

# EFEITO DE DIFERENTES PARCELAMENTOS DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA BETERRABA AÇUCAREIRA<sup>1</sup>

SILMAR HEMP<sup>2</sup>, DALTRO SILVA CORDEIRO<sup>3</sup>, MARILDA PEREIRA PORTO<sup>4</sup>,  
JORGE LUIZ BRAUNER<sup>5</sup> e PAULO SILVEIRA JUNIOR<sup>6</sup>

**RESUMO** - O experimento de campo com a cultura da beterraba açucareira (*Beta vulgaris* L.) foi conduzido na área experimental da EMBRAPA/UEPAE de Pelotas, no ano agrícola de 1981/82, e constou de doze tratamentos, correspondendo a diferentes formas de parcelamento de 200 kg/ha de N. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. A variedade de beterraba açucareira utilizada foi a poligâmica 'Trirave'. Os resultados mostraram que, em termos de produção de raízes, acumulação de matéria seca e de nitrogênio pelas folhas, a aplicação parcelada do nitrogênio em cobertura propiciou maiores produções que a aplicação única na sementeira, verificando-se, ainda, que os parcelamentos até 60 ou 90 dias foram melhores do que os apenas até 30 dias após a emergência. A concentração de açúcares fermentáveis não foi afetada pelas diferentes formas de parcelamento do nitrogênio. A melhor época para a colheita das raízes foi estimada como sendo aos 185 dias após a emergência.

Termos para indexação: *Beta vulgaris*, produção de raízes, açúcares fermentáveis, acumulação de matéria seca, acumulação de nitrogênio.

## EFFECT OF DIFFERENT SPLITTING FORMS OF NITROGEN FERTILIZATION IN SUGARBEET

**ABSTRACT** - A sugarbeet (*Beta vulgaris* L.) field experiment was carried out in the experimental area of EMBRAPA/UEPAE of Pelotas, during the 1981/82 crop season. Twelve treatments comprising different forms of splitting the application of 200 kg/ha of N were allocated to a randomized block design, with four replications. The sugarbeet variety was the multigerm Trirave. Regarding the root yield, dry matter and nitrogen accumulation, the results showed that splitting the application of nitrogen resulted in higher yields than a single dose at seeding. Nitrogen distribution up to 60 or 90 days after emergence showed better results than those at 30 days after emergence. The fermentable sugars concentration was not affected by the different forms of nitrogen splitting. The better time for roots harvest was estimated as being 185 days after emergence.

Index terms: *Beta vulgaris*, root yield, fermentable sugars, dry matter accumulation, nitrogen accumulation.

## INTRODUÇÃO

Em conseqüência à crise do petróleo, surgiram as buscas de novas fontes de energia, merecendo destaque, entre elas, o álcool, cuja produção pode ser originária de várias matérias-primas, dentre as

quais a beterraba açucareira (*Beta vulgaris* L.), cultura que está sendo estudada experimentalmente na região Sul do Brasil.

Considerando que a cultura é nova em nosso país, muitos estudos são necessários nessa fase inicial. Um deles é o aspecto da fertilização do solo. Dentre os nutrientes requeridos pela cultura, o nitrogênio é considerado um dos mais importantes, não apenas pela quantidade requerida, mas também pelo seu adequado parcelamento durante o ciclo da cultura. No que diz respeito à quantidade, segundo Rabuffetti (1974), se a adubação nitrogenada for insuficiente, o crescimento da parte aérea e das raízes fica reduzido. Em conseqüência, apesar de a concentração de açúcares nas raízes ser alta, a produção por unidade de área é baixa. Por outro lado, se a adubação nitrogenada for excessiva, particularmente no final do ciclo vegetativo,

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 21 de junho de 1985. Parte da dissertação de mestrado apresentada pelo primeiro autor na Univ. Fed. de Pelotas (UFPEL), em dez. de 1983.

<sup>2</sup> Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Pelotas (UEPAE de Pelotas), Caixa Postal 553, CEP 96100 Pelotas, RS. Bolsista do PIEP.

<sup>3</sup> Eng. - Agr., Ph.D., EMBRAPA/UEPAE de Pelotas.

<sup>4</sup> Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/UEPAE de Pelotas.

<sup>5</sup> Eng. - Agr., Ph.D., Prof.-Adj., Dep. de Solos, Fac. de Agron. UFPEL, CEP 96100 Pelotas, RS.

<sup>6</sup> Eng. - Agr., M.Sc., Prof.-Tit., Inst. de Física e Matemática UFPEL.

grande parte dos produtos fotossintetizados armazenados serão translocados das raízes para o crescimento da parte aérea, provocando, conseqüentemente, diminuição da concentração de açúcares nas raízes.

O presente trabalho foi desenvolvido com vistas aos seguintes objetivos:

- verificar o efeito de diferentes formas de parcelamento de uma mesma dose de nitrogênio sobre a produção de raízes, concentração de açúcares fermentáveis e acumulação de nitrogênio na parte aérea da beterraba açucareira;
- determinar a acumulação de matéria seca pelas plantas nos diferentes parcelamentos do nitrogênio, a partir do peso da matéria seca das raízes e da parte aérea;
- determinar a melhor época de colheita a partir da concentração de açúcares fermentáveis nas raízes. Em princípio, a melhor época, em termos de produção de açúcar ou álcool, é aquela em que as raízes apresentam a maior concentração de açúcares.

#### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo, na área experimental da UEPAE de Pelotas, no ano agrícola de 1981/82, em solo de textura arenosa da Unidade de Mapeamento Pelotas, classificado, segundo critérios da Divisão de Pesquisa Pedológica do Ministério da Agricultura, como Planossolo, e, no Sistema Compreensivo Americano — sétima aproximação —, como um Albaqualf (Brasil. Ministério da Agricultura 1973). O solo da área apresentou, em média, as seguintes características químicas: pH em água (1:1) = 5,3; MO = 1,39%; P = 8,7 ppm;  $K^+$  = 33 ppm;  $Al^+$  = 0,5 meq/100 g;  $Ca^{+2} + Mg^{+2}$  = 2,8 meq/100 g.

O experimento consistiu de doze tratamentos, que corresponderam a diferentes formas de parcelamento de uma dose de 200 kg/ha de N na cultura da beterraba açucareira, conforme detalhado na Tabela 1.

A fonte de nitrogênio utilizada foi a uréia (45%N).

A variedade de beterraba açucareira utilizada foi a poligâmica 'Trirave'.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas, em número de doze por bloco, tiveram a dimensão de 6 m x 5,5 m. O espaçamento entre as linhas de plantas foi de 0,50 m e o espaçamento entre as plantas na linha foi de 0,20 m.

Um dia antes da sementeira, a área experimental foi adubada com a quantidade equivalente a 160 kg/ha de  $P_2O_5$ , na forma de superfosfato triplo, e 60 kg/ha de  $K_2O$ , na forma de cloreto de potássio. A sementeira foi

realizada em 12.06.81, sendo inicialmente abertos os sulcos nos quais foi distribuída a uréia, conforme o parcelamento previsto para cada tratamento. A emergência das plântulas ocorreu com alguma desuniformidade. Para determinar os dias das adubações em cobertura e das coletas de plantas, considerou-se a data de 04.07.81 como sendo a de emergência plena.

O desbaste foi realizado aos 30 dias após a emergência; na mesma ocasião foi feito também o transplante de mudas nas parcelas em que o número de plantas era insatisfatório. O controle das plantas invasoras fez-se por meio de capina manual.

As coletas de plantas para determinar a acumulação de matéria seca, expressa em kg/ha, foram feitas a cada 30 dias durante o ciclo da cultura, ou seja, aos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após a emergência. Após a coleta, as plantas eram lavadas em água corrente, e a seguir, em água destilada, separando-se as folhas (limbo + pecíolo) da raiz (raiz + coroa). Em seguida, o material foi levado para secagem em estufa, a 70°C, até peso constante. O número de plantas por parcela era contado para calcular a acumulação de matéria seca por hectare, considerando uma população de 100.000 plantas/ha.

As plantas utilizadas para determinar a acumulação de nitrogênio nas folhas da beterraba açucareira foram as mesmas usadas para determinar a acumulação de matéria seca. As folhas secas correspondentes a cada parcela foram moídas em moinho Wiley, usando-se a peneira com 1 mm de abertura de malha. O nitrogênio total, expresso em percentagem na matéria seca das folhas, foi determinado pelo método semimicro-Kjeldahl, descrito por Bremner (1965). A acumulação de nitrogênio nas folhas de beterraba açucareira, por hectare, foi calculada a partir da concentração do nutriente e do peso da matéria seca das folhas na parcela correspondente.

TABELA 1. Relação dos doze tratamentos com os respectivos parcelamentos de 200 kg/ha de N. Pelotas, RS, 1981/82.

| Tratamentos | Na<br>semeadura | Nitrogênio (kg/ha)     |     |     |     |
|-------------|-----------------|------------------------|-----|-----|-----|
|             |                 | Dias após a emergência |     |     |     |
|             |                 | 30                     | 60  | 90  | 120 |
| 1           | 200             | -                      | -   | -   | -   |
| 2           | 100             | 100                    | -   | -   | -   |
| 3           | 67              | 67                     | 67  | -   | -   |
| 4           | 100             | 50                     | 50  | -   | -   |
| 5           | 133             | 67                     | -   | -   | -   |
| 6           | 133             | -                      | 67  | -   | -   |
| 7           | 67              | 133                    | -   | -   | -   |
| 8           | 67              | -                      | 133 | -   | -   |
| 9           | 50              | 50                     | 50  | 50  | -   |
| 10          | 40              | 40                     | 40  | 40  | 40  |
| 11          | 133             | -                      | -   | 67  | -   |
| 12          | 67              | -                      | -   | 133 | -   |

As coletas de plantas para determinar a concentração de açúcares fermentáveis expressa em porcentagem, no caldo das raízes, foram realizadas aos 120, 135, 150, 180, 195 e 210 dias após a emergência. Após a coleta, as plantas eram lavadas em água corrente, eliminando-se as folhas e a coroa. Posteriormente, as raízes foram cortadas manualmente e o caldo extraído através de uma centrífuga doméstica Walita. A concentração de açúcares fermentáveis foi determinada através do método volumétrico descrito por Lane & Eynon (1934), na forma de açúcares redutores totais (ART).

A colheita final, para determinar a produção de raízes e de parte aérea (coroa + folhas), foi realizada em 07.01.82, ou seja, aos 187 dias após a emergência. A produção, expressa em t/ha, foi estimada a partir da colheita de 20 plantas representativas da área útil da parcela, considerando-se uma população de 100.000 plantas/ha.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Produção de raízes

As produções médias de raízes, parte aérea (folhas + coroa) e total (raízes + parte aérea), obtidas nas doze formas de parcelamento de 200 kg/ha de N, são apresentadas na Tabela 2.

**TABELA 2.** Produção de raízes, parte aérea e total (t/ha) de beterraba açucareira, em doze diferentes parcelamentos de nitrogênio. Média de quatro repetições. Pelotas, RS, 1981/82.

| Tratamentos | Produção (t/ha) |             |         |
|-------------|-----------------|-------------|---------|
|             | Raízes          | Parte aérea | Total   |
| 1           | 29,0 b*         | 16,6 ab     | 45,6 b  |
| 2           | 31,4 ab         | 15,9 ab     | 47,3 ab |
| 3           | 35,1 ab         | 18,2 ab     | 53,3 ab |
| 4           | 32,6 ab         | 16,1 ab     | 48,7 ab |
| 5           | 32,0 ab         | 17,0 ab     | 49,0 ab |
| 6           | 32,3 ab         | 18,0 ab     | 50,2 ab |
| 7           | 30,0 ab         | 14,6 b      | 44,6 b  |
| 8           | 36,2 ab         | 18,1 ab     | 54,3 ab |
| 9           | 38,8 a          | 20,6 a      | 59,4 a  |
| 10          | 33,9 ab         | 17,5 ab     | 51,4 ab |
| 11          | 35,2 ab         | 20,1 ab     | 55,3 ab |
| 12          | 32,9 ab         | 18,3 ab     | 51,2 ab |
| Média       | 33,3            | 17,6        | 50,8    |
| CV          | 14,88%          | 18,58%      | 15,77%  |

\* Valores seguidos da mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

A análise da variância para as produções de raízes, parte aérea e total mostrou não haver diferença significativa entre os parcelamentos de nitrogênio estudados, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

As comparações entre as médias de produção total, raízes e parte aérea, pelo teste de Duncan, podem ser verificadas na Tabela 2. Para o conjunto dos resultados de produção total, que não diferiram daquele de produção mais elevada, o teste de Duncan não registrou significância para uma diferença de produção de 12.1 t. Tal contraste, em condições ideais de um experimento, deveria ser altamente significativo, mas não o foi, principalmente em virtude das condições adversas verificadas no experimento, como, por exemplo, desuniformidade em algumas parcelas experimentais, causada por drenagem deficiente e incidência de doenças.

O fato de o tratamento 9 ter propiciado maior produção de raízes está de acordo com os resultados de Hernando et al. (1961), que também obtiveram a maior produção, na média de dois anos, pela aplicação do nitrogênio em três épocas de cobertura. Pelos experimentos conduzidos por Gilbert et al. (1981) em quatro locais, pode-se deduzir que o efeito de diferentes épocas de aplicação do nitrogênio pode variar em função do local, pois em apenas um dos locais obtiveram produção de raízes significativamente superior, graças à adubação em cobertura, isto é, no tratamento que recebeu essa adubação 60 dias após a emergência. Baldwin & Davis (1966), por sua vez, constataram uma gradual diminuição na produção de raízes, quando o nitrogênio em cobertura foi aplicado em épocas posteriores a 30 dias após a emergência.

Por outro lado, Hills et al. (1978), que também estudaram os efeitos de diferentes parcelamentos de nitrogênio aplicado desde a época da semeadura até à metade do ciclo da cultura, não verificaram diferença significativa na produção de raízes. Semelhantemente, Last & Draycott (1972) tampouco obtiveram aumento significativo na produção de raízes quando uma parte do nitrogênio foi aplicada em cobertura.

Embora haja resultados divergentes quanto ao efeito do parcelamento da adubação nitrogenada sobre a produção de raízes pela beterraba açucareira, nas condições locais de Pelotas, onde ocorrem

freqüentes e, às vezes, elevadas precipitações pluviárias no período do outono e primavera, a aplicação do nitrogênio deve ser parcelada. Isto ficou evidenciado neste trabalho, uma vez que a menor produção de raízes foi obtida no tratamento 1, no qual todo o nitrogênio foi aplicado na semeadura, e as três seguintes menores produções foram obtidas nos tratamentos 7, 2 e 5, que constaram da aplicação parcelada do nitrogênio até os 30 dias após a emergência, enquanto que as maiores produções ocorreram nas parcelas que receberam nitrogênio até 60 ou 90 dias após a emergência das plântulas.

### Concentração de açúcares fermentáveis

A análise da variância mostrou que as concentrações de açúcares fermentáveis nas raízes da beterraba açucareira não foram influenciadas pelas diferentes formas de parcelamento do nitrogênio (teste F ao nível de 5% de probabilidade), mas as épocas de coleta originaram diferenças altamente significativas. A interação entre parcelamento do nitrogênio e épocas de coleta não foi significativa.

Pelo estudo de regressão polinomial constatou-se que, para cada um dos parcelamentos, a relação entre concentração de açúcares fermentáveis e épocas obedeceu a uma tendência quadrática, exceto para os tratamentos 6 e 11, em que as relações obedeceram a uma tendência linear. Considerando as médias das concentrações de açúcares obtidos nas doze formas de parcelamento, a mesma técnica de estudo permitiu a constatação de que a relação entre as concentrações de açúcares fermentáveis e épocas foi melhor expressa por uma equação quadrática, conforme pode ser observado na Fig. 1. Observa-se que a concentração de açúcares aumentou de maneira expressiva até o máximo de 15,14%, que corresponde a, aproximadamente, 185 dias após a emergência. Depois desse ponto, a concentração de açúcares fermentáveis decresceu, até atingir 14,36%, aos 210 dias após emergência. Hills & Ulrich (1971) também observaram que a concentração de sacarose aumentou nas raízes da beterraba açucareira à medida que se aproximou a época da colheita, o que foi atribuído à inibição do crescimento vegetativo.

Considerando que não houve diferenças significativas nas concentrações de açúcares fermentáveis

entre os doze tratamentos, na época da colheita final das raízes, é necessário lembrar que todos eles, exceto o tratamento 10, no qual ainda foram aplicados 40 kg/ha de N aos 120 dias após a emergência, consistiram em aplicações do nitrogênio em cobertura até os 90 dias após a emergência, ou seja, na metade do ciclo. Nesse sentido, os resultados estão de acordo com Humbert & Ulrich (1968), os quais preconizam que, para obtenção de máxima concentração de sacarose, o nitrogênio não deve ser aplicado além da metade do ciclo da cultura.

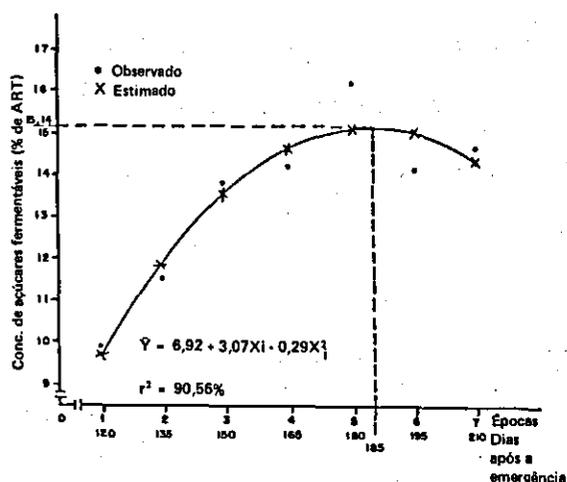


FIG. 1. Concentração de açúcares fermentáveis (% ART), no caldo de raízes da beterraba, em sete épocas de coleta. Pelotas, RS, 1980/81.

Quando à época de aplicação do nitrogênio, alguns autores concluíram que deve ser parcelada, enquanto outros concluíram que a aplicação única é igualmente eficiente. Por exemplo, segundo Adams (1960) e Last & Draycott (1972), a aplicação parcelada do nitrogênio não apresenta vantagem sobre a aplicação única na semeadura, quanto à produção de sacarose. Baldwin & Davis (1966) observaram que a concentração média de sacarose nas raízes, de modo geral, não foi afetada pelas épocas de aplicação do nitrogênio, embora a adubação efetuada 90 dias após a emergência tenha ocasionado uma concentração de sacarose (17,4%) ligeiramente inferior às concentrações (17,8%) obtidas pelas aplicações do nitrogênio em épocas anteriores. Por outro lado, Hernando et al. (1961)

obtiveram a melhor produção de sacarose pelo parcelamento da adubação em cobertura, com iguais quantidades em três vezes.

No caso do presente trabalho, em que não houve diferença significativa quanto à concentração de açúcares entre os doze tratamentos, as melhores formas de parcelar a adubação nitrogenada são aquelas que propiciaram maior produção de raízes.

#### Acumulação de matéria seca

As quantidades acumuladas de matéria seca de folhas, raízes + coroa, e total, pela beterraba açucareira, obtidas aos 180 dias após a emergência (sexta época de coleta), nos doze tratamentos, são apresentadas na Tabela 3.

Observa-se que, de modo geral, os tratamentos que proporcionaram maior acumulação de matéria seca foram os que receberam parcelamento da adubação nitrogenada até 60 ou 90 dias após a emergência. Por outro lado, os tratamentos que propiciaram menor acumulação de matéria seca foram aqueles em que toda a dose de nitrogênio foi aplicada na semeadura ou até 30 dias após a emergência.

TABELA 3. Produção de matéria seca de folhas, raízes + coroa, e total (kg/ha) de beterraba açucareira, aos 180 dias após a emergência. Média de quatro repetições. Pelotas, RS, 1981/82.

| Tratamentos | Folhas   | Raízes + coroa | Total     |
|-------------|----------|----------------|-----------|
|             |          | kg/ha          |           |
| 1           | 2.163 b* | 4.027 b        | 6.190 c   |
| 2           | 2.639 ab | 6.045 a        | 8.684 ab  |
| 3           | 2.630 ab | 5.671 ab       | 8.301 abc |
| 4           | 2.367 ab | 4.850 ab       | 7.217 abc |
| 5           | 2.233 b  | 4.746 ab       | 6.979 abc |
| 6           | 2.708 ab | 6.269 a        | 8.977 a   |
| 7           | 2.106 b  | 4.849 ab       | 6.955 abc |
| 8           | 2.177 b  | 4.139 b        | 6.316 bc  |
| 9           | 2.591 ab | 5.765 ab       | 8.356 abc |
| 10          | 2.478 ab | 6.353 a        | 8.831 a   |
| 11          | 3.075 a  | 5.285 ab       | 8.360 abc |
| 12          | 2.868 ab | 6.214 a        | 9.082 a   |

\* Valores seguidos da mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Analisando os resultados obtidos, observaram-se também duas incoerências difíceis de serem explicadas: o tratamento 8 proporcionou menor acumulação de matéria seca, e o tratamento 2, uma das maiores. Esses efeitos são contrários ao que se acabou de expor; isso, provavelmente, se deve a efeito de amostragem, uma vez que os resultados da produção de raízes e de parte aérea (peso da matéria fresca) não apresentaram tal incoerência.

Os resultados do presente trabalho podem ser considerados apenas parcialmente conclusivos, pois, apesar de os resultados obtidos sugerirem o parcelamento da adubação nitrogenada até 60 ou 90 dias após a emergência, ainda não ficou definido em que proporções o adubo deva ser distribuído a partir da semeadura. A irregularidade pluviométrica ocorrida durante o período da condução do experimento contribuiu também, certamente, para a falta de coerência de alguns resultados.

Quanto ao efeito da época de aplicação do nitrogênio sobre a produção de matéria seca, Last & Draycott (1979) não constataram diferença significativa com a aplicação do nitrogênio antes ou após a semeadura; porém, a máxima produção foi proporcionada pelo tratamento em que o nitrogênio foi aplicado duas vezes. Com base nos resultados obtidos por Carter & Traveller (1981), pode-se deduzir que não convém aplicar o nitrogênio em épocas muito tardias, pois os tratamentos que consistiram na aplicação do nitrogênio na pré-semeadura ou cerca de 60 dias após a semeadura proporcionaram maior produção de matéria seca do que aqueles em que o referido nutriente foi aplicado 90 e 120 dias após a semeadura.

Analisando-se, através de gráfico, a acumulação de matéria seca com as médias dos pesos de matéria seca total (Fig. 2), obtidas em cada uma das seis épocas de coleta para os doze tratamentos, não ficou bem evidenciada a forma sigmoideal conforme obtida nos trabalhos de Goodmann (1963) e Rabuffetti (1974). Isso, provavelmente ocorreu porque até a última coleta a cultura ainda dispunha de condições favoráveis para o crescimento. Porém, avaliando separadamente as médias dos pesos de matéria seca das raízes mais coroa e da matéria seca das folhas, verificou-se, para esta última, a forma sigmoideal. Observou-se também, que, até a coleta aos 120 dias após a emergência, a acumula-

ção de matéria seca pelas folhas foi maior que a das raízes. Observação semelhante foi feita por Dambroth (1976), mostrando que, na fase inicial do ciclo vegetativo da cultura, a produção da parte aérea supera a das raízes.

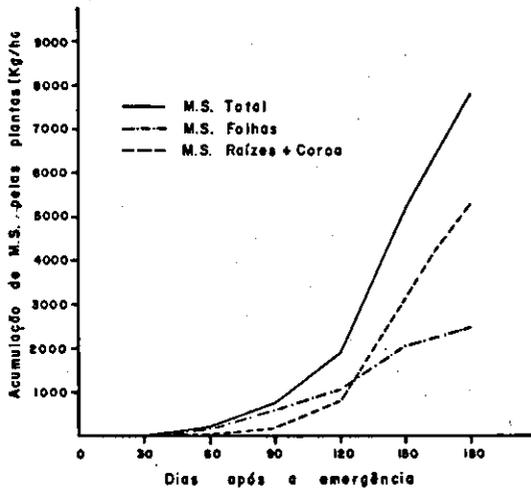


FIG. 2. Acumulação de matéria (kg/ha) pela beterraba açucareira. Médias dos doze tratamentos. Pelotas, RS, 1981/82).

A partir das médias das quantidades de matéria seca acumulada em cada uma das épocas de coleta, independentemente dos tratamentos, calcularam-se as percentagens de matéria seca acumulada pelas folhas, pelas raízes mais coroa, e pela planta inteira, em relação à quantidade acumulada na última época, que foi considerada como sendo 100% (Fig. 3).

De modo geral, observou-se que a quantidade de matéria seca acumulada aumentou mais expressivamente a partir dos 90 dias após a emergência, o que permite inferir que os nutrientes necessários à cultura devam ser fornecidos até essa época.

#### Acumulação de nitrogênio

As quantidades de nitrogênio acumuladas pelas folhas de beterraba açucareira, obtidas nos doze tratamentos e em cada uma das épocas, são apresentadas na Tabela 4. As concentrações de nitrogênio na matéria seca das folhas são apresentadas na Tabela 5.

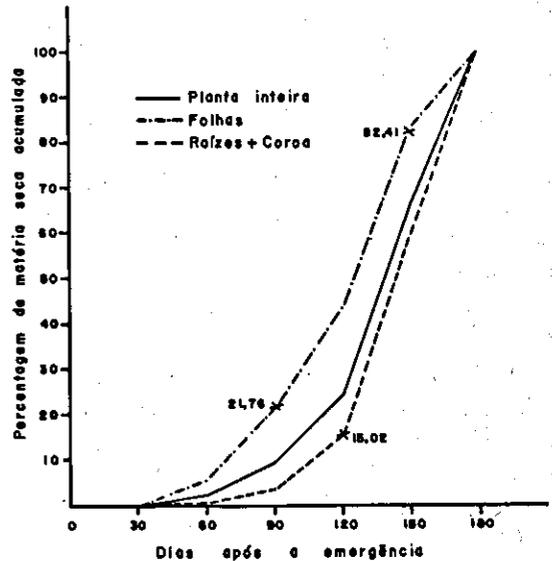


FIG. 3. Percentagem de matéria seca acumulada pela beterraba açucareira em diferentes épocas de coleta em relação à colheita final. Média dos doze tratamentos. Pelotas, RS, 1981/82.

Observa-se que, de modo geral, as quantidades de nitrogênio acumuladas foram maiores nos tratamentos em que o parcelamento do nutriente ocorreu até os 60 ou 90 dias após a emergência, enquanto as menores quantidades acumuladas foram verificadas nos tratamentos em que toda a dose de nitrogênio foi aplicada na sementeira ou até 30 dias após a emergência. Entretanto, essa constatação não apresentou coerência em todas as formas de parcelamento da adubação nitrogenada. Por exemplo, o tratamento 2, no qual a adubação foi aplicada apenas até os 30 dias após a emergência, propiciou uma acumulação de nitrogênio equivalente à dos tratamentos em que a adubação nitrogenada foi efetuada até épocas posteriores. Por outro lado, o tratamento 4, que correspondeu ao parcelamento da adubação até 60 dias após a emergência, apresentou menor acumulação de nitrogênio.

Analisando a Tabela 4, pode-se verificar que, em alguns tratamentos, as quantidades de nitrogênio acumuladas pelas folhas aumentaram até a sexta época de coleta, aos 180 dias após a emergência, ao passo que, em outros tratamentos, a maior quantidade de nitrogênio acumulado ocorreu em épocas anteriores, ou seja, na quinta coleta,

aos 150 dias após a emergência e num dos tratamentos ocorreu na quarta coleta, aos 120 dias após a emergência. Entretanto, Knowles et al., citados por Amaral (1978), verificaram a máxima acumulação de nitrogênio nas folhas 90 dias dias após a semeadura.

**TABELA 4.** Quantidade de nitrogênio acumulado (kg/ha) nas folhas da beterraba açucareira, em doze diferentes parcelamentos de nitrogênio e em seis épocas de coleta. Média de quatro repetições. Pelotas, RS, 1981/82.

| Tratamentos       | Épocas de coleta - Dias após a emergência |       |       |       |       |          |
|-------------------|---|-------|-------|-------|-------|----------|
|                   | 30  | 60    | 90    | 120   | 150   | 180      |
| 1                 | 0,19                                      | 4,03  | 4,88  | 28,31 | 34,40 | 42,10 c* |
| 2                 | 0,24                                      | 7,31  | 12,10 | 25,54 | 30,58 | 48,33 bc |
| 3                 | 0,26                                      | 9,09  | 19,73 | 29,26 | 40,27 | 49,17 bc |
| 4                 | 0,23                                      | 5,73  | 18,90 | 29,43 | 40,91 | 43,88 c  |
| 5                 | 0,22                                      | 7,33  | 10,20 | 31,73 | 43,20 | 41,40 c  |
| 6                 | 0,35                                      | 8,32  | 17,13 | 38,54 | 37,03 | 54,49 bc |
| 7                 | 0,26                                      | 10,66 | 17,18 | 24,90 | 40,51 | 39,58 c  |
| 8                 | 0,25                                      | 6,82  | 25,73 | 53,66 | 48,82 | 50,48 bc |
| 9                 | 0,31                                      | 6,33  | 15,96 | 38,78 | 61,04 | 48,81 bc |
| 10                | 0,25                                      | 5,11  | 12,35 | 27,71 | 33,95 | 50,78 bc |
| 11                | 0,22                                      | 6,77  | 8,41  | 36,58 | 74,35 | 64,98 ab |
| 12                | 0,24                                      | 5,23  | 4,44  | 28,91 | 60,21 | 73,97 a  |
| Médias das épocas | 0,25                                      | 6,90  | 13,92 | 32,78 | 46,27 | 50,66    |

\* Valores seguidos da mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

**TABELA 5.** Concentração de nitrogênio (%) na matéria seca das folhas da beterraba açucareira, em doze diferentes parcelamentos de nitrogênio e em seis épocas de coleta. Média de quatro repetições. Pelotas, RS, 1981/82.

| Tratamentos       | Épocas de coleta - Dias após a emergência |      |      |      |      |      |
|-------------------|---|------|------|------|------|------|
|                   | 30  | 60   | 90   | 120  | 150  | 180  |
| 1                 | 4,52                                      | 4,62 | 2,10 | 3,52 | 2,30 | 1,92 |
| 2                 | 4,50                                      | 4,75 | 2,40 | 2,77 | 2,03 | 1,82 |
| 3                 | 4,27                                      | 4,52 | 2,71 | 2,47 | 1,91 | 1,82 |
| 4                 | 4,32                                      | 4,70 | 2,59 | 2,75 | 2,06 | 1,86 |
| 5                 | 4,50                                      | 4,77 | 2,17 | 2,99 | 1,96 | 1,84 |
| 6                 | 4,51                                      | 4,48 | 2,57 | 2,85 | 1,80 | 2,01 |
| 7                 | 4,25                                      | 4,86 | 2,30 | 2,66 | 2,08 | 1,82 |
| 8                 | 4,39                                      | 4,36 | 3,25 | 3,24 | 2,36 | 2,33 |
| 9                 | 4,39                                      | 4,74 | 2,48 | 3,08 | 2,26 | 1,86 |
| 10                | 3,90                                      | 4,54 | 2,44 | 2,63 | 2,35 | 2,03 |
| 11                | 4,56                                      | 4,62 | 2,02 | 3,61 | 2,62 | 2,11 |
| 12                | 4,36                                      | 4,13 | 2,03 | 3,94 | 3,05 | 2,60 |
| Médias das épocas | 4,37                                      | 4,59 | 2,42 | 3,04 | 2,23 | 2,00 |

De modo geral, a beterraba açucareira acumulou a maior quantidade de suas necessidades de nitrogênio, no período de 90 a 150 dias após a emergência. Daí infere-se que, nas condições experimentais deste trabalho, a adubação nitrogenada deve ser parcelada. Essa observação foi confirmada pelo fato de que as maiores produções de raízes (peso da matéria fresca) e acumulação de matéria seca e de nitrogênio foram obtidas nos tratamentos em que o parcelamento da adubação nitrogenada foi até 60 e 90 dias após a emergência.

Quanto à acumulação de nitrogênio na matéria seca da beterraba açucareira, Draycott et al. (1973), através de experimento de campo, verificaram que as plantas acumularam, em média, um total de 212 kg/ha de N, dos quais 133 kg na parte aérea e 79 kg nas raízes, em 15,9 t/ha de matéria seca total.

Rabuffetti (1974) observa que o consumo médio de nitrogênio para uma produção de 30 t/ha de beterraba açucareira é de 60 kg/ha para a parte aérea e 55 kg/ha para as raízes, ao passo que, segundo Darpoux & Debeley, citados por Amaral (1978), 1 t de raízes de beterraba açucareira requer 4 kg a 4,5 kg de nitrogênio.

Referindo ainda outros trabalhos nesse sentido, Beiss (1977) avaliou a acumulação de nitrogênio pela beterraba açucareira durante 24 anos e constatou uma variação de 27 kg a 65,6 kg de nitrogênio acumulado por 10 t de beterraba (raiz + folhas). Essa variação foi atribuída principalmente a fatores climáticos. Hills & Peterson (1978), estudando o efeito de quatro formas de parcelamento de uma dose de adubação nitrogenada, desde a semeadura até a metade do ciclo da cultura, verificaram que na época da colheita as plantas submetidas aos diferentes tratamentos absorveram aproximadamente as mesmas quantidades de nitrogênio, enquanto Carter & Traveller (1981) constataram que as aplicações de nitrogênio efetuadas durante o ciclo da cultura geralmente aumentaram a acumulação do nutriente, comparativamente às mesmas doses aplicadas na pré-semeadura.

### CONCLUSÕES

1. As maiores produções de raízes foram obtidas nos tratamentos em que a aplicação do adubo

nitrogenado foi parcelada até 60 ou 90 dias após a emergência, ao passo que as menores produções foram oriundas dos tratamentos em que todo o nitrogênio foi aplicado na semeadura ou até 30 dias após a emergência.

2. A concentração de açúcares fermentáveis nas raízes da beterraba açucareira não foi afetada pelo parcelamento da dose de nitrogênio. A maior concentração de açúcares, independentemente dos tratamentos, foi estimada aos 185 dias após a emergência das plantas, sendo esta, em princípio, a melhor época para realizar a colheita das raízes.

3. As maiores quantidades acumuladas de matéria seca pelas plantas de beterraba açucareira e de nitrogênio pelas folhas verificaram-se, de modo geral, nos tratamentos em que a adubação nitrogenada foi parcelada até 60 ou 90 dias após a emergência das plantas, enquanto as menores quantidades acumuladas resultaram da aplicação de toda a dose de nitrogênio na semeadura ou até 30 dias após a emergência.

### REFERÊNCIAS

- ADAMS, S.N. The value of calcium nitrate and urea for sugar beet, and the effect of late nitrogenous top dressings. *J. Agric. Sci.*, 54:395-8, 1960.
- AMARAL, D.J. A beterraba sacarina. Lisboa, Clássica, 1978. 606p.
- BALDWIN, C.S. & DAVIS, J.F. Effect of time and rate of application of nitrogen and date of harvest on the yield and sucrose content of sugar beets. *Agron. J.*, 58(4):373-6, 1966.
- BEISS, U. Zur Kalkulation des Stickstoffbedarfs der Zuckerrübe. *Zucker*, 30(12):643-9, 1977.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. Recife, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30).
- BREMMER, J.M. Total nitrogen. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis*. Madison, Am. Soc. Agron., 1965. p.1149-78.
- CARTER, J.N. & TRAVELLER, D.J. Effect of time and amount of nitrogen uptake on sugarbeet growth and yield. *Agron. J.*, 73(4):665-71, 1981.
- DAMBROTH, M. Pflanzenphysiologische Kriterien für die mengenmässige und zeitliche Anwendung der Stickstoffdüngung zu Zuckerrüben. *Landbauforsch. Voelkenrode*, 26(3):157-62, 1976.
- DRAYCOTT, A.P.; WEBB, D.J. & WRIGHT, E.M. The effect of time of sowing and harvesting on growth,

- yield and nitrogen fertilizer requirement of sugar beet. I. Yield and nitrogen uptake at harvest. *J. Agric. Sci.*, 81(2):267-75, 1973.
- GILBERT, W.A.; LUDWICK, A.E. & WESTFALL, D.G. Predicting in-season N requirements of sugarbeets based on soil and petiole nitrate. *Agron. J.*, 73(6): 1018-23, 1981.
- GOODMAN, P.J. Some effects of different soils on composition and growth of sugar beet. *J. Sci. Food Agric.*, 14:196-203, 1963.
- HERNANDO, V.; JIMENO, L. & GUERRA, A. Estudio del efecto de la época de aplicación del nitrato en la producción de remolacha. *An. Edafol. Agrobiol.*, 20(9/10):476-86, 1961.
- HILLS, F.J. & PETERSON, G.R. Sugarbeet; an efficient user of soil nitrogen. *Calif. Agric.*, 32(6):8-9, 1978.
- HILLS, F.J.; SAILSBERY, R. & ULRICH, A. Sugarbeet fertilization. Berkeley, Calif. Agric. Exp. Stn., 1978. p.3-16. (Bulletin, 1891).
- HILLS, F.J. & ULRICH, A. Nitrogen nutrition. In: JOHNSON, R.T.; ALEXANDER, J.T.; RUSH, G.E. & HAWKES, G.R., ed. *Advances in sugarbeet production; principles and practices*. Ames, Iowa State Univ., 1971. p.111-35.
- HUMBERT, R.P. & ULRICH, A. Fertilizer use on sugar crops. II. Sugarbeets. In: NELSON, L.B.; MCVI-CKAR, M.H.; MUNDSON, R.D.; SEATZ, L.F.; TISDALE, S.L. & WHITE, W.C., ed. *Changing patterns in fertilizer use*. Madison, Soil Sci. Soc. Am., 1968. p.388-401.
- LANE, J.H. & EYNON, L. Determination of reducing sugars by Fehling's solution with methylene blue indicator. London, N. Kodger, 1934. 8p.
- LAST, P.J. & DRAYCOTT, A.P. The influence of time of fertilizer application on yield and quality of sugarbeet. *Exp. Husb.*, 35:95-108, 1979.
- LAST, P.J. & DRAYCOTT, A.P. Top-dressing of nitrogen for sugarbeet. *Exp. Husb.*, 22:82-8, 1972.
- RABUFFETTI, A. Remolacha azucarera. Canelones, Estac. Exp. Las Brujas, 1974. 23p. (Boletín de Divulgación, 29).