

# Manejos de irrigação e doses de nitrogênio em beterraba

Sebastião Geraldo Lopes<sup>1</sup>

César Antônio da Silva<sup>2</sup>

Fernando Antônio da Silva Lopes<sup>3</sup>

Messias Moraes Ferreira<sup>4</sup>

Luís Lési dos Reis<sup>5</sup>

## Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta da beterraba, cultivar Itapuã 202, a manejos de irrigação e doses de nitrogênio. O experimento foi realizado num Argissolo Vermelho Amarelo, de textura média, no município de Confresa (MT), no período de julho a setembro de 2014. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em parcelas subdivididas, no esquema 2 x 6. Nas parcelas foram aplicados dois manejos de irrigação por microaspersão (apenas de manhã; duas vezes ao dia, manhã e tarde) e nas subparcelas, seis doses de nitrogênio iguais a 0, 25, 50, 75, 100 e 125 kg ha<sup>-1</sup>. A fonte de N utilizada foi a ureia, aplicada em cobertura nos canteiros, aos 15 e 45 dias após a semeadura. A colheita foi realizada aos 65 dias após a semeadura. Foram avaliados o número de folhas por planta; a área foliar (cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>); o diâmetro médio das raízes (cm); a matéria seca de raízes (MSR), da parte aérea (MSPA) e total (g planta<sup>-1</sup>); as produtividades comercial e total (t ha<sup>-1</sup>); a massa de raízes com defeitos (t ha<sup>-1</sup>); a relação da matéria seca de raízes e da parte aérea; o teor de N foliar (g kg<sup>-1</sup>). Houve efeito significativo dos níveis de adubação nitrogenada sobre a área foliar e as matérias secas da parte aérea e total. A aplicação de 125 kg ha<sup>-1</sup> de N e a irrigação apenas de manhã, elevando a umidade do solo à capacidade de campo, propiciaram melhores resultados de produtividade comercial (21,225 t ha<sup>-1</sup>) e total de beterraba (29,038 t ha<sup>-1</sup>).

**Palavras-chave:** *Beta vulgaris* L. Frequência de irrigação. Adubação.

## Introdução

Entre as espécies olerícolas, a beterraba (*Beta vulgaris* L.) destaca-se pela importância econômica, social e pelo seu alto valor nutritivo (AQUINO et al., 2006). No Brasil, a cultura representa 2,1 % do mercado de hortaliças (NASCIMENTO, 2012), tendo o valor da cadeia produtiva dessa olerícola atingido R\$ 841,2 milhões em 2010 (TIVELLI et al., 2011).

1 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT) - Campus Confresa, graduando em Agronomia. Confresa, Mato Grosso, Brasil. [tiaodafartura@gmail.com](mailto:tiaodafartura@gmail.com). Avenida Vilmar Fernandes, 300, Setor Santa Luzia, Confresa, Mato Grosso, Brasil, CEP: 78652-000.

2 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT) - Campus Confresa, professor de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (EBTT). Confresa, Mato Grosso, Brasil. [cesar.silva@cfs.ifmt.edu.br](mailto:cesar.silva@cfs.ifmt.edu.br).

3 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT) - Campus Confresa, graduando em Agronomia. Confresa, Mato Grosso, Brasil. [fernandolopesifmt@gmail.com](mailto:fernandolopesifmt@gmail.com).

4 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT) - Campus Confresa, graduando em Agronomia. Confresa, Mato Grosso, Brasil. [messiasanisania@gmail.com](mailto:messiasanisania@gmail.com).

5 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT) - Campus Confresa, professor de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (EBTT). Confresa, Mato Grosso, Brasil. [luis.reis@cfs.ifmt.edu.br](mailto:luis.reis@cfs.ifmt.edu.br).

A beterraba é fonte de vitaminas do complexo B e de nutrientes como zinco, ferro, cobre, sódio e potássio (FERREIRA; TIVELLI, 1990). Visando a otimização da produção, dois dos principais fatores a serem considerados são a adubação e o manejo da irrigação, visto que a raiz tuberosa pode ter seu crescimento e composição influenciados pela disponibilidade de água no solo e pela adubação nitrogenada (TRANI; CANTARELLA; TIVELLI, 2005; ALVES et al., 2008). A recomendação oficial para o estado de São Paulo preconiza a aplicação de 60 a 120 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura na cultura da beterraba (TRANI et al., 1997).

A beterraba, assim como outras hortaliças, depende de adubação complementar para expressar seu máximo potencial produtivo, pois a fertilidade natural do solo nem sempre é suficiente para atender às necessidades nutricionais. A aplicação racional de fertilizantes na cultura exige o conhecimento da textura do solo, pH, disponibilidade de nutrientes e exigências nutricionais.

A produtividade total de raízes apresenta resposta positiva à aplicação de N. As máximas produtividades em três experimentos conduzidos por Trani, Cantarella e Tivelli (2005) foram: 27,2 t ha<sup>-1</sup> de raízes, estimada com a aplicação de 92 kg N ha<sup>-1</sup> em Argissolo distrófico de textura média (no primeiro ano); 41,2 e 22,1 t ha<sup>-1</sup> de raízes, com aplicação de 179 e 151 kg N ha<sup>-1</sup>, respectivamente, em Latossolo distrófico de textura argilosa (no segundo e terceiro anos). Os autores verificaram que a qualidade das raízes não foi influenciada pela aplicação de N. À medida que se aumentaram as doses de N em cobertura de 0 a 200 kg ha<sup>-1</sup>, a produtividade de matéria seca (t ha<sup>-1</sup>) da parte aérea e o teor de N nas raízes e a parte aérea foram lineares crescentes. O maior teor de N na parte aérea da beterraba foi de 37,4 g kg<sup>-1</sup> de matéria seca, com aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> (TRANI; CANTARELLA; TIVELLI, 2005).

O aumento da dose de N pode promover incrementos, até certo ponto, em todas as características da beterraba. Em experimento conduzido em Argissolo Vermelho Amarelo, de textura argilosa, em Viçosa (MG), os maiores valores de matéria seca da raiz tuberosa (11,49 g planta<sup>-1</sup>) e de folhas (11,83 g planta<sup>-1</sup>) foram obtidos com as doses de 361 e 326 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente. As produtividades de matéria fresca e seca de raízes e de folhas da beterraba apresentaram incrementos decrescentes nas doses mais elevadas de N (AQUINO et al., 2006).

Visando melhor aproveitamento do N aplicado em cobertura, é fundamental um correto manejo da irrigação para evitar possíveis perdas de N. O sistema de irrigação por aspersão convencional é, atualmente, o mais utilizado na cultura da beterraba. Entretanto, agricultores familiares vêm adotando o sistema de microaspersão em pequenas áreas e onde é escassa a disponibilidade de água (SEBRAE, 2011).

As necessidades hídricas da cultura são elevadas durante todo o ciclo produtivo, uma vez que a qualidade e a produtividade de raízes são influenciadas pelas condições de umidade do solo. Conforme Tivelli et al. (2011), a água constitui cerca de 90,9 % da parte aérea e 87,3 % das raízes de beterraba. O déficit hídrico é responsável por queda drástica na produção dessa hortaliça. O período crítico à falta de umidade no solo para a cultura estende-se durante os primeiros 60 dias. É importante o monitoramento da umidade do solo, em tempo real, por meio de pesagens ou outros métodos, evitando déficit ou excesso de água em diferentes fases da cultura (ALLEN et al., 1998; SILVA; SILVA; KLAR, 2013). Outro fator que influencia o uso racional da irrigação está relacionado à textura do solo. Solos de textura arenosa, de baixa capacidade de retenção de água, acarretam lixiviação de nutrientes como o nitrogênio e, por consequência, aumentam o custo de produção.

Plantas de beterraba da cultivar Itapuã cultivadas em solos com umidade próxima à capacidade de campo (tensão de 15 kPa, a 0,20 m de profundidade) apresentaram maiores valores de pro-

atividade, eficiência do uso de água ( $EUA = 323,9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ , de fitomassa seca total), número de folhas, matéria fresca e seca e total de planta do que aquelas mantidas em solo mais seco (SILVA; SILVA; KLAR, 2013). Com base nessas informações, é possível que a frequência da irrigação total necessária influencie o desenvolvimento e a produção da beterraba, uma vez que a umidade do solo é variável entre duas irrigações consecutivas.

Em Confresa, na região nordeste de Mato Grosso, quase toda a beterraba consumida é proveniente de outros estados. Em Mato Grosso, há poucos estudos referentes à adubação nitrogenada e manejo de irrigação em hortaliças. Assim, o objetivo com este trabalho foi avaliar a resposta da beterraba, cultivar Itapuã 202, a doses de adubação nitrogenada em cobertura e manejos de irrigação.

## Material e métodos

O experimento (Figura 1A) foi realizado num Argissolo Vermelho Amarelo, de textura média, situado a  $10^{\circ}39'54,1''$  de latitude sul,  $51^{\circ}34'46,5''$  de longitude oeste e 231 m de altitude, na Chácara Dondé, em Confresa, região nordeste de Mato Grosso.

A temperatura média anual é de  $27,2^{\circ}\text{C}$ . A precipitação média anual é de aproximadamente 2.000 mm, com intensidade máxima em janeiro, fevereiro e março e escassez de chuvas nos meses de junho, julho, agosto e setembro (INMET, 2014).

As análises químicas de solo da área experimental apresentaram os seguintes resultados para a camada de 0 a 20 cm:  $\text{Ca}=2,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}=0,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{K}=0,32 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Al}=0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{H+Al}=4,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{P(Melich)}=1,5 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{S}=2,8 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{Na}=20,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{Zn}=1,3 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{B}=0,19 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{Cu}=2,3 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{Fe}=253,0 \text{ mg dm}^{-3}$  e  $\text{Mn}=29,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{CTC}=8,21 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Sat. Bases}=43,93\%$ ;  $\text{Sat. Al}=12,44\%$ ;  $\text{Ca/Mg}=3,0$ ;  $\text{Ca/CTC}=29,23\%$ ;  $\text{Mg/CTC}=9,74\%$ ;  $\text{K/CTC}=3,90\%$ ;  $\text{H+Al/CTC}=56,03\%$ ;  $\text{Mat.Org.}=16,0 \text{ g dm}^{-3}$ ;  $\text{Carbono}=9,28 \text{ g dm}^{-3}$ ;  $\text{pH CaCl}_2=4,5$ ; e N estimado em  $0,8 \text{ g dm}^{-3}$ . O solo foi corrigido com calcário, elevando a saturação de bases a 70 %, conforme recomendação de Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999).

O preparo do solo foi realizado após a distribuição e incorporação do corretivo na profundidade de 20 cm. Foram preparados manualmente oito canteiros nas dimensões de 10,5 m de comprimento e 1,0 m de largura. Entre os canteiros deixou-se um vão de 0,4 m e entre os manejos de irrigação de 1,5 m para realização dos tratamentos culturais e ainda para minimizar possíveis efeitos, além da bordadura, de tratamentos aplicados nas subparcelas mais próximas. Em antecedência à semeadura, foi aplicado o equivalente a  $275 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $125 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ .



**Figura 1.** Vista parcial da área experimental (A), do sistema de irrigação (B), da colheita (C), de raízes comerciais (D), de retângulos foliares para determinação da área foliar (E) e da etapa de pesagem de amostras para determinação do nitrogênio foliar (F). Confresa, MT, 2014.

Fonte: Elaboração dos autores

Foram utilizadas sementes da cultivar Itapuã 202, a qual apresenta maior tolerância às altas temperaturas que ocorrem na região. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições em parcelas subdivididas, no esquema 2 x 6, sendo dois manejos de irrigação nas parcelas e seis doses de N em cobertura nas subparcelas (0, 25, 50, 75, 100 e 125 kg ha<sup>-1</sup> de N), totalizando 48 subparcelas. Os manejos de irrigação utilizados foram: irrigação uma vez por dia, de manhã; irrigação duas vezes por dia, manhã e tarde - o tempo de irrigação era dividido pela metade

em cada período, mantendo a umidade do solo próxima à capacidade de campo. O nitrogênio foi parcelado em duas aplicações em cobertura, aos 15 e aos 45 dias após a semeadura. A fonte de N utilizada foi a ureia, constituída de 45 % de N. A quantidade de fertilizante em cada tratamento foi pesada em balança de precisão, diluída em água e distribuída com um regador nas subparcelas, assim como em vasos de pesagem onde era medida a evapotranspiração da cultura.

A semeadura foi realizada diretamente no solo em cinco linhas transversais por canteiro, com espaçamento de 30 cm entre as linhas. Quinze dias após a germinação, foi feito o desbaste, mantendo o espaçamento de 10 cm entre plantas. Durante a condução do experimento, foram realizados tratos culturais, como capina manual e amontoa.

Utilizou-se do sistema de irrigação por microaspersão (Figura 1B). A linha principal foi dividida em duas linhas de derivação, com registro no início das linhas para controle do tempo de irrigação em cada manejo. No início da linha de derivação foram instalados filtro de disco, registro e manômetro para medir a pressão. Cada derivação forneceu água para quatro linhas laterais com três microaspersores, totalizando 12 emissores em cada manejo. Os microaspersores apresentavam vazão de 71 L/h, à pressão de 100 kPa. Esses foram espaçados em 1,4 m entre si, fazendo sobreposição da área molhada para obter maior uniformidade.

Da fase de semeadura até a emissão das duas primeiras folhas verdadeiras, as regas foram realizadas duas vezes ao dia (manhã e tarde), igualmente em todo o experimento. A lâmina de irrigação e o tempo de irrigação por posição foram determinados por meio de seis vasos, com capacidade de 18 L. Os vasos foram preenchidos de forma homogênea com o mesmo solo dos canteiros, colocando no fundo deles uma camada de 1,0 cm de brita nº 1, recoberta por uma manta geotêxtil. Fez-se a imersão dos vasos em uma lâmina de água correspondente a 50 % de sua altura, sendo o solo lentamente saturado por ascensão capilar através dos orifícios existentes no fundo. Após a saturação, os vasos foram cobertos com filme plástico e postos para drenar naturalmente. Após cessar a drenagem, determinou-se a capacidade máxima de retenção de água. Ao longo do experimento, foram realizadas pesagens, sendo esse procedimento utilizado para a determinação da lâmina de água, conforme Parizi et al. (2010).

A evapotranspiração potencial cultura (ETc) foi determinada por meio de pesagem dos vasos com plantas de beterraba, todos os dias pela manhã, conforme a eq. (1):

$$ETc = \frac{40 \cdot (M_{\theta_{cc}} - M_{\theta_a})}{\pi \cdot D^2} \quad (1)$$

Em que: ETc é a evapotranspiração potencial da cultura (mm);  $M_{\theta_{cc}}$  é a massa do vaso + planta + solo na umidade de "capacidade de campo" (g);  $M_{\theta_a}$  é a massa média das repetições do vaso + planta + solo na umidade atual (g); D é o diâmetro da borda do vaso (cm), na altura do nível do solo.

As medidas de massa ( $M_{\theta_{cc}}$  e  $M_{\theta_a}$ ) foram realizadas por meio de balança com capacidade de 40.000 g e precisão de 5,0 g no local do experimento. Após a pesagem dos vasos, eram feitas as reposições do volume de água evapotranspirado, com auxílio de um recipiente e balança, retornando o solo a  $\theta_{cc}$ .

Os tempos de irrigação (Ti) foram calculados em função da ETc, da vazão dos microaspersores e da área molhada pelos emissores, conforme a eq. (2):

$$Ti = 60 \cdot \frac{A_{molhada} \cdot ETc}{q \cdot N_{micro}} \quad (2)$$

Em que: Ti é o tempo de irrigação (min.);  $A_{molhada}$  é a área total molhada (m<sup>2</sup>) pelos microaspersores, considerando o alcance deles além dos canteiros; q é a vazão média dos microaspersores (L h<sup>-1</sup>), medida em campo;  $N_{micro}$  é o número de microaspersores distribuídos na  $A_{molhada}$ .

Para facilitar o manejo da irrigação, foi elaborada uma planilha no Microsoft Excel, que indicava o tempo de irrigação, conforme os valores de pesagem dos vasos.

A colheita (Figuras 1C e 1D) foi realizada aos 65 dias após a semeadura. Foram avaliados os seguintes parâmetros, considerando uma área útil de 0,63 m<sup>2</sup> nas subparcelas:

- a) Número de folhas por planta: por meio de contagem das folhas em oito plantas escolhidas na área útil de cada subparcela;
- b) Área foliar (cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>): foram recortados com tesoura, em cada tratamento, quatro retângulos foliares de 5,0 cm x 10,0 cm (Figura 1E), acompanhando a nervura central de folhas com idade mediana. Em seguida, os retângulos foram secos em estufa de circulação de ar forçado, pesados em balança de precisão, e calculada a área foliar (Eq. 3), conforme a metodologia de Tavares-Júnior et al. (2002).

$$AF = A_{ret} \cdot \frac{MSF}{MS_{ret}} \quad (3)$$

Em que: AF é a área foliar (cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>); A<sub>ret</sub> é a área do retângulo foliar (cm<sup>2</sup>); MSF é a matéria seca de folhas (g planta<sup>-1</sup>); e MS<sub>ret</sub> é a média da matéria seca dos quatro retângulos foliares secos (g).

- c) Diâmetro médio de raízes (cm): medido com paquímetro digital em raízes das oito plantas escolhidas na área útil;
- d) Matéria seca de raízes (MSR, g planta<sup>-1</sup>): as raízes das oito plantas, obtidas na área útil de avaliação, foram colocadas em sacos de papel, secas em estufa a 65 °C e pesadas em balança de precisão.
- d) Matéria seca da parte aérea (MSPA, g planta<sup>-1</sup>): fez-se a média da matéria seca da parte aérea das oito plantas da área útil após secagem e pesagem.
- e) Matéria seca total (g planta<sup>-1</sup>): obtida pela soma das matérias secas da parte aérea e de raiz.
- f) Produtividade de raízes comerciais (t ha<sup>-1</sup>): foi feita a pesagem de todas as raízes da área útil da subparcela, descontando a massa de raízes com defeitos.
- g) Massa de raízes com defeitos (t ha<sup>-1</sup>): obtida pela pesagem de todas as raízes rachadas, com podridão, murchas, deformadas e de diâmetro menor que o padrão comercial (4 cm), na área útil da subparcela.
- h) Produtividade total (t ha<sup>-1</sup>): consideraram-se todas as raízes da área útil da subparcela;
- i) Relação MSR/MSPA;
- j) Teor de N foliar (g kg<sup>-1</sup>): duas amostras de folhas secas (Figura 1F) foram moídas e, em seguida, realizaram-se os processos de digestão úmida, destilação do N e titulação, conforme os procedimentos descritos por Miyazawa et al. (2009).

As análises estatísticas foram obtidas pela aplicação da análise de variância (teste F) a 5% de significância, utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2000). Os parâmetros que tiveram resposta significativa com a aplicação da adubação nitrogenada foram analisados por meio de equações de regressão e construção de gráficos. Os manejes de irrigação foram comparados por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## Resultados e discussão

Os resultados obtidos neste experimento indicam que houve efeito significativo dos manejes de irrigação sobre a área foliar ( $p < 0,05$ ) e as produtividades comercial e total ( $p < 0,01$ ). Com relação às doses de N, houve diferença significativa na área foliar, matéria seca da parte aérea, matéria

seca total e produtividades comercial e total ( $p < 0,01$ ). Verificou-se ainda interação dos manejos de irrigação x doses de N sobre as produtividades comercial e total da beterraba, a 1% de probabilidade pelo teste F (Tabela 1). Nos demais parâmetros avaliados não houve diferença significativa entre as doses de N, provavelmente em razão de o baixo pH do solo (4,5 a 5,5 ao término do experimento) não favorecer a nitrificação do N (SILVA; VALE, 2002) aplicado na forma amídica. Rosolem et al. (2003) também acrescentam que a nitrificação é limitada em solos com  $pH \approx 4,0$ , possivelmente devido à menor atividade das bactérias dos gêneros *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*, as quais atuam nos processos de transformação do N-amoniaco em nitrito e nitrato, respectivamente.

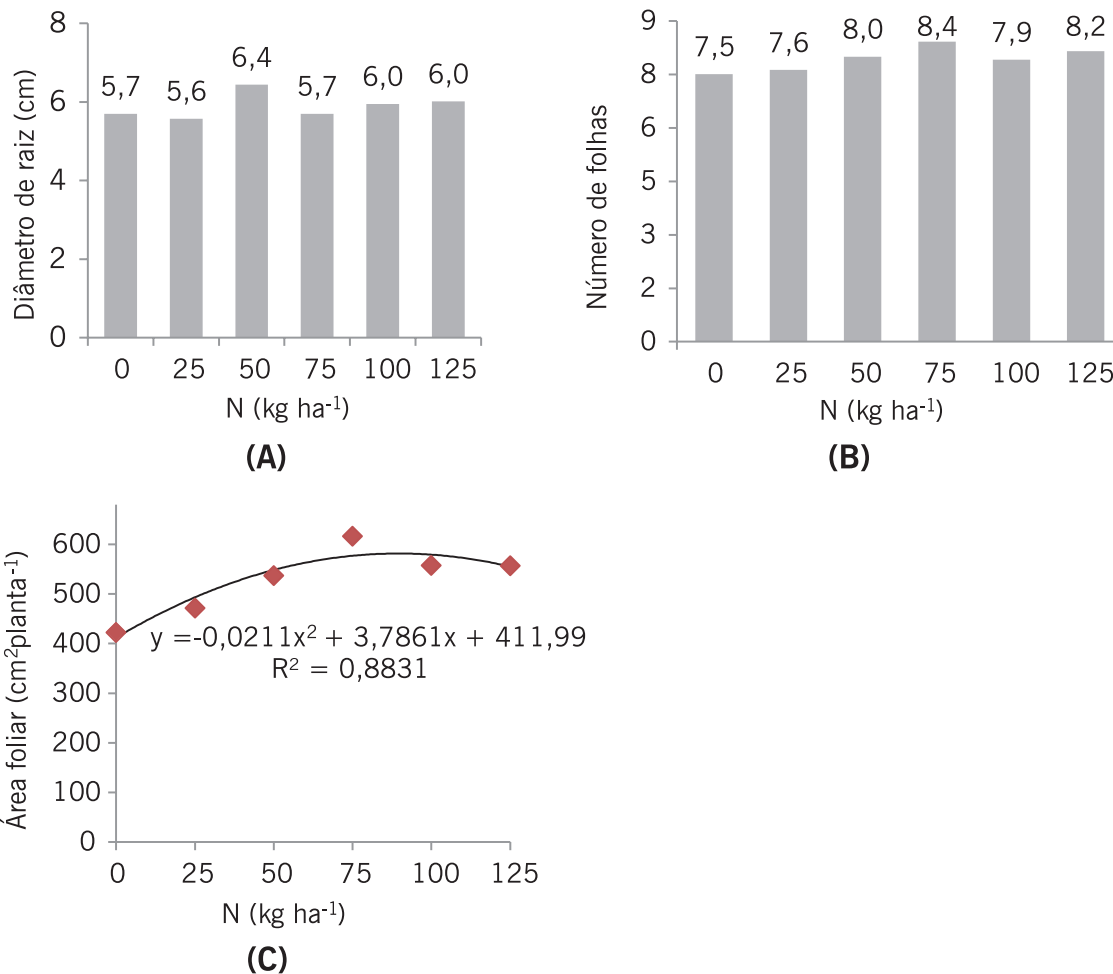
**Tabela 1.** Resumo das análises de variância do número de folhas por planta (NF), área foliar (AF,  $cm^2$  planta<sup>-1</sup>), diâmetro médio de raiz (DR, cm), matéria seca de raiz (MSR, g planta<sup>-1</sup>), da parte aérea (MSPA, g planta<sup>-1</sup>) e total (MST, g planta<sup>-1</sup>), produtividade de raízes comerciais (PRC, t ha<sup>-1</sup>), massa de raízes com defeitos (MRD, t ha<sup>-1</sup>), produtividade total (PT, t ha<sup>-1</sup>), razão das matérias secas de raiz e da parte aérea (MSR/MSPA) e teor nitrogênio nas folhas (TN, g kg<sup>-1</sup>) de beterraba, em função de manejos de irrigação e doses de nitrogênio. Confresa (MT), 2014.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios										
		NF	AF	DR	MSR	MSPA	MST	PRC	MRD	PT	MSR/MSPA	TN
Bloco	3	21,08*	4819,86NS	2,15NS	1,52NS	4,37NS	10,91NS	34,43*	9,22NS	19,79NS	0,13NS	38,27NS
Manejos (M)	1	0,96NS	379603,04*	0,96NS	25,38NS	92,13NS	216,75NS	544,73**	51,67 NS	931,92**	1,55NS	3,46NS
Resíduo 1	3	2,00NS	24605,91	1,04	36,91	16,75	87,78	2,72	18,52	17,91	0,54	16,75
Nitrogênio (N)	5	0,90NS	46739,80**	0,78NS	21,94NS	14,46**	67,51**	92,93**	7,55NS	115,85**	0,15NS	37,41NS
M x N	5	3,94NS	24926,48NS	1,30NS	11,80NS	4,63NS	25,32NS	35,36**	23,75 NS	106,93**	0,32NS	46,06NS
Resíduo 2	30	3,11	12132,00	0,75	10,39	4,29	20,10	16,46	16,59	21,03	0,21	59,60
Total	47	3,99	25322,80	0,931	13,22	8,08	34,19	38,12	16,79	59,36	0,26	50,51
CV 1 (%):		17,86	17,86	17,34	55,52	52,78	50,10	9,74	61,38	17,66	48,13	23,27
CV 2 (%):		22,24	20,80	14,76	29,46	26,71	24,50	23,94	58,09	19,14	30,19	43,90
Média geral:		7,93	529,65	5,89	10,94	7,756	18,700	16,952	7,012	23,964	1,520	17,58

\*\*Significativo a 1 % de probabilidade; \* Significativo a 5 % de probabilidade; NS - Não significativo, pelo teste F

Fonte: Elaboração dos autores

Aos 65 dias após a semeadura, o diâmetro de raízes (DR) não apresentou diferença significativa em função da aplicação de N em cobertura, resultado esse semelhante ao obtido por Trani, Cantarella e Tivelli (2005) e Barreto et al. (2013) com a cultura da beterraba. O DR foi, em média, igual a 5,8 cm (Figura 2A), valor superior ao diâmetro comercial de raiz de beterraba aceitável no mercado, de 4 cm, conforme descrito por Horta et al. (2004). Isso indica que mesmo na ausência de adubação nitrogenada N, e independentemente do manejo de irrigação utilizado, outros nutrientes essenciais como Ca e P, fornecidos nas adubações corretivas, podem ter sido mais relevantes que o N na formação de raízes. Em trabalho conduzido por Alves et al. (2008), a omissão individual de N, Ca e P reduziram consideravelmente a matéria seca de raiz e da parte aérea da beterraba, sendo o P o terceiro macronutriente em maior concentração na raiz tuberosa.

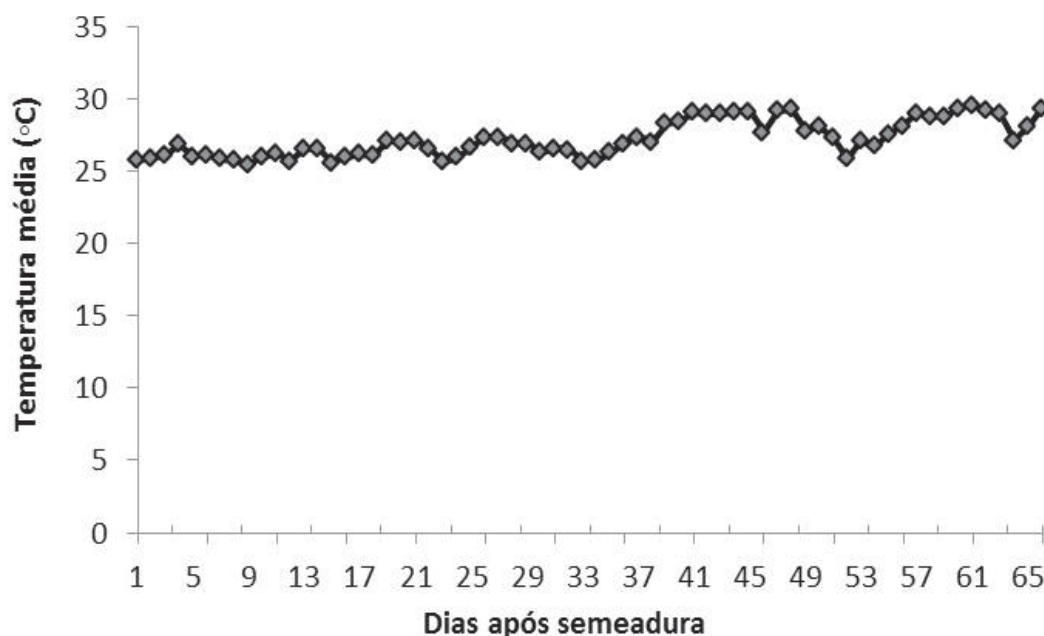


**Figura 2.** Valores observados de diâmetro de raiz (A), número de folhas por planta (B) e equação de regressão da área foliar (C) da beterraba, em função de doses de N em cobertura. Confresa, MT, 2014.  
 Fonte: Elaboração dos autores

Com relação à parte aérea da beterraba, não houve diferença significativa do número médio de folhas por planta em função das doses de N (Figura 2B), enquanto a área foliar apresentou resposta quadrática (Figura 2C). Os resultados de NF diferem dos obtidos por Alves et al. (2008), provavelmente devido à forma de cultivo, uma vez que esses autores avaliaram o desenvolvimento da beterraba em vasos plásticos com solução nutritiva, em casa de vegetação, em função da omissão de nutrientes e verificaram que a ausência de N reduziu consideravelmente o número de folhas, enquanto neste trabalho, há que se considerar o N disponível no solo, mesmo em tratamentos secundários de dose de N igual a zero. Todavia, Barreto et al. (2013), em seus estudos, verificaram que o aumento crescente da dose de nitrogênio ocasionou variação no número de folhas de 4 a 10 por planta, sendo o maior número de folhas obtido com a menor dose.

Trani, Fornasier e Lisbão (1993), ao revisarem os efeitos do nitrogênio na adubação de beterraba, verificaram que a resposta à aplicação de nitrogênio depende da textura do solo, pois solos arenosos lixiviam mais rapidamente o N do que solos argilosos, e a aplicação do N em solos sob temperaturas elevadas pode ocasionar volatilização. Durante todo o período experimental, a temperatura média diária (Figura 3) foi superior a 25 °C, atingindo picos de 38 °C no horário da tarde. Isso explica, em parte, o resultado não significativo de alguns atributos do experimento como o DR e o NF.





**Figura 3.** Média das temperaturas durante a realização do experimento, INMET. Confresa, MT, 2014.  
Fonte: Elaboração dos autores

Comparando as quantidades de N aplicadas, o aumento da área foliar foi crescente até o valor máximo de  $581,8 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ , estimado com a dose ótima de  $89,7 \text{ kg ha}^{-1}$  de N. A partir dessa dosagem, a AF começou a decrescer (Figura 2C). Aquino et al. (2006), ao estudarem a produtividade, qualidade e estado nutricional da beterraba de mesa, em função de doses de nitrogênio, observaram que a área foliar apresentou resposta linear crescente com o aumento da dose de N. A diferença entre os efeitos lineares, obtidos por Aquino et al. (2006), e quadrático, neste trabalho, devem-se provavelmente às doses de N e textura do solo em que os trabalhos foram conduzidos. Aquino et al. (2006) utilizaram doses de até  $400 \text{ kg ha}^{-1}$  em Argissolo de textura argilosa, enquanto este trabalho foi conduzido em solo de textura arenosa (69 % areia), parâmetro esse que resulta em maior lixiviação e menor incremento da área foliar nas maiores dosagens.

A área foliar foi influenciada pelos manejos de irrigação (Tabela 2). A irrigação de manhã proporcionou maior AF em relação à irrigação matutina e vespertina, independentemente da dosagem de N. As produtividades comercial e total com irrigação apenas de manhã também foram maiores, em 49,6 % e 45,0 %, respectivamente, do que no manejo de manhã e à tarde. A diferença significativa observada entre os manejos, provavelmente, deve-se à maior abertura de estômatos e transpiração pelas plantas no período diurno, tornando maior a absorção de nutrientes quando toda a lâmina de irrigação necessária é aplicada de manhã. Por outro lado, quando a irrigação é feita à tarde, pode ocorrer percolação profunda à noite, sendo maior a tensão de água no solo no dia seguinte e menor a eficiência de uso da água.

**Tabela 2.** Área foliar ( $\text{cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ ), produtividade comercial ( $\text{t ha}^{-1}$ ), massa de raízes com defeitos ( $\text{t ha}^{-1}$ ) e produtividade total ( $\text{t ha}^{-1}$ ) de beterraba, em função de manejos de irrigação e doses de N em cobertura. Confresa (MT), 2014.

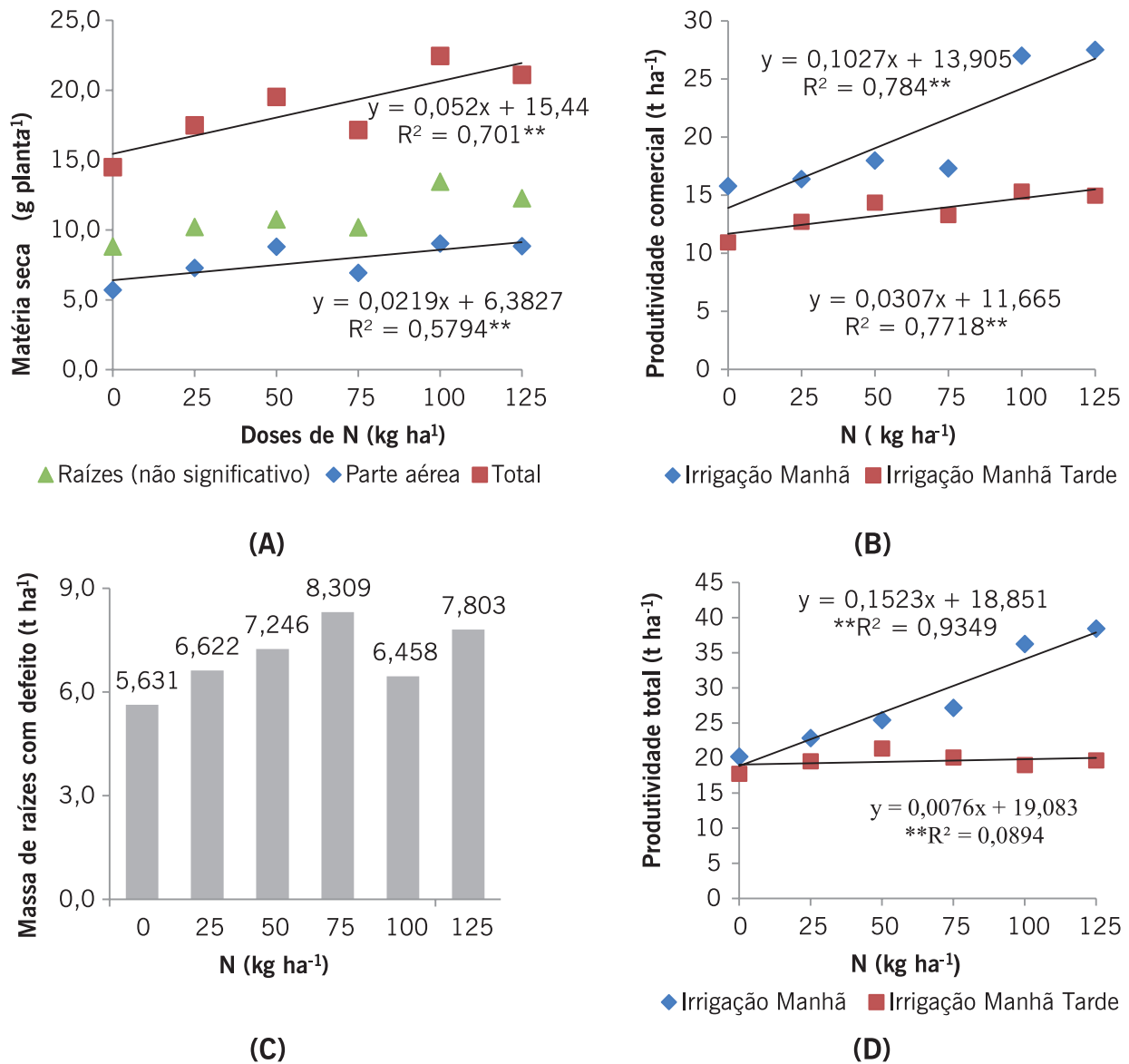
Características avaliadas	Manejo de irrigação	Dose de N ( $\text{kg ha}^{-1}$ )						Média	DMS
		0	25	50	75	100	125		
Área foliar	Manhã	547,75 a	641,00 a	590,75 a	674,00 a	614,25 a	471,75 a	618,58 A	143,300
	Manhã e tarde	264,25 b	303,10 b	544,25 a	559,25 a	501,50 a	643,75 b	440,72 B	
	Média:	406,00	472,05	567,50	616,75	557,88	139,5	529,65	
Produtividade comercial	Manhã	15,77 a	16,37 a	17,97 a	17,30 a	27,00 a	27,50 a	20,32 A	5,422
	Manhã e tarde	10,92 a	12,70 a	14,34 a	13,27 a	15,30 b	14,95 b	13,58 B	
	Média:	13,350	14,537	16,162	15,287	21,150	21,225	16,952	
Massa de raízes com defeito	Manhã	4,42 a	6,42 a	7,47 a	9,80 a	9,25 a	10,92 a	8,05 A	5,939
	Manhã e tarde	6,85 a	6,80 a	7,02 a	6,82 a	3,67 a	4,67 b	5,97 A	
	Média:	5,637	6,612	7,250	8,312	6,462	7,800	7,01	
Produtividade total	Manhã	20,174 a	22,825 a	25,400 a	27,150 a	36,250 a	38,425 b	28,37 A	6,523
	Manhã e tarde	17,750 a	19,525 <sup>a</sup>	21,350 a	20,075 b	19,000 b	19,650 a	19,56 B	
	Média:	19,962	21,175	23,375	23,612	27,625	29,037	22,470	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade, em cada característica avaliada. DMS: Diferença Mínima Significativa.

Fonte: Elaboração dos autores

Outros pesquisadores observaram que plantas de beterraba desenvolvidas em solos com maior disponibilidade de água (-15 kPa) apresentam maior eficiência do uso de água (EUA) quanto ao número de folhas e teor relativo de água na parte aérea e raiz do que aquelas que se desenvolveram em solo mais seco. O aumento de uma unidade (kPa) na tensão de água no solo reduz a EUA da cultivar Itapuã em  $5,44 \text{ kg ha}^{-1}$  de fitomassa seca total por milímetro de água evapotranspirado (SILVA; SILVA; KLAR, 2013).

A matéria seca das raízes (MSR) não apresentou diferença significativa entre tratamentos, provavelmente devido a variações nos blocos da área experimental e, conseqüentemente, aos altos valores de coeficiente de variação e de diferença mínima significativa (DMS). Por outro lado, as matérias secas da parte aérea (MSPA) e total (MST) apresentaram resposta linear significativa em função das doses de N (Figura 4A).



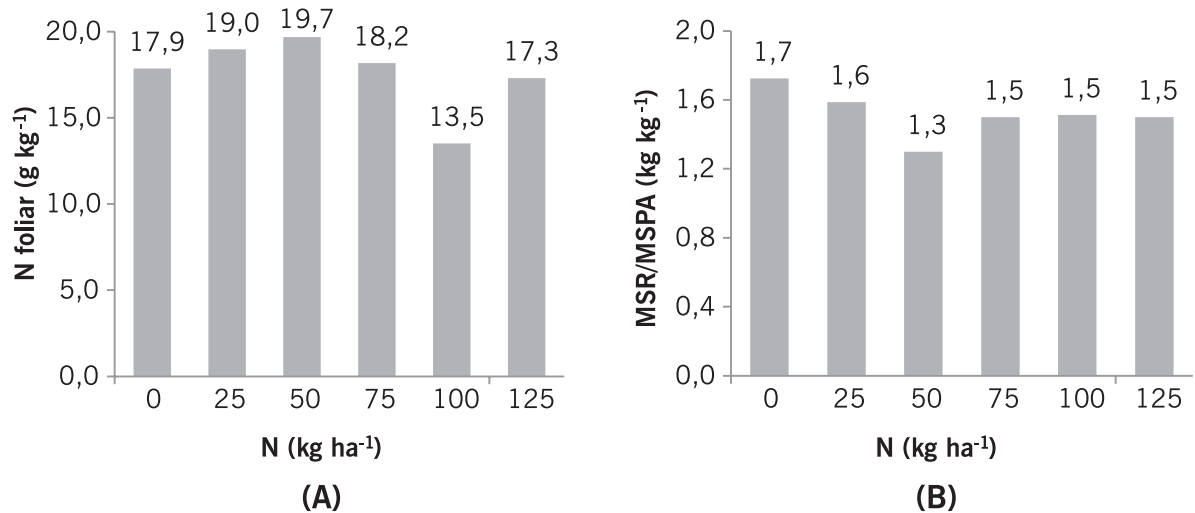
**Figura 4.** Matéria seca (A), produtividade comercial (B), massa de raízes com defeitos (C) e produtividade total (D) da beterraba, em função de manejos de irrigação e doses de N em cobertura. Confresa (MT), 2014. Fonte: Elaboração dos autores

Resultados semelhantes foram obtidos por Trani, Cantarella e Tivelli (2005) em estudos sobre o efeito de níveis de N em cobertura em *B. vulgaris* L., que verificaram que o desenvolvimento da parte aérea da beterraba foi diretamente proporcional à dose de N utilizada. Aquino et al. (2006), avaliando a beterraba de mesa em função de doses de nitrogênio, observaram aumento de matéria seca de folha e MSR até atingir valores máximos estimados, de raiz (11,49 g planta<sup>-1</sup>) e de folhas (11,83 g planta<sup>-1</sup>), os quais foram obtidos com as doses de 361 e 326 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente. Barcelos (2010), estudando o desempenho da beterraba katrina submetida a lâminas de água e doses de nitrogênio aplicadas via fertirrigação, observou que para o fator dose de nitrogênio não houve resposta do peso da matéria seca da raiz.

As produtividades comercial e total apresentaram interação significativa entre os manejos e doses de N (Figuras 4B e 4D), enquanto a massa de raízes com defeitos (Figura 4C) não diferiu estatisticamente em função das doses de N. Os resultados obtidos neste trabalho estão de acordo com os

apresentados por outros pesquisadores, que verificaram aumento de produtividade da beterraba conforme aumentavam as doses de N em cobertura, de 60 a 120 kg N ha<sup>-1</sup> (TRANI et al., 1997). Trani, Cantarella e Tivelli (2005) também encontraram incrementos lineares na produção de beterraba de mesa em função da adubação com N. Aquino et al. (2006) observaram que a produtividade de MSR de beterraba de mesa apresentou incrementos decrescentes nas doses mais elevadas de N. Marques et al. (2010), em estudos sobre a produção e qualidade da beterraba em função da adubação com esterco bovino, observaram que a produção total e comercial e a massa média das raízes comerciais tiveram resposta positiva com o aumento das doses de esterco bovino e fornecimento de nitrogênio advindo do esterco.

O teor de N foliar (Figura 5A) não apresentou resultados significativos no presente estudo, possivelmente devido ao baixo pH do solo ter indisponibilizado o N aplicado.



**Figura 5.** Teor de N foliar (A) e razão das matérias secas de raízes e da parte aérea (B) de beterraba, em função de doses de N em cobertura. Confresa, MT, 2014.

Fonte: Elaboração dos autores

Neste trabalho, a razão das matérias secas de raízes e da parte aérea (Figura 5B) foi, em média, de 1,5 kg kg<sup>-1</sup>. Resultados contrários de MSR menor que MSPA foram encontrados por Aquino et al. (2006) ao aplicarem dosagens de N maiores que 100 kg ha<sup>-1</sup> na beterraba de mesa em Argissolo de textura argilosa. Esses autores verificaram que a máxima produtividade de matéria seca de raiz tuberosa (MSR) foi de 11,49 g planta<sup>-1</sup> e a de folha (MSF) de 11,83 g planta<sup>-1</sup>, obtidas com as doses de 361 e 326 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente. Trani, Cantarella e Tivelli (2005), estudando a produtividade de beterraba em função da aplicação de sulfato de amônio, observaram que doses de N em cobertura maior do que a recomendada por Figueira (2008) para a cultura de beterraba (60 a 120 kg ha<sup>-1</sup>) pode não aumentar a produtividade da cultura. Isso parece depender muito mais das condições edafoclimáticas do local de cultivo do que da adubação de cobertura, o que explicaria, em parte, as informações contraditórias presentes na literatura.

## Conclusões

A dose de 125 kg ha<sup>-1</sup> de N, em cobertura, proporcionou maiores produtividades, comercial e total, e maior matéria seca da parte aérea e matéria seca total de planta.

A irrigação apenas de manhã proporcionou melhor resposta (área foliar e produtividades comercial e total) da cultura da beterraba, cultivar Itapuã 202.

## Irrigation managements and nitrogen levels in beet

### Abstract

The aim of this study was to evaluate beet response, cultivar Itapuã 202, to irrigation managements and nitrogen levels. The experiment was carried out in Red Yellow Argisol, medium texture, in Confresa, Mato Grosso, Brazil, from July to September 2014. The experimental design was executed in a randomized block, with four replications, in a split plot 2 x 6 factorial design. Two micro sprinkler irrigation managements (only in the morning; twice a day, morning and afternoon) were administered to the plots and six nitrogen levels equals to 0, 25, 50, 75, 100 and 125 kg ha<sup>-1</sup> to the split plots. The nitrogen fertilizer used was urea, applied by top-dressing in the soil beds, at 15 and 45 days after the sowing. The plants were harvested 65 days after the sowing, when were evaluated: the number of leaves per plant; leaf area (cm<sup>2</sup> plant<sup>-1</sup>); the root average diameter (cm); the roots dry matter (MSR in Portuguese), aerial parts of plant (MSPA in Portuguese) and total plant (g plant<sup>-1</sup>); the commercial and total productivities (Mg ha<sup>-1</sup>), the roots mass with defects (Mg ha<sup>-1</sup>); the ratio of the roots dry matter and aerial parts of plant; the N leaf content (g kg<sup>-1</sup>). Significant effects of nitrogen fertilization were obtained on leaf area and on the aerial and total parts of dry matter. The application of 125 kg ha<sup>-1</sup> N and irrigation only in the morning, increasing soil moisture at field capacity, provided the best results of commercial (21.225 Mg ha<sup>-1</sup>) and total productivity of beet (29.038 Mg ha<sup>-1</sup>).

**Keywords:** *Beta vulgaris* L. Irrigation frequency. Fertilization.

### Referências

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements.** Roma: FAO - Irrigation and drainage, 1998. p. 301. (Paper 56).
- ALVES, A. U.; PRADO, R. M.; GONDIM, A. R. O.; FONSECA, I. M.; CECÍLIO FILHO, A. B. Desenvolvimento e estado nutricional da beterraba em função da omissão de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, 2008. p. 292-295.
- AQUINO L. A.; PUIATTI, M.; PEREIRA, P. R. G.; PEREIRA, F. H. F.; LADEIRA, I. R.; CASTRO, M. R. S. Produtividade, qualidade e estado nutricional da beterraba de mesa em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 199-203, 2006.
- BARCELOS, J. C de. **Desempenho da beterraba katrina submetida a lâminas de água e doses de nitrogênio aplicadas via fertirrigação.** 2010. 79 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2010.
- BARRETO, C. R.; ZANUZO, M. R.; WOBETO, C.; ROSA, C. C. B. Produtividade e qualidade da beterraba em função da aplicação de doses de nitrogênio. Universidade Federal de Mato Grosso, **Revista Uniara**, v.16, n.1, 2013.
- FERREIRA, M. D.; TIVELLI, S. W. **Cultura da beterraba: recomendações gerais.** Guaxupé: COOXUPÉ. 1990. 14p.

FERREIRA, D. F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0.** In...45 Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, jul. 2000. p. 255-258.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual e olericultura:** agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3ª ed., Viçosa: UFV, 421p. 2012.

HORTA, A. C. S.; SANTOS, H. S.; CONSTANTIN, J.; SCAPIM, C. A. Interferência de plantas daninhas na beterraba transplantada e semeada diretamente. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, n. 1, p.47-53, 2004.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações automáticas.** 2014. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 08 dez. 2014.

MARQUES, L. F.; MEDEIROS, D. C.; COUTINHO, O. L.; MARQUES, L. F.; MEDEIROS, C. B.; VALE, L. S. Produção e qualidade da beterraba em função da adubação com esterco bovino. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 24-31, 2010.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MURAOKA, T.; CARMO, C. A. F. S.; MELO, W. J. Análise química de tecido vegetal. In: SILVA, F. C. **Manual de análises química de solos, plantas e fertilizantes.** Brasília, 2009. p.192 -233.

NASCIMENTO, W. M. **Perspectivas de produção de sementes de beterraba no Brasil.** 2012. Disponível em: <<http://www.abcsem.com.br/noticia.php?cod=2400>>. Acesso em: 11 jun. 2012.

PARIZI, A. R. C.; PEITER, M. X.; ROBAINA, A. D.; SOARES, F. C.; VIVAN, G. A.; RAMÃO, C. J. Níveis de irrigação na cultura do Kalanchoe cultivado em ambiente protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 4, p. 854-861, 2010.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais:** 5ª aproximação, CFSEMG. Viçosa: UFV, 1999. 359p.

ROSOLEM, C. A.; FOLONI, J. S. S.; OLIVEIRA, R. H. de. Dinâmica do nitrogênio no solo em razão da calagem e adubação nitrogenada, com palha na superfície. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 301-309, 2003.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. In: **Série Agricultura Familiar, 2011.** Disponível em: <[http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/AF91EFEAA119082683257984003F80D4/\\$File/NT0004730A.pdf](http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/AF91EFEAA119082683257984003F80D4/$File/NT0004730A.pdf)>. Acesso em: 09 ago. 2013.

SILVA, A. O.; SILVA, E. F. F.; KLAR, A. E. Eficiência de uso da água em cultivares de beterraba submetidas a diferentes tensões da água no solo. **Water Resources and Irrigation Management**, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 27-36, 2013.

SILVA, C. A.; VALE, F. R. do. Disponibilidade de nitrato em solos brasileiros sob efeito da calagem e de fontes de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 2461-2471, 2000.

TAVARES-JUNIOR, J. E.; FAVARIN, J. L.; DOURADO-NETO, D.; MAIA, A. de H. N.; FAZUOLI, L. C.; BERNARDES, M. S. Análise comparativa de métodos de estimativa de área foliar em cafeeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 2, p. 199-203, 2002.

TRANI, P. E.; CANTARELLA, H.; TIVELLI, S. W. Produtividade de beterraba em função de doses de sulfato de amônio em cobertura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 726-730, 2005.

TIVELLI, S. W.; FACTOR, T. L.; TERAMOTO, J. R. S.; FABRI, E. G.; MORAES, A. R. A.; TRANI, P. E.; MAY, A. **Beterraba do plantio à comercialização**. Campinas: IAC, 2011. 51p (Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC 210). Disponível em: <[http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes\\_online/pdf/bt\\_210.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes_online/pdf/bt_210.pdf)>. Acesso em: 02 nov. 2014.

TRANI, P. E.; FORNASIER, J.B.; LISBÃO, R.S. Nutrição mineral e adubação da beterraba. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. (Ed.) **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. p. 429-46.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; TAVARES, M.; AZEVEDO FILHO, J.A. Beterraba, cenoura, nabo, rabanete e salsa. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. (Boletim técnico n. 100, 2.ed.ver.atual.). Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1997. p.174.

#### **Histórico editorial**

Submetido em: 23/01/2015

Aceito em: 14/04/2015