

DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO PARA A CULTURA DO MILHO NUM SOLO COM ALTO TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA¹

LUIS SANGOI² e MILTON LUIZ DE ALMEIDA³

RESUMO – Este trabalho objetiva avaliar os efeitos de doses de N e do fracionamento da adubação de cobertura, sobre características agrônômicas do milho, num solo com elevado teor de matéria orgânica. Foram testadas quatro doses de N em cobertura: 0, 50, 100 e 150 kg de N/ha. Na primeira época de aplicação, o N foi todo aplicado quando as plantas apresentavam cinco folhas expandidas; na segunda, metade da dose foi aplicada com o milho externando cinco folhas, e a outra metade, quando a cultura tinha nove folhas expandidas. Em 1990/91, ocorreram períodos acentuados de déficit hídrico na fase reprodutiva da cultura, enquanto que em 1991/92 houve maior disponibilidade de água. Sob condição de estresse hídrico, houve menores tetos de produtividade e maior efeito de doses de N, em termos de incremento percentual no rendimento de grãos. Quando as condições hídricas foram mais favoráveis, os valores de rendimento foram maiores, e o efeito do N sobre a produtividade foi menos acentuado. Não houve efeito significativo do fracionamento da cobertura nitrogenada sobre as variáveis analisadas.

Termos para indexação: Zea mays, rendimento de grãos.

RATES AND TIME OF NITROGEN APPLICATION TO MAIZE IN A SOIL WITH HIGH RATE OF ORGANIC MATTER

ABSTRACT – This experiment was carried out for the purpose of evaluating the effect of different rates of N and the influence of the splitting of side-dressing fertilization on agronomic traits of corn. A soil with high organic matter content (5,7%) located on the highlands of Santa Catarina state was used. Four rates (0, 50, 100 and 150 kg/ha) of N were tested. In the first application period, N was totally applied when the plants presented five expanded leaves; in the second, half of the dosage was applied when the corn presented five expanded leaves, and the other half, when the culture had nine expanded leaves. In 1990/91, there were long periods of water deficit; in 1991/92, the rainfall was normal. In 1990/91 the yield was low and the response to applied N was high in terms of increasing grain yield. On the other hand, when the water supply was normal, corn yield was high and the effect of N on grain yield was less pronounced than in 1991. There was no effect of the splitting of nitrogen side-dressing on grain yield and yield components.

Index terms: Zea mays, side-dressing, grain yield.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho encontra-se entre as de maior potencial de produção de fitomassa por unidade de

área. No entanto, para que possa atingir elevados rendimentos biológicos, o milho necessita ter as suas exigências nutricionais plenamente satisfeitas, visto que produtividades elevadas implicam grande extração de nutrientes.

O N é o macronutriente extraído em maior quantidade pela cultura do milho (Muzilli & Oliveira, 1982; Anghinoni, 1984). Segundo Sayre (1955), uma

¹ Aceito para publicação em 7 de julho de 1993.

² Eng.-Agr., M.Sc., Prof., Dep. de Fitot., Univer. do Estado de Santa Catarina (UDESC), Cx. Postal 281, CEP 88520-000 Lages, SC. Bolsista do CNPq.

³ Eng.-Agr., M.Sc., Prof., Dep. de Fitot. UDESC.

lavoura de milho que produza 6.200 kg de grãos/ha pode extrair o equivalente a 160 kg de N/ha.

Para que se possa determinar com correção a quantidade de N a ser fornecida a esta cultura, deve-se levar em consideração uma série de fatores, entre os quais podem ser citados o teor de matéria orgânica do solo, seu nível de fertilidade, o histórico da área, o método de cultivo, a disponibilidade de água, a temperatura, entre outros (Pons, 1983; Lantmann et al., 1984; Siqueira et al., 1989).

Em Santa Catarina, o teor de matéria orgânica existente no solo tem sido o parâmetro utilizado pela Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos (ROLAS) para estimar a disponibilidade de N às culturas, e, com base nela determinar o nível de adubação nitrogenada a ser empregado. Segundo este critério, quanto mais alto for o teor de matéria orgânica existente no solo, maior será a disponibilidade de N às plantas, e, conseqüentemente, menores serão as respostas destas à adição de fertilizantes nitrogenados.

No Planalto Catarinense, as unidades de mapeamento Lages e Vacaria são bastante representativas dos solos da região, em termos de área ocupada. Esses solos possuem teores de matéria orgânica elevados, superiores a 5,5%. Segundo a recomendação da ROLAS, nestes tipos de solo devem-se aplicar no máximo 80 kg de N, incluindo adubação de base e de cobertura, mesmo para lavouras com perspectivas de rendimento superiores a 6.000 kg/ha (Siqueira et al., 1989).

Contudo, a referida região apresenta, mesmo durante meses de verão, temperaturas inferiores às ideais para a mineralização da matéria orgânica pelos microorganismos do solo. Segundo os dados coletados durante um período superior a 50 anos, no posto meteorológico da Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária (EMPASC), a temperatura média atmosférica do município de Lages durante os meses de verão é de, aproximadamente, 20°C. Assim, há a possibilidade de que a utilização pura e simples do teor de matéria orgânica como indicativo da disponibilidade de N no solo superestime a capacidade do solo em supri-lo, principalmente para a cultura do milho, a qual se encontra entre as mais exigentes neste nutriente.

Outro aspecto de grande importância para a obtenção do máximo retorno técnico e econômico com o

fertilizante nitrogenado é sua aplicação em época apropriada. O N é um elemento muito móvel no solo, estando sujeito às perdas pelos processos de lixiviação, volatilização, desnitrificação, entre outros (Pons, 1983). Desta forma, é importante que o fornecimento do nutriente seja feito em períodos nos quais a planta tenha condições de absorvê-lo rápida e eficientemente.

Tendo em vista que são escassas as informações sobre o potencial de resposta da cultura do milho ao N mineral, em regiões que apresentam solos com alto teor de matéria orgânica e pequena estação estival de crescimento, propôs-se o presente trabalho. Seu objetivo foi avaliar os efeitos de doses e época de aplicação deste nutriente sobre características agrônômicas do milho em solo de elevado teor de matéria orgânica.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental foi desenvolvido no campo, durante os anos agrícolas de 1990/91 e 1991/92, no município de Lages, SC. O solo da área experimental pertence à Unidade de Mapeamento Lages, classificada pela Universidade Federal de Santa Maria (1973) como Cambissolo Húmico, álico, de textura argilosa. Esta área, antes da instalação do experimento, vinha sendo utilizada como campo nativo para pastejo de animais. O clima local é do tipo Cfb, mesotérmico com verões brandos, temperaturas do mês mais quentes inferiores a 22AC e chuvas bem distribuídas, de acordo com a classificação de Köppen.

O delineamento experimental utilizado foi o de parcelas subdivididas, havendo quatro repetições para cada tratamento. Na parcela principal foram testadas quatro doses de N em cobertura, equivalentes a 0, 50, 100, 150 kg deste nutriente por hectare. Nas subparcelas foram avaliadas as épocas de aplicação do fertilizante nitrogenado, sendo, este, aplicado em uma e duas épocas para cada dose. Quando aplicado numa oportunidade, a aplicação foi feita no momento em que as plantas de milho apresentavam cinco folhas totalmente expandidas, de acordo com a escala proposta por Hanway (1963). Nos tratamentos em que a adubação de cobertura foi fracionada em duas épocas, foi aplicada a metade da quantidade total quando as plantas apresentavam cinco folhas totalmente expandidas e a outra metade com as plantas externando nove folhas expandidas (Hanway, 1963). Em ambas as épocas, utilizou-se a uréia

como fonte de suprimento nitrogenado ao milho.

A semeadura foi feita manualmente, em covas que distavam 20 cm entre si, utilizando-se de três a quatro sementes por cova. O espaçamento entre linhas adotado foi de 1,0 metro. A cultivar empregada foi o híbrido precoce C511-A, que foi semeado em 31/10/90 e 05/10/91, para os anos agrícolas de 1990/91 e 1991/92, respectivamente. A adubação de manutenção foi feita de acordo com os resultados da análise de solo realizada previamente na área e com a sugestão apresentada pela ROLAS, considerando uma expectativa de obtenção de rendimento de grãos superior a 6.000 kg/ha (Siqueira et al., 1989). Assim, utilizaram-se, como adubação de base, quantidades equivalentes a 20 kg de N, 40 kg de P₂O₅, e 40 kg de K₂O, respectivamente. As características químicas do solo, detectadas pela análise realizada previamente ao início do trabalho, podem ser melhor visualizadas na Tabela 1.

Imediatamente após a semeadura, foi feita a aplicação do herbicida Primextra (Atrazine + Metolachlor), na dose de seis litros do produto comercial por hectare. Cerca de duas semanas após a emergência da cultura, foi feito o desbaste, deixando-se apenas uma planta por cova, de forma a ajustar a população por hectare para aproximadamente 50.000 plantas. Juntamente com a realização da primeira adubação de cobertura, fez-se uma capina adicional para complementar à ação do herbicida e, ao mesmo tempo, incorporar o fertilizante nitrogenado.

Cada subparcela foi constituída por quatro linhas de seis metros de comprimento. A área útil das subparcelas foi formada pelas duas fileiras centrais da mesma, excetuando-se meio metro nas extremidades de cada linha, perfazendo 10 m².

TABELA 1. Características químicas do solo Lages, detectadas pela análise realizada na área experimental antes da instalação do ensaio, Lages, SC.

Característica	Valor registrado na análise
pH_H ₂ O	6,0
pH-SMP	6,7
Al (m.eq.)	0,0
Ca + Mg (m.eq.)	11,2
P ₂ O ₅	18,8
K ₂ O	109,0
M.O.	5,7

Antes da colheita foram feitas as seguintes avaliações:

- altura da planta;
- altura de inserção da espiga;
- número de espigas por planta.

A colheita foi realizada em 03/04/91 e 23/03/92, estando os grãos com, aproximadamente, 25% de umidade por ocasião da execução desta operação. Após a colheita, foram feitas as seguintes avaliações:

- rendimento de grãos;
- peso de 1.000 grãos;
- número de grãos por espiga;
- balanço hídrico: foi calculado segundo a metodologia proposta por Thorntwait-Matter, apresentada por Tubelis & Nascimento (1983), considerando-se uma capacidade de armazenamento de 75 mm. Os dados climáticos necessários à confecção do balanço hídrico foram obtidos no posto meteorológico da Empresa de Pesquisa e Difusão de Tecnologia do Estado de Santa Catarina, situado no município de Lages, SC.

Os efeitos da dose e época de aplicação de N foram avaliados estatisticamente, através da análise de variância. Para as variáveis em que a quantidade de N atuou significativamente, de acordo com o teste F, efetuou-se, também, uma análise de regressão. Nesta análise foram testados os modelos linear, quadrático e cúbico, sendo selecionado para expressar o comportamento de cada variável o modelo que apresentou maior coeficiente de correlação com os dados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando-se os balanços hídricos dos anos agrícolas de 1990/91 e 1991/92, pode-se verificar que houve diferenças marcantes entre as estações de crescimento quanto à disponibilidade hídrica à cultura na região (Fig. 1 e 2). Em 1990/91, verificou-se a ocorrência de duas fases bastantes distintas. No período inicial de estabelecimento das plantas, as chuvas foram frequentes e intensas, havendo excesso hídrico (Fig. 1). Já a partir do último decêndio de dezembro e, principalmente, nos meses de janeiro, fevereiro e março, a precipitação foi escassa e mal distribuída, havendo períodos prolongados de déficit hídrico. Por outro lado, em 1991/92 houve melhor distribuição pluviométrica durante a fase de permanência da cultura a campo (Fig. 2). Neste ano agrícola, registraram-se pequenos períodos em que a evapotranspiração

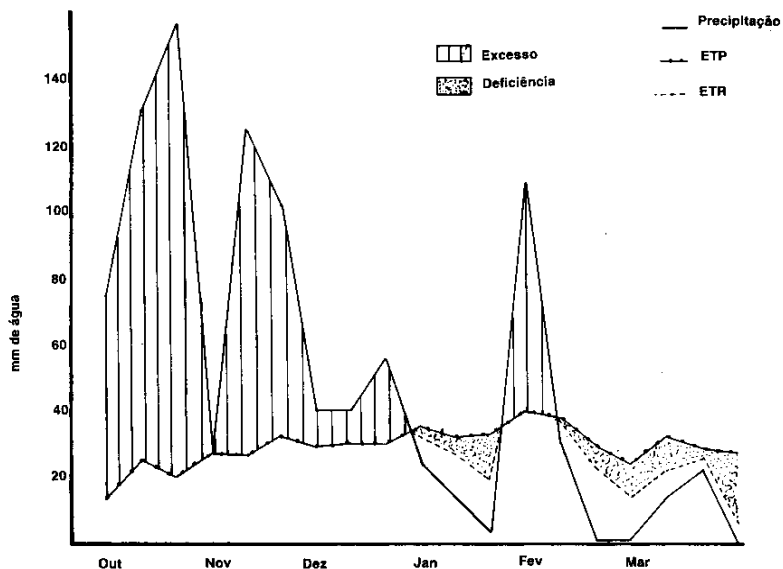


FIG. 1. Balanço hídrico do município de Lages, SC, segundo metodologia proposta por Thorntwait-Matter, capacidade de armazenamento de 75 mm, 1990/91.

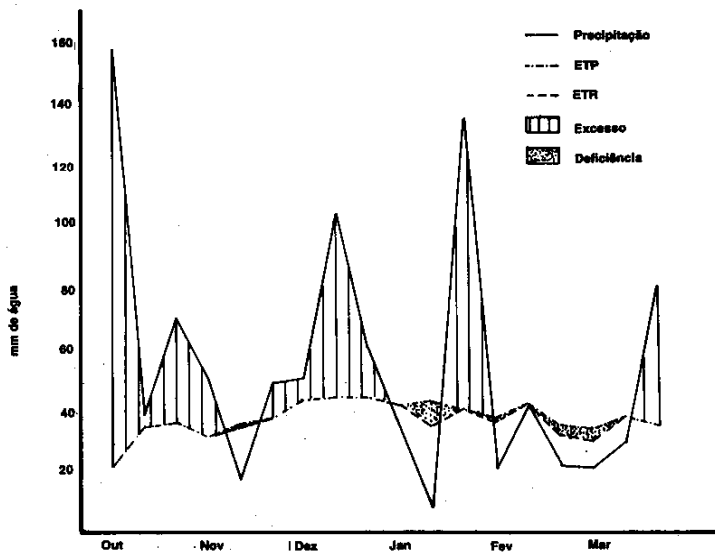


FIG. 2. Balanço hídrico do município de Lages, SC, segundo metodologia proposta por Thorntwait-Matter, capacidade de armazenamento de 75 mm, 1991/92.

real foi inferior à evapotranspiração potencial, os quais estiveram concentrados principalmente nos meses de janeiro e março.

Nos dois anos agrícolas não se verificou efeito significativo do fracionamento da adubação nitrogenada sobre as variáveis analisadas. Portanto, todos os dados relativos a influência das doses de N nas características agrônômicas da planta de milho serão apresentados e discutidos considerando-se os valores médios das duas épocas de aplicação de nitrogênio testadas.

No ano agrícola de 1990/91, o rendimento de grãos obtido em todos os tratamentos esteve aquém da expectativa de produção (acima de 6 ton/ha) sob a qual se definiu a adubação de base. Assim, mesmo com a aplicação de quantidades elevadas de N mineral em cobertura e com boa disponibilidade de P e K existente no solo (Tabela 1), a máxima produtividade observada foi inferior a 4.000 kg por ha (Fig. 3). Certamente, o estresse hídrico ocorrido nos meses de janeiro, fevereiro e março, coincidindo com as fases

de desenvolvimento das inflorescência, pendoamento-espigamento e enchimento de grãos, limitou o potencial de rendimento da cultura. Neste sentido, trabalhos realizados por Robins & Domingos (1953), Begg & Turner (1976) e Boyer & Maspearson (1977) demonstraram que estresses hídricos verificados durante a fase reprodutiva do milho limitam o desenvolvimento da espiga, acentuam a defasagem entre a liberação dos grãos de pólen e a exteriorização dos estigmas, além de limitar a translocação de carboidratos para os grãos. O comportamento dos componentes do rendimento não foram afetados significativamente pela dose de N aplicada (Tabela 2).

Mesmo com tetos de rendimento baixos, verificaram-se efeitos significativos da aplicação de N em cobertura, principalmente até a dose de 100 kg de N/ha, que propiciou, em 1990/91, um rendimento de 3.857 kg/ha. Tal valor foi 67% superior ao observado no tratamento em que não se efetuou a adubação de cobertura. Neste caso, a adubação nitrogenada incrementou significativamente o peso médio de grãos por

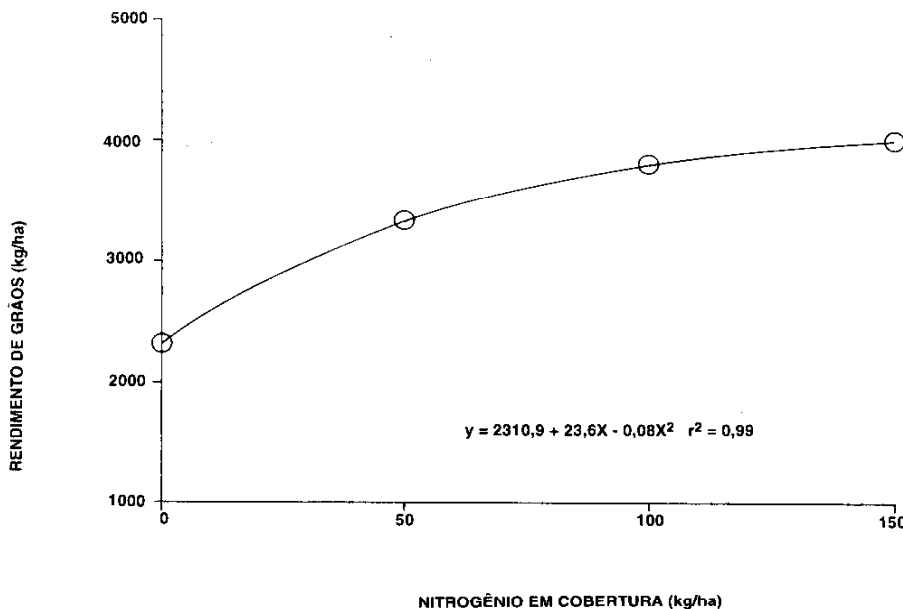


FIG. 3. Rendimento de grãos de milho, em função da quantidade de nitrogênio aplicada em cobertura, na média de duas épocas de aplicação, Lages, SC, 1990/91.

TABELA 2. Componentes do rendimento de milho em função da dose e época de aplicação de nitrogênio em cobertura, Lages, SC., 1990/91.

Doses de nitrogênio	Época de aplicação	
	1*	2**
	Espigas por planta - número	
0	0,92	0,88***
50	0,95	0,97
100	0,94	0,94
150	0,95	0,97
	Grãos por espiga - número	
0	257	239***
50	396	273
100	352	400
150	343	351
	Peso de 1000 grãos - g	
0	237	238***
50	238	244
100	256	254
150	262	249

* - Aplicação integral do N quando as plantas apresentavam 5 folhas totalmente expandidas.

** - 1/2 dose quando as plantas apresentavam 5 folhas totalmente expandidas e a outra metade quando as mesmas externavam 9 folhas totalmente expandidas.

*** - Valor não-significativo pelo teste de F ao nível de significância de 5%.

espiga, o que contribuiu para o aumento do rendimento de grãos (Fig. 4).

Alessi & Power (1965), Bolton (1971) e Morgado (1986), em trabalhos conduzidos sob diferentes condições edafo-climáticas, não constataram efeito de doses crescentes de N sobre o rendimento de grãos da cultura do milho quando a mesma esteve submetida a estresse hídrico. Tal comportamento foi atribuído pelos autores às limitações impostas ao suprimento de N para as raízes pela pequena disponibilidade de água nos solos. Este nutriente é carregado até o sistema radicular principalmente por fluxo de massa (Barber, 1962), mecanismo que necessita

de água para se concretizar. Assim, a deficiência de umidade limita o suprimento, e, conseqüentemente, a absorção de N.

No presente trabalho, houve, possivelmente, resposta ao N, mesmo com a estiagem e os baixos tetos de rendimentos decorrentes do período de estresse hídrico.

Observando-se o balanço hídrico do ano agrícola de 1990/91 e confrontando-o com as épocas de aplicação de N em cobertura (30/11 e 19/12), pode-se verificar que as condições de umidade do solo eram adequadas por ocasião da primeira aplicação (Fig. 1). Contudo, depois da segunda aplicação, a deficiência hídrica foi-se acentuando gradativamente, prejudicando o aproveitamento do N. Provavelmente, este fato contribuiu para que o fracionamento da adubação nitrogenada de cobertura não influenciasse significativamente nenhuma das variáveis analisadas.

Comparando-se o rendimento de grãos obtidos no tratamento em que se empregou a dose recomendada pela ROLAS (50 kg/ha), com aqueles nos quais se utilizou quantidades maiores de N em cobertura, pode-se constatar que com a utilização da recomendação oficial o rendimento de grãos foi inferior ao verificado nas doses de 100 e 150 kg/ha de N/ha. Assim, por exemplo, a produtividade obtida na dose de 100 kg/ha foi 18% superior à registrada na dose preconizada pela pesquisa para solos com teor de matéria orgânica maior do que 5,5% e expectativa de rendimento superior a 6 t/ha. Desta forma, pode-se dizer que, mesmo com a obtenção de produtividades inferiores ao esperado, o teor da matéria orgânica elevado do solo Lages, em associação com o N mineral fornecido de acordo com as sugestões de Siqueira et al., (1989) para este tipo de solo, não foi suficiente para atender plenamente às exigências nitrogenadas para que a cultura atingisse a máxima produtividade possível nas condições edafo-climáticas vigentes.

Em 1991/92, os valores de rendimento de grãos foram superiores aos do ano anterior. Mesmo no tratamento em que não foi aplicado N em cobertura, a produtividade registrada superou a 5.550 kg/ha (Fig. 5). A melhor distribuição pluviométrica verificada na estação de crescimento de 1991/92 contribuiu para o incremento da produtividade (Fig. 2). Neste sentido, somente foram verificados períodos de defi-

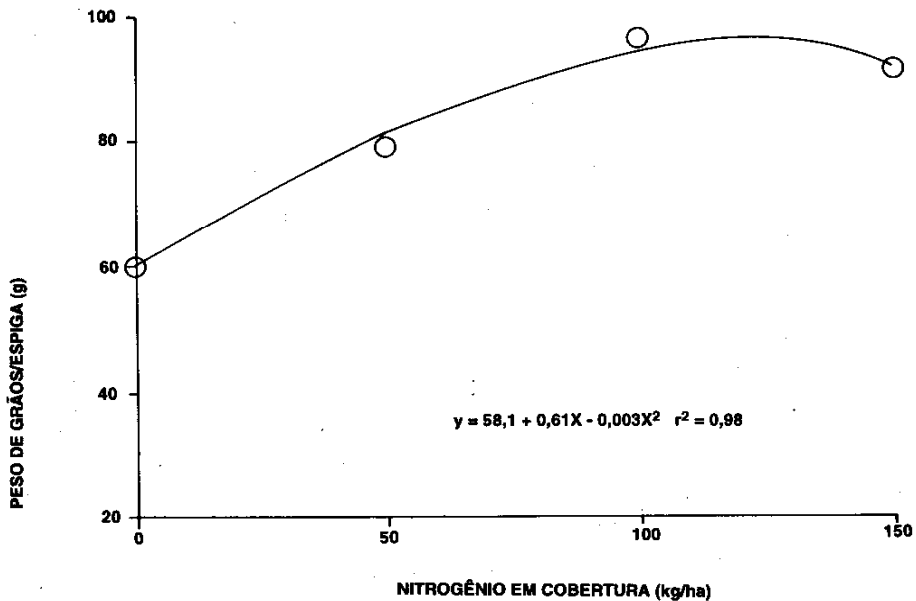


FIG. 4. Peso de grãos por espiga de milho, em função da quantidade de nitrogênio mineral aplicada em cobertura, na média de duas épocas de aplicação, Lages, SC, 1990/91.

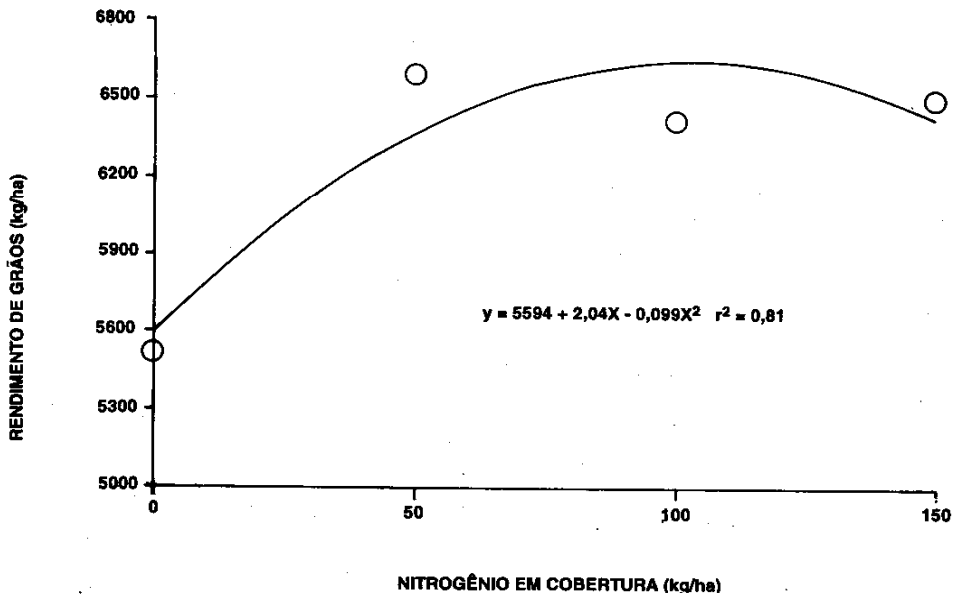


FIG. 5. Rendimento de grãos de milho, em função da quantidade de nitrogênio mineral aplicada em cobertura, na média de duas épocas de aplicação, Lages, SC, 1991/92.

ciência hídrica quando a cultura encontrava-se em fase de enchimento de grãos.

Mesmo tendo-se registrado intensa precipitação entre meados de novembro e meados de dezembro de 1991, período em que foram feitas as adubações nitrogenadas, não houve efeito significativo do fracionamento da cobertura sobre o rendimento de grãos e componentes do milho.

Embora os tetos de rendimentos tenham sido maiores em 1991/92 do que em 1990/91, o efeito do N em termos de incremento percentual no rendimento foi pronunciado. Assim, o maior valor numérico de rendimento foi obtido quando foram aplicados 50 kg de N/ha. Neste tratamento, foram obtidos 6.593 kg/ha, valor que superou em 19,5% a produtividade do tratamento em que não foi aplicado N em cobertura. Doses de N superior às preconizadas pela rede oficial não proporcionaram incrementos consideráveis no rendimento de grãos em 1991/92.

Os resultados obtidos no presente trabalho diferiram dos dados reportados por Mundstock (1977) e Muzilli & Oliveira (1982). Estes autores, em trabalhos conduzidos em solos com teores de matéria

orgânica inferiores ao presente trabalho, constataram maior resposta à aplicação do fertilizante nitrogenado nos anos de melhor disponibilidade hídrica. No presente estudo, é possível que a distribuição de chuvas mais favorável tenha propiciado maior mineralização de matéria orgânica, reduzindo o efeito do N mineral em 1991/92.

Assim, sob boas condições pluviométricas, a recomendação de adubação preconizada pela ROLAS foi suficiente para atender às exigências nitrogenadas da planta de milho.

Observando-se o comportamento dos componentes do rendimento em 1991/92, pode-se verificar que o número de espigas por planta e o número de grãos por espiga aumentaram com a aplicação de até 50 kg de N por hectare (Fig 6 e 7). Acima desta dose, não houve incremento nestas variáveis, o que contribuiu para que o rendimento de grãos não aumentasse quando se utilizaram doses acima da preconizada pela ROLAS. Já para o componente peso de 1.000 grãos, o efeito da adubação nitrogenada foi linear em 1991/92 (Fig. 8). Assim, quanto mais alta a dose aplicada, maior o valor desta variável. Talvez maiores quantidades de N tenham mantido a atividade do

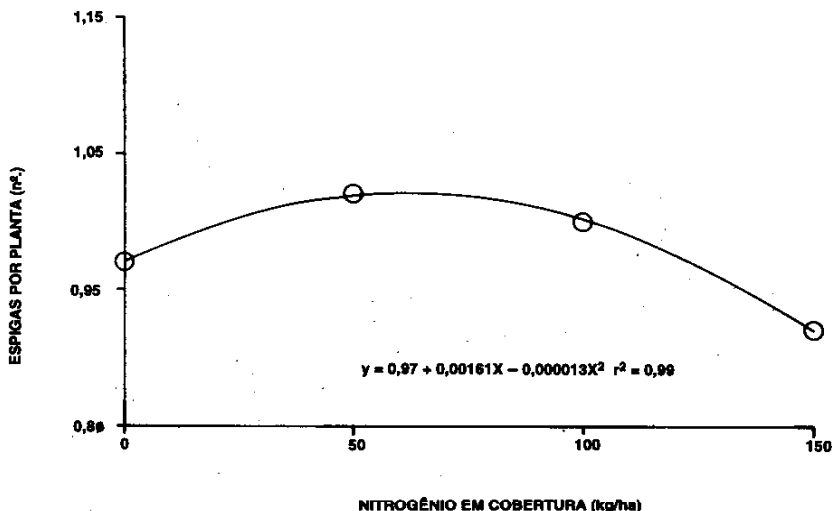


FIG. 6. Número de espigas por planta de milho, em função da quantidade de nitrogênio mineral aplicada em cobertura, na média de duas épocas de aplicação, Lages, SC, 1991/92.

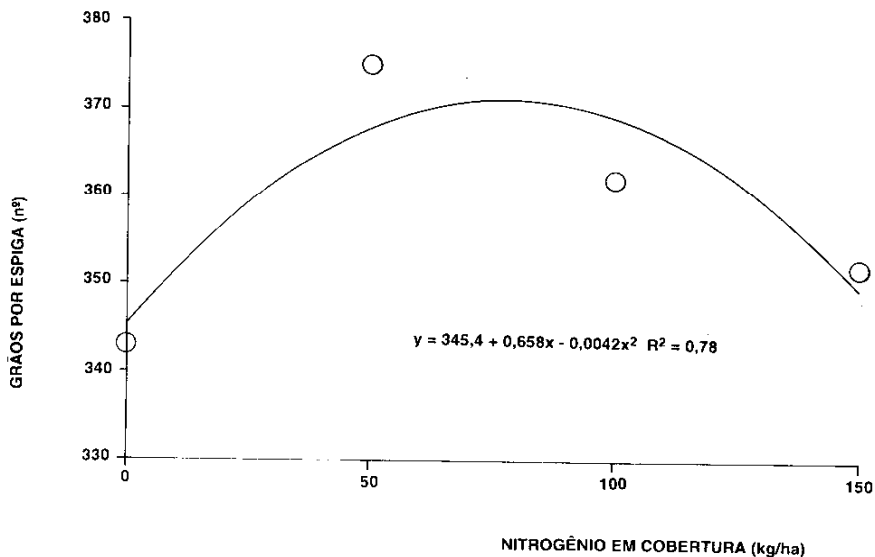


FIG. 7. Número de grãos por espiga de milho, em função da quantidade de nitrogênio mineral aplicada em cobertura, na média de duas épocas de aplicação, Lages, SC, 1991/92.

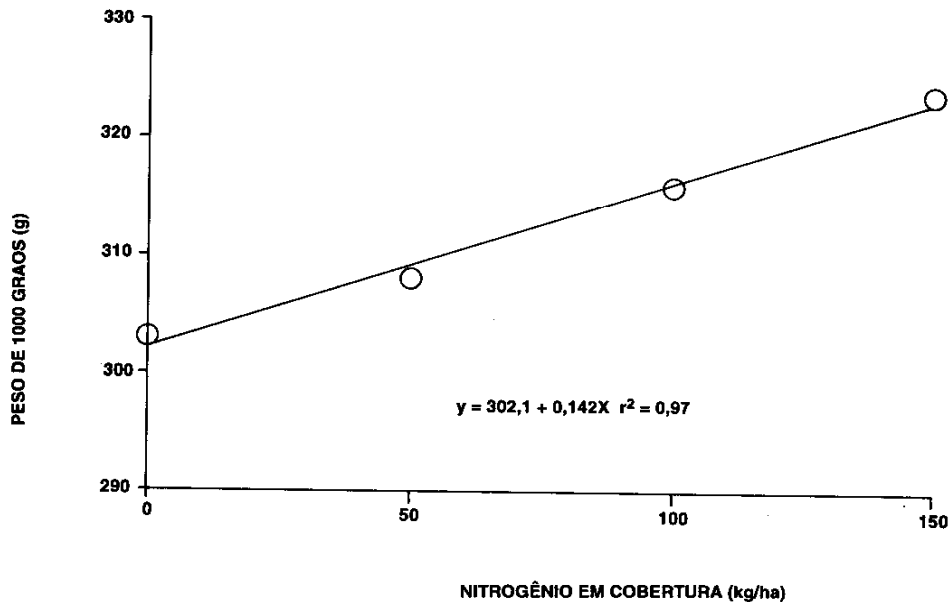


FIG. 8. Peso de 1.000 grãos de milho, em função da quantidade de nitrogênio mineral aplicada em cobertura, na média de duas épocas de aplicação, Lages, SC, 1991/92.

aparato fotossintético por mais tempo, o que redundou num maior peso de grãos. Este tipo de comportamento foi também observado por Medeiros & Silva (1975), e Okuyama & Silva (1983), em trabalhos realizados na região da Depressão Central, Rio Grande do Sul.

A dose de N interferiu de forma marcante no crescimento da planta em 1990/91. Maiores quantidades de N em cobertura implicaram maior altura de planta (Fig. 9). Deve-se salientar que, mesmo nas doses mais altas, os valores obtidos para altura de planta foram bem inferiores aos que têm sido apresentados pelo híbrido Cargill 511-A nos ensaios de competição de cultivares conduzidos no Planalto Catarinense (Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária, 1991).

Em 1991/92, não houve efeito significativo das doses de N sobre a altura de planta de milho. Neste ano, as condições mais favoráveis de umidade favoreceram o crescimento da cultura, tendo as plantas apresentado uma altura de 2,5 m na média das doses e épocas de aplicação de N avaliadas.

Fazendo-se uma síntese dos principais resultados obtidos no presente trabalho, pode-se dizer que, quando houve restrições hídricas em fases críticas ao desenvolvimento da cultura, a utilização do teor de matéria orgânica como parâmetro isolado para a definição da quantidade de N a ser empregado na adubação de cobertura superestimou a capacidade de suprimento deste nutriente ao milho. Por outro lado, em condições mais favoráveis de precipitação, a adubação sugerida pela rede oficial, em associação com o N proveniente da mineralização da matéria orgânica, foi suficiente para que a cultura alcançasse produtividades semelhantes às obtidas nas doses mais altas testadas.

Observando-se o comportamento da temperatura atmosférica, pode-se constatar que as diferenças verificadas nos valores das médias mensais foram pequenas entre as estações de crescimento (Tabela 3). Em função disto, pode-se inferir que, sob condições hídricas adequadas, houve disponibilidade térmica no solo para que a matéria orgânica pudesse ser mineralizada, de forma a atender, juntamente com a adubação mineral sugerida pela ROLAS, às exigên-

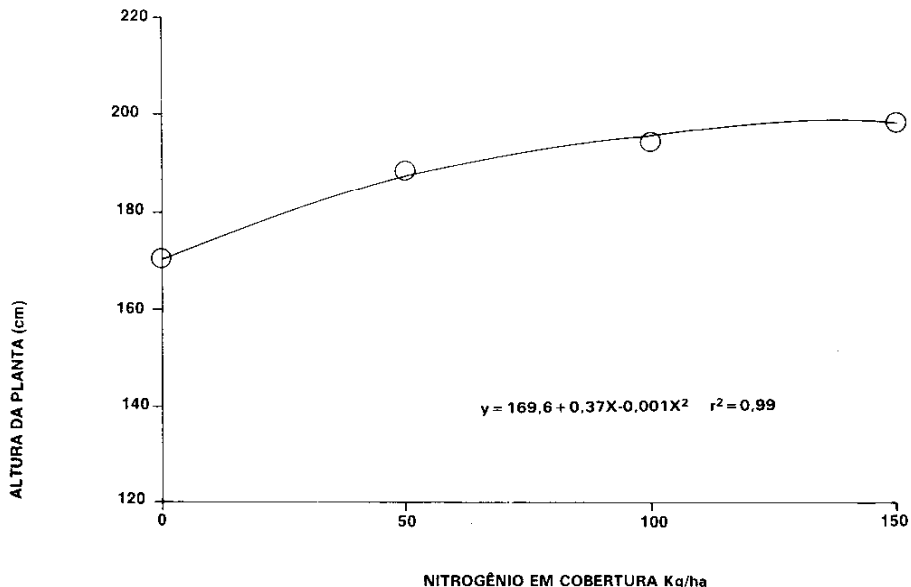


FIG. 9. Altura de planta de milho, em função da quantidade de nitrogênio mineral aplicada em cobertura, na média de duas épocas de aplicação, Lages, SC, 1991/92.

cias da cultura do milho. Já o fracionamento da adubação nitrogenada não demonstrou ser uma prática vantajosa no solo Lages, mesmo sob condições de precipitação abundante.

TABELA 3. Temperaturas atmosféricas médias mensais do município de Lages, SC. 1990/91 e 1991/92.

Ano agrícola	Temperatura atmosférica ⁰					
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar
1990/91	17,0	18,8	19,3	19,9	19,8	19,5
1991/92	16,4	17,8	20,5	20,0	20,7	19,5

CONCLUSÕES

1. Em condições de deficiência de umidade nas fases de pré-floração, floração e enchimento de grãos, a adubação nitrogenada de cobertura proporcionou maior incremento percentual no rendimento, do que quando as condições de umidade foram mais favoráveis nos estágios supracitados.

2. No ano em que houve maior estresse hídrico na fase reprodutiva da cultura, houve resposta significativa à dose de N superior às preconizadas pela rede oficial para solos com alto teor de matéria orgânica e expectativa de produção superior a 6 t/ha.

3. Quando houve boa disponibilidade hídrica nos estádios de maior exigência em N pela cultura, a adubação mineral sugerida pela ROLAS, em associação com o N proveniente da mineralização da matéria orgânica, propiciou a obtenção de rendimentos semelhantes aos verificados nas doses mais altas de N testadas.

4. Não houve efeito significativo do fracionamento da adubação de cobertura sobre o rendimento de grãos e componentes da cultura do milho.

REFERÊNCIAS

ALESSI, J.; POWER, L.F. Influence of moisture, plant population and nitrogen on dryland corn in the northern plains. *Agronomy Journal*, Madison, v.57, n.6, p.611-612, 1965.

ANGHINONI, I. Adubação nitrogenada nos solos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 16., 1984, Ilhéus. Ata... Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1984. p.1-18.

BARBER, S.A. A diffusion and mass-flow concept of soil nutrient availability. *Soil Science*, v.93, p.39-49, 1962.

BEGG, J.E.; TURNER, N.C. Crop water deficits. *Advances in Agronomy*, New York, v.28, p.161-217, 1976.

BOLTON, A. Response of maize varieties in Tanzania to different plant populations and fertilizer levels. *Experimental Agriculture*, London, v.6, n.3, p.193-203, 1971.

BOYER, J.; MASPEARSON, J.F. Effect of water deficit on cereal plants. *Advances in Agronomy*, New York, v.29, p.1-24, 1977.

EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Florianópolis, SC). **Recomendação de cultivares para o Estado de Santa Catarina, 1991-1992.** Florianópolis, 1991. (Empasc. Boletim Técnico, 53).

HANWAY, J.J. Growth stages of corn (*Zea mays* L.). *Agronomy Journal*, Madison, v.55, n.5, p.487-492, 1963.

LANTMANN, A.F.; OLIVEIRA, E.L.; CHAVES, J.C.D.; PAVAN, M.A. Adubação nitrogenada no Estado do Paraná. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 16., 1984, Ilhéus. Ata... Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1984. p.19-46.

MEDEIROS, J.S.; SILVA, P.R.F. da. Efeitos de níveis de nitrogênio e densidade de plantas sobre o rendimento de grãos e outras características agrônômicas de duas cultivares de milho. *Agronomia Sul-rio-grandense*, Porto Alegre, v.11, n.2, p.227-249, 1975.

MORGADO, L.B. Níveis de adubação para culturas consorciadas. Resposta do milho a nitrogênio em plantios isolados com Caupi sob déficit de água no solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.21, n.4, p.375-382, 1986.

MUNDSTOCK, C.M. **Densidade de semeadura de milho para o Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: UFRGS-ASCAR, 1977. 35 p. (Boletim Técnico, 1).

- MUZZILI, O.; OLIVEIRA, E.L. Nutrição e Adubação. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (Londrina, PR). **A cultura do milho no Paraná**. Londrina, 1982. p.83-104.
- OKUYAMA, L.A.; SILVA, P.R.F. da. Aplicação de nitrogênio e 2,4-D como regulador de crescimento em milho. 1. Acúmulo de matéria seca e rendimento de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.6, p.613-618, 1983.
- PONS, A. A adubação na cultura do milho. **Ipagro informa**, Porto Alegre, v. 26, p. 33-54, 1983.
- ROBINS, J.S.; DOMINGOS, C.E. Some effects of severe soil moisture deficits at specific growth stages in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.45, n.12, p.618-621, 1953.
- SAYRE, Y.D. Mineral nutrition of corn. In: SPRAGUE, G.L. **Corn and corn Improvement**. New York: Academic Press, 1955. p.293-314.
- SIQUEIRA, O.Y.F.; SCHERER, E.E.; TASSINARI, G.; ANGHINONI, I.; ERNANI, P.R.; MILAN, R.A. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 2. ed. Passo Fundo: SBSC/EMPRAPA/CNPT, 1989.
- TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F.L.J. **Meteorologia descritiva**. São Paulo: Nobel, 1983. 374p
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de Santa Catarina**. Santa Maria: UFSM/SUDESUL, 1973. 494p.