplemental irrigation with brackish water improves carbon assimilation and water use efficiency in maize under tropical dryland conditions. **Agriculture**, v. 12, n. 4, p. 544, 2022.

Coelho, A. E., Sangoi, L., Balbinot Junior, A. A., Kuneski, H. F., & Martins Júnior, M. C. Nitrogen use efficiency and grain yield of corn hybrids as affected by nitrogen rates and sowing dates in subtropical environment. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 46, p. e0210087, 2022.

Dias, F. S., Rezende, W. M., Zuffo, L. T., Caixeta, D. G., Massensini, M. A., Ribeiro Júnior, J. I., & DeLima, R. O. Agronomic responses of maize hybrids to row spacing and plant population in the summer and winter seasons in Brazil. **Agronomy Journal**, v. 111, n. 6, p. 3119-3129, 2019.

Doorenbos, J., & Kassam, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Roma: FAO, 1994. 306 p. (FAO Irrigação e Drenagem, 33).

Dourado Neto, D., Reichardt, K., Lier, Q. J. V., Nussio, L. G., & Oliveira, R. F. Relação entre consumo de água e produção na cultura de milho. **Visão Agrícola**, n. 13, p. 73-77, 2015.

Duarte, E. C. C., Gonçalves, A. C. M., Torres, M. N. N., Simplicio, S. F., Ribeiro, R. X., Souza, R. F., & Souza Junior, S. P. Manejo de herbicidas no controle de plantas daninhas e sua influência no crescimento e produção do milho híbrido AG 1051. **Revista AGROTEC**, v. 37, n.1, p.71-80, 2016.

Ernani, P. R., Almeida, J. A., & Santos, F. C. **Potássio**. In: Novais, R. F., Venegas, V. H. A., Barros, N. F., Fontes, R. L. F., Cantarutti, R. B., & Neves, J. C. L. (org.). Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Cap.9, p.501-589, 2007.

Fancelli, A. L. Manejo baseado na fenologia aumenta eficiência de insumos e produtividade. **Visão Agrícola**, v. 13, n. 1, p. 24-29, 2015.

Fernandes, C. N. D., Fernandes, C. N. V., Viana, T. D. A., Sobreira, A. E. A., Alves, J. L. S., & Azevedo, B. M. Fertirrigação nitrogenada e potássica na cultura do milho verde. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 13, n. 6, p. 3724-3730, 2019.

Fu, F., Li, F., & Kang, S. Alternate partial root-zone drip irrigation improves water–and nitrogen–use efficiencies of sweet-waxy maize with nitrogen fertigation. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 17256, 2017.

Funceme - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Plataforma de coleta de dados (PCDs)**. 2023. Disponível em: <<http://funceme.br/pcd/home?sensor=2&intervalo=1h&periodo=24h&uf=CE&instituicao=1&operador=AVG>>. Acesso em: 20 Mar. 2023.

Govindasamy P., Muthusamy, S. K., Bagavathiannan, M., Mowrer, J., Jagannadham, P.T.K., Maity, A., Halli, H. M., Kesharivarmen, S. G., Vadivel, R. Das, T. K., Raj, R., Pooniya, V., Babu, S., Rathore, S. S., Muralikrishnan, L., & Tiwari, G. Nitrogen use efficiency—a key to enhance crop productivity under a changing climate. **Frontiers in Plant Science**, v. 14, p. 1121073, 2023.

Hossain, F., Muthusamy, V., Bhat, J. S., Jha, S. K., Zunjare, R., Das, A., Sarika, K., & Kumar, R. Maize. **Broadening the genetic base of grain cereals**, p. 67-88, 2016.

Kluge, R. A., Tezotto-Uliana, J. V., & Silva, P. P. M. Aspectos fisiológicos e ambientais da fotossíntese. **Revista virtual de química**, v. 7, n. 1, p. 56-73, 2015.

Kumar, M., Rajput, T. B. S., Kumar, R., & Patel, N. Water and nitrate dynamics in baby corn (*Zea mays* L.) under different fertigation frequencies and operating pressures in semi-arid region of India. **Agricultural Water Management**, v. 163, p. 263-274, 2016.

Li, G., Bai, Y., Wang, L., Lu, Y., Zhang, J., & Zhang, Y. Effects of fertilizer under different dripline spacings on summer maize in northern China. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, 2021.

Liu, Q., Chen, X., Wu, K., & Fu, X. Nitrogen signaling and use efficiency in plants: what's new?. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 27, p. 192-198, 2015.

Lizaso, J. I., Ruiz-Ramos, M., Rodríguez, L., Gabaldon-Leal, C., Oliveira, J. A., Lorite, I. J., Sánchez, D. García, E., & Rodríguez, A. Impact of high temperatures in maize: Phenology and yield components. **Field Crops Research**, v. 216, p. 129-140, 2018.

Ljubičić, N., Popović, V., Kostić, M., Pajić, M., Buđen, M., Gligorević, K., Dražić, M., Bižić, M., & Crnojević, V. Multivariate Interaction Analysis of *Zea mays* L. Genotypes Growth Productivity in Different Environmental Conditions. **Plants**, v. 12, n. 11, p. 2165, 2023.

Magalhaes, P. C., & Durães, F. O. **Fisiologia da produção de milho**. 2006.

Malavolta, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006.

Marengo, J. A., Torres, R. R., & Alves, L. M. Drought in northeast Brazil: past, present and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v.129, p. 1189-1200. 2017.

Motasim, A. M., Samsuri, A. W., Sukor, A. S. A., & Amin, A. M. Effects of liquid urea application frequency on the growth and grain yield of corn (*Zea mays* L.). **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 53, n. 17, p. 2245-2256, 2022.

Olaiya, A. O., Oyafajo, A. T., Atayese, M. O., & Bodunde, J. G. Nitrogen use efficiency of extra early maize varieties as affected by split nitrogen application in two agroecologies of Nigeria. **MOJ Food Process & Technology**, v. 8, n. 1, p. 5-11, 2020.

Ordóñez, R. A., Savin, R., Cossani, C. M., & Slafer, G. A. Yield response to heat stress as affected by nitrogen availability in maize. **Field Crops Research**, v. 183, p. 184-203, 2015.

Palaretti, L. F., & Dalri, A. B. **Fertirrigação: aspectos relevantes e viabilidade técnica x financeira**. In: Paolinelli, A., Dourado Neto, D., Mantovani, E. C. (org.). Agricultura Irrigada no Brasil: Ciência e Tecnologia. Piracicaba: ESALQ; Viçosa: ABID, 2022.

Paranhos, J., Foshee, W., Coolong, T., Heyes, B., Salazar-Gutierrez, M., Kesheimer, K., & Silva, A. L. B. R. Characterization of Sweet Corn Production in Subtropical Environmental Conditions. **Agriculture**, v. 13, n. 6, p. 1156, 2023.

Pereira Lopes, E. C., Moraes, A., Lang, C. R., Sandini, I. E., Müller, M. M. L., & Oliveira, E. B. Estratégias de adubação nitrogenada na cultura do milho em sistema integrado de produção agropecuária. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 16, n. 2, p. 161-177, 2017.

Perfeito, D. G. A., Lopes, M. C. M., Salomão, L. C., Souza, M. L. C., Benett, C. G. S., & Lima, B. P. Caracterização pós-colheita de milho doce submetido ao parcelamento de fertirrigação nitrogenada. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, 2017.

Pinto, J. M., & Feitosa Filho, J. C. **Fertirrigação**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2009.

Prado, R. M. **Nutrição de plantas**. 2. ed. São Paulo: Editora Unesp. v. 1, p. 414, 2020.

Rehbein, A., Dutra, L. M. M., Ambrizzi, T., Rocha, R. P., Reboita, M. S., Silva, G. A. M., Gozzo, L. F., Tomaziello, A. C. N., Campos, J. L. P. S., Mayta, V. R. C., Crespo, N. M., Bueno, P. G., Nestares, V. J. A., Machado, L. T., De Jesus, E. M., Pampuch, L. A., Custódio, M. S., & Carpenedo, C. B Severe weather events over southeastern Brazil during the 2016 dry season. **Advances in Meteorology**, v. 2018, p. 1-15, 2018.

Ribeiro, A. C. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação**. Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais, 1999.

Ribeiro, R. H., Besen, M. R., Fioreze, S. L., & Piva, J. T. Management of nitrogen fertilization in maize cultivated in succession to black oats in a temperate climate. **Comunicata Scientiae**, v. 9, n. 2, p. 202-210, 2018.

Rosa, R., Kosterna-Kelle, E., Franczuk, J., & Zaniewicz-Bajkowska, A. The influence of weather conditions of eastern Poland on sweet corn yields and length of growing season. **Journal of Ecological Engineering**, v. 17, n. 4, 2016.

Santos, H. G., Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C., Oliveira, V. A., Lumberras, J. F., Coelho, M. R., Almeida, J. A., Araujo Filho, J. C., Oliveira, J. B., & Cunha, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2018.

Sah, R. P., Chakraborty, M., Prasad, K., Pandit, M., Tudu, V. K., Chakravarty, M. K., Narayan, S. C., Rana, M., & Moharana, D. Impact of water deficit stress in maize: Phenology and yield components. **Scientific reports**, v. 10, n. 1, p. 2944, 2020.

Sangoi, L., Panison, F., Durli, M. M., Leolato, L. S., Coelho, A. E., Kuneski, H. F., & Vander, L. O. Acúmulo de fitomassa do milho após o espigamento em função do parcelamento da cobertura nitrogenada. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 18, n. 1, p. 61-73, 2019.

Sangoi, L., Silva, P. R. F., & Pagliarini, N. H. F. Estratégias de manejo da adubação nitrogenada em milho na região sul do Brasil. **Lages: Graphel**, 2016.

Silva, F. A. S., & Azevedo, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Africa Journal and Agriculture Research**, Campina Grande, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

Souza, Ê. G. F., Cruz, E. A., França, R. F., Silva, J. M., Barros Júnior, A. P., & Bezerra Neto, F. Economic nitrogen rate for fertigation of green corn crop in the Brazilian semiarid. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 54, p. e00556, 2019.

Souza, E. J., Cunha, F. F., Magalhães, F. F., Silva, T. R., & Santos, O. F. Características da espiga do milho doce produzido sob diferentes lâminas de irrigação e doses nitrogenadas. **Revista Engenharia na Agricultura-REVENG**, v. 24, n. 1, p. 50-62, 2016.

Souza, E. J., Cunha, F. F., Magalhães, F. F., Silva, T. R. D., & Santos, O. F. Effect of irrigation and nitrogen fertilization on agronomic traits of sweet corn. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, p. 282-290, 2015.

Tan, Q., Liu, Y., Pan, T., Song, X., & Li, X. Changes and determining factors of crop evapotranspiration derived from satellite-based dual crop coefficients in North China Plain. **The Crop Journal**, v. 10, n. 5, p. 1496-1506, 2022.