

MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA DE MILHO IRRIGADO EM TERRAS BAIXAS DO ESTADO DO RS

Darci Francisco Uhry Junior¹; Roberto Carlos Doring Wolter²; Marcelo Ferreira Ely³; Mara Grohs⁴; Paulo Regis Ferreira da Silva⁵.

Palavras-chave: *Zea mays*, regiões orizícolas, práticas de manejo, produtividade de grãos

Introdução

O milho é uma opção interessante para a rotação com o arroz irrigado, pois, assim como a cultura da soja, possibilita o uso de outras moléculas de herbicidas que controlam com maior eficiência o arroz-daninho e demais espécies de plantas daninhas de difícil controle presentes. Além disso, possibilita ao orizicultor outra opção de produto para a comercialização. Adicionalmente a essas vantagens, o milho tem o diferencial de aportar grande quantidade de resíduos ao solo, o que auxilia na manutenção de sua cobertura e é importante para a sustentabilidade da propriedade rural, por ser muito utilizado na alimentação animal, sendo uma forma de baixar seus custos de produção, visto que no RS, a produção obtida não atende à demanda (SILVA et al., 2020).

No entanto, o milho é muito exigente em adubação, especialmente a nitrogenada (N), que representa um dos principais custos da lavoura. A ureia é a principal fonte e, se não for incorporada, ocorrem perdas elevadas pelo processo de volatilização de amônia, sendo muito dependentes das condições meteorológicas (LIU et al., 2019). Em função disso, tem uma eficiência de uso de cerca de somente 50% (LAWRENCIA et al., 2021). Assim, este trabalho objetivou avaliar, em quatro regiões orizícolas do RS, a resposta da produtividade de grãos do milho à incorporação de aproximadamente metade ou toda a adubação nitrogenada no momento da semeadura em relação à aplicação tradicional, parcelada em cobertura.

Material e Métodos

O trabalho é composto por sete experimentos, sendo três na safra 2023/24 (El Niño), conduzidos na Estação Experimental do Arroz, do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), em Cachoeirinha-RS (Planície Costeira Externa), e nas estações regionais de pesquisa de Camaquã (Planície Costeira Interna) e de Santa Vitória do Palmar (SVP), na Zona Sul, manejados conforme informações da Tabela 1. Já na safra 2024/25 (sem influência de El Niño ou La Niña), foram quatro experimentos, conduzidos nos mesmos três locais da safra anterior e mais um na Estação Regional de Pesquisa de Cachoeira do Sul (Região Central).

¹ Eng. Agrônomo, Dr., IRGA, Rua Agrônomo Bonifácio Carvalho Bernardes, nº 1494, CEP 94930-030, Cachoeirinha, RS. darci-junior@irga.rs.gov.br

² Eng. Agrônomo, Dr., IRGA, roberto-wolter@irga.rs.gov.br

³ Eng. Agrônomo, Me., IRGA, marcelo-ely@irga.rs.gov.br

⁴ Eng. Agrônoma, Dra., IRGA, mara-grohs@irga.rs.gov.br

⁵ Eng. Agrônomo, PhD., IRGA, paulo.silva@ufrgs.br



XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO

12 A 15 DE AGOSTO 2025 | PELOTAS-RS

Tabela 1. Manejo utilizado nos experimentos nos anos agrícolas 2023/24 e 2024/25

Safr 2023/24				
	Cachoeirinha	Camaquã	Santa Vitória do Palmar	
Classe de solo	Gleissolo háplico	Planossolo háplico	Chernossolo argilúvico	
Adubação (P ₂ O ₅ e K ₂ O) em kg ha ⁻¹	225.170	225.150	260.170	
Fonte de N base/cobertura	ureia branca/ureia NBPT	ureia branca/ureia branca	ureia branca/ureia NBPT	
Histórico (prim-ver/out-inv)	arroz/serradela	soja/pousio	soja/pousio	
Híbrido	AS 1757 PRO4	DKB 230 PRO4	DKB 235 PRO3	
Data da semeadura	30/10/2023	01/09/2023	30/10/2023	
Data da emergência	07/11/2023	09/09/2023	10/11/2023	
Data da colheita	12/03/2024	29/02/2024	25/04/2024	
Banhos (≈ 50 mm cada)	7 (14/12; 09/01; 01.08 e 22/02; 01/03)	1 (20/10/23)	3 (04/01, 01 e 09/02)	
Safr 2024/25				
	Cachoeirinha	Camaquã	Santa Vitória do Palmar	Cachoeira do Sul
Classe de solo	Gleissolo háplico	Planossolo háplico	Chernossolo argilúvico	Planossolo háplico
Adubação (P ₂ O ₅ e K ₂ O) em kg ha ⁻¹	238.160	225.150	225.150	275.180
Fonte de N base/cobertura	ureia NBPT	ureia branca/ureia NBPT	ureia branca/ureia NBPT	ureia NBPT
Histórico (prim-ver/out-inv)	milho/pousio	soja/pousio	milho/pousio	soja/pousio
Híbrido	AS 1757 PRO4	DKB 242 PRO4	DKB 235 PRO3	P 3016 VYHR
Data da semeadura	18/10/2024	14/10/2024	21/11/2024	25/11/2024
Data da emergência	24/10/2024	22/10/2024	29/11/2024	04/12/2024
Data da colheita	06/03/2025	26/03/2025	16/04/2025	16/04/2025
Banhos (≈ 50 mm cada)	4 (09, 16 e 24/01; 07/02)	2 (04 e 16/01))	3 (03,10 e 31/01)	6 (06, 13, 20 e 27/01; 03 e 10/02)

Nos sete experimentos, utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. Na safra 2023/24, os tratamentos variaram conforme o local. Em SVP foram testados sete tratamentos: 1) Testemunha, com 30 kg ha⁻¹ de N na semeadura sem aplicação de N em cobertura; 2) 200 kg ha⁻¹ de N na semeadura sem aplicação em cobertura; 3) 100 kg ha⁻¹ na semeadura + 100 kg ha⁻¹ em V9/V10; 4) 30 kg ha⁻¹ de N na semeadura + 70 kg ha⁻¹ em V3/V4 + 100 kg ha⁻¹ em V9/V10; 5) 300 kg ha⁻¹ de N na semeadura, sem aplicação em cobertura; 6) 150 kg ha⁻¹ de N na semeadura + 150 kg ha⁻¹ em V9/V10 e 7) 30 kg ha⁻¹ de N na semeadura + 120 kg ha⁻¹ em V3/V4 + 150 kg ha⁻¹ em V9/V10. Em Camaquã, não foi avaliado o Tratamento 5 e, em Cachoeirinha, não foram avaliados os Tratamentos 2 e 5.

Nos experimentos conduzidos na safra 2024/25, não se aplicou N na testemunha e os tratamentos foram os mesmo nos quatro locais: 1) Testemunha, sem N na semeadura e em cobertura; 2) 200 kg ha⁻¹ de N na semeadura, sem aplicação em cobertura; 3) 100 kg ha⁻¹ na semeadura + 100 kg ha⁻¹ em V9/V10; 4) 30 kg ha⁻¹ de N na semeadura + 70 kg ha⁻¹ em V3/V4 + 100 kg ha⁻¹ em V9/V10; 5) 300 kg ha⁻¹ de N na semeadura, sem aplicação em cobertura; 6) 150 kg ha⁻¹ de N na semeadura + 150 kg ha⁻¹ em V9/V10 e 7) 30 kg ha⁻¹ de N na semeadura + 120 kg ha⁻¹ em V3/V4 + 150 kg ha⁻¹ em V9/V10.

Cada parcela foi composta por seis linhas com 10 m de comprimento, totalizando 30 m² de área total. O sistema de semeadura utilizado foi o de sulco/camalhão, com duas linhas por camalhão, espaçadas em 0,5 m, ajustando-se a densidade para 9,0 pl m⁻². A irrigação foi realizada por sulco, em volume correspondente a aproximadamente 50 mm, sempre que a tensão de umidade no solo atingisse cerca de -40 kPa. Em todos os locais e nas duas safras, as doses recomendadas de fósforo e de potássio foram fornecidas com base nos resultados das análises de solo para a expectativa de produtividade de grãos de 15,00 t ha⁻¹ (ANGHINONI, 2024). As aplicações de N foram realizadas conforme discriminadas nos tratamentos. Os controles de plantas daninhas, pragas e doenças foram realizados de acordo com as recomendações técnicas da cultura (MISOSUL, 2024).

A produtividade de grãos foi obtida pela colheita de uma área de 10 m² por parcela, corrigindo-se a umidade para 130 g kg⁻¹, sendo expressa em t ha⁻¹. Os dados obtidos foram

submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$). Quando significativo, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Resultados e Discussão

Na safra 2023/24, nos três locais, a menor produtividade de grãos de milho foi obtida no tratamento testemunha, com apenas 30 kg ha^{-1} de N na semeadura (Tabela 2). Já nas doses de 200 e 300 kg ha^{-1} de N, não houve diferença na produtividade de grãos em função da época de aplicação do N, em nenhum dos três locais.

Tabela 2. Produtividade de grãos de milho irrigado em função de épocas e doses de aplicação de nitrogênio (N), em três locais do estado do RS, na safra 2023/24

Trat.*	N	Cachoeirinha	Camaquã	SVP
1	30	4,75 d**	2,03 b	3,89 c
2	200	— ¹	8,70 a	11,67 b
3	200	7,23 bc	8,55 a	12,35 ab
4	200	6,39 c	8,16 a	12,60 ab
5	300	—	—	13,40 ab
6	300	8,86 a	9,33 a	14,13 a
7	300	7,82 ab	10,68 a	13,78 ab
CV (%)		9,24	14,47	10,10

*Tratamentos: 1) Testemunha, com 30 kg ha^{-1} de N na semeadura sem aplicação de N em cobertura; 2) 200 kg ha^{-1} de N na semeadura sem aplicação em cobertura; 3) 100 kg ha^{-1} na semeadura + 100 kg ha^{-1} em V9/V10; 4) 30 kg ha^{-1} de N na semeadura + 70 kg ha^{-1} em V3/V4 + 100 kg ha^{-1} em V9/V10; 5) 300 kg ha^{-1} de N na semeadura, sem aplicação em cobertura; 6) 150 kg ha^{-1} de N na semeadura + 150 kg ha^{-1} em V9/V10 e 7) 30 kg ha^{-1} de N na semeadura + 120 kg ha^{-1} em V3/V4 + 150 kg ha^{-1} em V9/V10. ** Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ¹Tratamento não testado.

Na safra 2024/25, a produtividade de grãos, nos quatro locais, foi similar a primeira safra com menor produtividade no tratamento testemunha (sem N na semeadura e em cobertura) (Tabela 3).

Tabela 3. Produtividade de grãos de milho irrigado em função de épocas e doses de aplicação de nitrogênio (N) em quatro regiões locais do estado do RS, na safra 2024/25

Trat.*	N	Cachoeirinha	Camaquã	SVP	Cachoeira do Sul
1	0	2,6 b**	3,33 b	2,75 d	2,5c
2	200	11,4 a	11,06 a	7,32 c	8,1b
3	200	11,6 a	11,63 a	8,29 bc	8,2b
4	200	11,8 a	12,10 a	8,71 abc	8,3ab
5	300	12,3 a	10,00 a	7,71 c	10,3a
6	300	13,0 a	12,89 a	9,70 a	7,8b
7	300	13,2 a	14,63 a	9,55 ab	9,2ab
CV (%)		7,79	14,47	11,40	8,90

*Tratamentos: 1) Testemunha, sem aplicação de N na semeadura e em cobertura; 2) 200 kg ha^{-1} de N na semeadura, sem aplicação em cobertura; 3) 100 kg ha^{-1} na semeadura + 100 kg ha^{-1} em V9/V10; 4) 30 kg ha^{-1} de N na semeadura + 70 kg ha^{-1} em V3/V4 + 100 kg ha^{-1} em V9/V10; 5) 300 kg ha^{-1} de N na semeadura, sem aplicação em cobertura; 6) 150 kg ha^{-1} de N na semeadura + 150 kg ha^{-1} em V9/V10 e 7) 30 kg ha^{-1} de N na semeadura + 120 kg ha^{-1} em V3/V4 + 150 kg ha^{-1} em V9/V10. ** Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na dose de 200 kg ha⁻¹ de N, não houve diferença na produtividade em função da época de aplicação do N em nenhum dos locais (Tabela 3). Já na dose de 300 kg ha⁻¹ de N, o Trat. 6 não diferiu do Trat. 7, que é o tradicionalmente utilizado nas lavouras. Com relação à aplicação de toda a dose de N incorporada na semeadura, observou-se redução significativa da produtividade de grãos de milho em comparação com os Trats. 6 e 7, somente na dose de 300 kg ha⁻¹, na segunda safra do experimento realizado em SVP. Com esse manejo, pode ter havido deficiência de N no final do enchimento de grãos do milho.

Independentemente da dose de N aplicada, de locais e de safras, a produtividade de grãos de milho obtida nos tratamentos em que se aplicou cerca de metade da dose de N na semeadura de forma incorporada e o restante em V9/V10, foi similar quando comparada com os tratamentos em que a maior parte do N foi aplicada em duas vezes em cobertura. Esses resultados corroboram com os obtidos em um trabalho similar conduzido por SILVA (2022), durante dois anos agrícolas, em terras altas (Argissolo). Segundo esse autor, as maiores produtividades foram obtidas com as aplicações de metade do N incorporado na semeadura (ureia comum) e metade em cobertura (ureia com inibidor da urease), sem diferir ($p < 0,05$) do tratamento em que todo o N foi aplicado na semeadura, embora se observe uma tendência de redução de produtividade nesse tratamento em ano de produtividades maiores.

Assim, a aplicação de, aproximadamente, 50% do N incorporado na semeadura é uma alternativa viável, reduzindo as entradas na lavoura para a realização dessa prática, com menor custo e menor dependência de condições meteorológicas por ocasião da aplicação do N em cobertura, para aumentar sua eficiência de uso. Cabe destacar, também, que nos tratamentos com duas épocas de aplicação de N, a fonte de N utilizada foi a ureia com inibidor da urease, que reduz as perdas por volatilização em relação à ureia comum.

Conclusão

Os resultados obtidos mostram que a incorporação de cerca de 50% do nitrogênio na semeadura e 50% aplicado em V9/V10 não reduz a produtividade de grãos de milho irrigado em terras baixas em relação à aplicação parcelada em duas vezes em cobertura, com a vantagem de reduzir custos e a dependência de condições meteorológicas favoráveis para maior eficiência de uso do nitrogênio aplicado em cobertura.

Referências

- ANGHINONI, I. Recomendações de adubação para milho irrigado em terras baixas (**Nota Técnica No. 008/2024, IRGA**).
- LAWRENCIA, D. et al. Controlled release fertilizers: A review on coating materials and mechanism of release. **Plants**, v. 10, n. 2, p. 238, 2021.
- LIU, S. et al. Ammonia volatilization loss and corn nitrogen nutrition and productivity with efficiency enhanced UAN and urea under no-tillage. **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 6610, 2019.
- REUNIÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE MILHO E SORGO (MISOSUL). **Informações técnicas para o cultivo de milho e sorgo na região subtropical do Brasil: safras 2023/24 e 2024/25**. Pelotas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2024.
- SILVA, B. T. C. **Desempenho agrônomo do milho e perdas de nitrogênio por volatilização em função da incorporação da ureia comum e aplicação de ureia com inibidor de urease**. 2022. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia, Área de concentração: Sistemas de Produção Vegetal) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.
- SILVA, P. R. F. da; MARCHESAN, E.; ANGHINONI, I. Cultivo do milho no contexto da lavoura arrozeira: potencialidades, desafios e avanços (**Circular Técnica No. 006/2020, do IRGA**). 12p.