

AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DA BETERRABA AÇUCAREIRA E FORRAGEIRA¹

HENRIQUE PEREIRA DOS SANTOS e JÚLIO CESAR B. LHAMBY²

RESUMO - Num período de quatro anos de experimentação na EMBRAPA/CNPT, várias cultivares de beterraba (*Beta vulgaris* L.) foram testadas, mostrando boa adaptação no Planalto Rio-grandense. O rendimento médio de raiz obtido (34 t/ha) e o teor de açúcar (16,4%) foram próximos e superiores aos dos países tradicionalmente produtores, respectivamente, 30 t/ha e 15%. Em face disto, a beterraba pode ser considerada como boa opção para a produção de álcool nesta região. O rendimento médio estimado foi de 2.771 litros/ha.

Termos para indexação: competição de cultivares, *Beta vulgaris*.

SUGAR AND FODDER BEETS AGRONOMIC EVALUATION

ABSTRACT - During a four-year period of experimentation at the Centro Nacional de Pesquisa de Trigo at Passo Fundo, RS, Brazil, several beet cultivars showed good adaptation to the conditions in the region of the highlands of the state of Rio Grande do Sul. Root yields (34 t/ha) and sugar content (16,4%) were, respectively, near and superior to traditionally producer countries (30 t/ha e 15%). Hence, beets may be considered an alternative crop for alcohol production in this region. Estimated average yield of alcohol reached 2,771 liters/ha.

Index terms: competition of cultivars, *Beta vulgaris*.

INTRODUÇÃO

A instituição do Programa Nacional do Álcool abriu novos horizontes para a pesquisa, no que tange a fontes de energia vegetal no País.

O Estado do Rio Grande do Sul, possuidor de clima temperado, apresenta grande potencial para o cultivo de algumas espécies identificadas como fontes energéticas renováveis, tais como beterraba (*Beta vulgaris* L.), batata-doce (*Ipomoea batatas* Lam.), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), mandioca (*Manihot utilissima* Pohl) e sorgo sacarina (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).

A beterraba, importante espécie produtora de açúcar em outros países, poderá transformar-se, no planalto sul-rio-grandense, em fonte energética e cultura alternativa de inverno.

A partir de 1980, o Centro Nacional de Pesquisa de Trigo - CNPT - iniciou, oficialmente, os trabalhos com beterrabas açucareira e forrageira, com

a instalação de uma lavoura experimental cuja finalidade era determinar o potencial do germoplasma e, posteriormente, organizar ensaios de competição de cultivares. O objetivo principal foi o de avaliar a produção de raízes das cultivares testadas e estimar a capacidade de produção de álcool deste material.

As áreas para a lavoura e para os ensaios de competição foram sulcadas com espaço de 0,50 m e, posterior-

MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos conduzidos no CNPT com a cultura da beterraba constaram de uma lavoura experimental (1980) e de ensaios de competição de cultivares (1981, 1982 e 1983).

As sementes da lavoura experimental e do primeiro ensaio de competição foram introduzidas da Bélgica, Estados Unidos, França e Holanda. As cultivares, semeadas nos ensaios de competição de 1982 e 1983, foram distribuídas pelo CPATB (ex-UEPAE de Pelotas).

Os experimentos foram estabelecidos em solo classificado como Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, unidade de mapeamento Passo Fundo. O local onde foi cultivada a beterraba foi adubado uniformemente, de acordo com a recomendação da análise do solo para a cultura do trigo, ou seja, 300 kg/ha da fórmula 6-28-20 (N-P₂O₅-K₂O) para a lavoura e 200 kg/ha da mesma fórmula para todos os ensaios, nos três anos de estudo. A adubação de cobertura foi realizada com 50 kg/ha de N, na forma de uréia, na lavoura, e parcelado, em duas oportunidades, com 30 + 30 kg/ha de N, nos ensaios de competição.

¹ Aceito para publicação em 6 de janeiro de 1986. Trabalho realizado com os recursos do Programa de Mobilização Energética da Secretaria da Presidência da República.

² Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), Caixa Postal 569, CEP 99100 Passo Fundo, RS.

As áreas para a lavoura e para os ensaios de competição foram sulcadas com espaço de 0,50 m e, posteriormente, semeadas por processo manual. O desbaste foi realizado quando as plantas apresentavam o primeiro par de folhas verdadeiras, deixando-se 0,20 m entre as mesmas.

As semeaduras da área de lavoura e da dos ensaios ocorreram nos dias 05.06.80, 19.06.81, 24.05.82 e 06.06.83, respectivamente.

Na lavoura experimental foram semeadas quatro cultivares. Foram feitas três amostragem de 2,50 m², em três repetições para cada cultivar. Os ensaios de competição constaram de 20, 14 e 7 cultivares de beterraba açucareira e forrageira, respectivamente, em 1981, 1982 e 1983. As áreas úteis das parcelas variaram de 5,00 a 7,50 m².

Quando necessário, houve controle de insetos (*Diabrotica speciosa*), de acordo com a recomendação para a cultura da soja.

Por ocasião da colheita da lavoura e dos ensaios, foram determinados o rendimento de raiz (t/ha) e a produção de álcool (l/ha). Na prática, o rendimento de álcool corresponde a, aproximadamente, 50% do teor inicial de açúcar, em decorrência do consumo do mesmo pela levedura e de outros produtos formados (Gomes & Gomes s.n.t.). De cada parcela foram coletadas de três a cinco raízes ao acaso, para verificar o valor do seu brix (%).

As leituras do valor do brix (sólidos solúveis) foram realizadas com refratômetro, modelo G. Na prática, a leitura do valor do brix consiste, principalmente, de açúcares e de pequena parte de substâncias não açucaradas. Quando se pretende determinar o teor de açúcar puro, deve-se deduzir certa quantia do obtido, que, no caso da beterraba, é de 1/10.

O açúcar fermentável foi obtido do teor de açúcar versus rendimento de raiz.

A colheita foi realizada entre 170 a 180 dias após a germinação das plantas.

O ensaios de competição foram arranjados em blocos casualizados, com quatro repetições. Foi feita a análise de variância para as características avaliadas. As médias dos tratamentos foram comparadas entre si pela aplicação do teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de açúcar, o rendimento de raiz e de açúcar fermentável e a produção estimada de álcool das cultivares semeadas na lavoura experimental encontram-se na Tabela 1.

O rendimento médio de raiz (42 t/ha) foi semelhante aos dos países tradicionalmente produtores, e acima da média mundial. De acordo com Poehlman (1973), o rendimento de raiz de beterraba nos Estados Unidos varia de 37 a 50 t/ha. Conforme Amaral (1978), o rendimento médio de raiz de beterraba, em termos mundiais, está em torno de 30 t/ha.

TABELA 1: Teor de açúcar (TA), rendimento de raiz (RR), açúcar fermentável (AF) e produção de álcool (PA) da lavoura experimental de beterraba, EMBRAPA/CNPQ, Passo Fundo, RS, 1980.

Cultivares	TA ¹ (%)	RR (t/ha)	AF (t/ha)	PA ² l/ha
Maxakuhn ³	17,2 a	40,3	6,93	3,465
Polyrave ³	17,5 a	43,0	7,53	3,765
Cimarosa ⁴	15,6 b	42,7	6,66	3,330
Monovigor ⁴	12,4 c	41,8	5,18	2,590
Média	15,7	42,0	6,58	3,288
CV (%)	6,07	10,32	16,08	16,08
F Tratamentos	30,64**	0,24ns	1,80ns	1,80ns

¹ O teor de açúcar é o valor do brix corrigido.

² A produção de álcool foi estimada em 50% do açúcar fermentável.

³ Beterraba açucareira.

⁴ Beterraba forrageira.

** Nível de significância de 1%.

ns Não-significativo.

Médias analisadas no sentido vertical, seguidas da mesma letra, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

O teor de açúcar (15,7%) da lavoura experimental igualou-se também ao dos países produtores. As fábricas holandesas têm obtido, em média, 15,9% de açúcar (Cultivo . . . s.d.).

O rendimento médio de açúcar fermentável e de álcool da lavoura experimental foi estimado em 6,58 t/ha e 3.288 l/ha, respectivamente.

Na Tabela 2, podem ser vistos os dados do ensaio de competição de cultivares, conduzido em 1981. As cultivares de beterraba açucareira e forrageira apresentaram, em média, para o teor de açúcar, para o rendimento de raiz, para o açúcar fermentável e para a produção de álcool, respectivamente, 15,96%, 25,8 t/ha, 4,07 t/ha e 2.034 l/ha.

A cultivar Beta Seed 937 foi a que apresentou maior teor de açúcar; entretanto, não difere, significativamente, da Beta Seed 191, H 6656, Kawemegopoly, Sucrokuhn e Vigorave.

O rendimento de raiz mais elevado foi proporcionado pela cultivar Trivert, todavia, semelhante, estatisticamente, a Arigomono, Dumono, Kawemegopoly, Monobel, Maxakuhn, Polyrave, Semora-

TABELA 2. Teor de açúcar (TA), rendimento de raiz (RR), açúcar fermentável (AF) e produção de álcool (PA) do ensaio de cultivares de competição de beterraba. EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo, RS, 1981.

Cultivares	TA ¹ (%)	RR (t/ha)	AF (t/ha)	PA ² l/ha
Arigomono ³	16,95 cdef	28,0 abcd	4,77	2.386
Beta seed 191 ³	17,48 abcd	24,0 bcd	4,22	2.109
Beta Seed 937 ³	18,80 a	20,2 bcd	3,78	1.891
Dumono ³	16,25 defg	27,5 abcd	4,48	2.241
H 6656 ³	18,75 ab	20,6 bcd	3,83	1.915
Kawemegapoly ³	17,43 abcd	25,6 abcd	4,44	2.218
Monobel ³	15,70 fg	26,6 abcd	4,02	2.011
Monix ³	16,50 cdef	19,4 bcd	3,31	1.604
Maxakuhn ³	16,28 defg	30,8 ab	5,06	2.531
Polyrave ³	17,28 bcde	26,0 abcd	4,50	2.251
Semorave ³	16,38 cdefg	28,2 abcd	4,65	2.326
Sucrokuhn ³	17,73 abcd	22,2 bcd	3,91	1.953
Trirave ³	16,70 cdef	18,7 cd	3,13	1.564
Vigorave ³	17,78 abc	29,0 abcd	5,16	2.581
Brigadier ⁴	10,05 i	25,7 abcd	2,59	1.293
Cimarosa ⁴	15,83 efg	18,2 d	2,89	1.426
Monoblanc ⁴	14,93 g	30,0 abc	4,71	2.356
Monovigor ⁴	14,90 g	28,4 abcd	4,17	2.086
Peramono ⁴	9,98 i	30,2 abc	3,04	1.520
Trivert ⁴	13,40 h	36,2 a	4,84	2.418
Média	15,96	25,8	4,07	2.034
CV (%)	6,58	26,29	29,50	29,57
F Tratamentos	21,08**	1,95*	1,61ns	1,61ns

¹ O teor de açúcar é o valor do brix corrigido.

² A produção de álcool foi estimada em 50% do açúcar fermentável.

³ Beterraba açucareira.

⁴ Beterraba forrageira.

* Nível de significância de 5%.

** Nível de significância de 1%.

ns Não-significativo.

Médias analisadas no sentido vertical, seguidas da mesma letra, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

ve, Vigorave, Brigadier, Monoblanc, Monovigor e Peramono.

Os rendimentos de raiz em 1981 (25,8 t/ha) foram baixos, em comparação com os de 1980 (42 t/ha). Já o teor de açúcar (15,96%) foi, praticamente, igual ao de 1980 (15,7%). O rendimento de raiz situou-se numa posição intermediária, enquanto o teor de açúcar superou os resultados obtidos por Porto et al. (1981) em Pelotas, RS (18,9 t/ha e 10,7%) e Piratini (38,1 t/ha e 14,9%), respectivamente.

O baixo rendimento de raiz de 1981, quando comparado com o de 1980, deveu-se, fundamentalmente, às condições meteorológicas adversas predominantes durante o ciclo da cultura, ou seja, período seco em maio e junho, atrasando a semeadura, e em agosto, retardando o desenvolvimento vegetativo da beterraba (Boletim Agrometeorológico 1982).

Os resultados do ensaio de competição de 1982 encontram-se na Tabela 3.

TABELA 3. Teor de açúcar (TA), rendimento de raiz (RR), açúcar fermentável (AF) e produção de álcool (PA) do ensaio de competição de cultivares de beterraba. EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo, RS, 1982.

Cultivares	TA ¹ (%)	RR (t/ha)	AF (t/ha)	PA ² l/ha
Kawegigapoly ³	18,15 abc	35,27 bc	6,36	3.180
Kawegigamono ³	18,38 ab	30,82 c	5,65	2.824
Kawerita ³	17,93 abc	32,10 c	5,76	2.880
Kawemegamono ³	17,65 abc	37,03 bc	6,52	3.259
Trirave ³	16,53 c	35,94 bc	5,91	2.955
H 5511 ³	17,45 abc	44,43 ab	7,74	3.871
Buramo ³	17,70 abc	37,52 bc	6,64	3.321
Vademo ³	16,85 bc	42,37 abc	7,18	3.590
H 5512 ³	17,75 abc	37,95 bc	6,71	3.356
Zwaampoly ³	17,53 abc	44,91 ab	7,88	3.940
Bush Mono G ³	18,90 a	39,24 abc	7,41	3.704
Oscar ⁴	12,80 d	50,75 a	6,55	3.274
Polyaurea ⁵	14,43 d	39,65 abc	5,67	2.835
Arigomono ³	18,45 ab	37,18 bc	6,85	3.426
Média	17,18	38,94	6,63	3.315
CV (%)	6,79	18,53	20,86	20,86
F Tratamentos	8,11**	2,14*	1,91ns	1,13ns

¹ O teor de açúcar é o valor do brix corrigido.

² A produção de álcool foi estimada em 50% do açúcar fermentável.

³ Beterraba açucareira.

⁴ Beterraba semi-açucareira

⁵ Beterraba forrageira.

* Nível de significância de 5%.

** Nível de significância de 1%.

ns Não-significativo.

Médias analisadas no sentido vertical, seguidas da mesma letra, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

O teor de açúcar da beterraba açucareira e o rendimento médio de raiz, o açúcar fermentável e a produção de álcool da cultivar de beterraba forrageira foram, respectivamente, de 17,18%, 38,9 t/ha, 6,63 t/ha e 3.315 l/ha.

As condições meteorológicas ocorridas em 1982 foram totalmente atípicas. Em maio, houve um período seco, o que dificultou a semeadura do ensaio. Durante os meses de junho e julho e novamente em setembro e outubro, observaram-se excessos hídricos e altas temperaturas, acarretando problemas para germinação e desenvolvimento das cultivares de beterraba. Em agosto, novamente ocorreu estiagem (Boletim Agrometeorológico 1983).

O maior teor de açúcar foi mostrado por Bush Mono G, o qual, por sua vez, não difere significa-

tivamente de Kawegigapoly, Kawegigamono, Kawerita, Kawemegamono, H 5511, Buramo, H 5512, Zwaampoly e Arigomono.

'Oscar' foi a cultivar mais produtiva para rendimento de raiz, em valor absoluto, todavia, semelhante, estatisticamente, a H 5511, Vademo, Zwaampoly, Bush Mono G e Polyaurea.

Apesar das condições meteorológicas adversas, as cultivares mostraram rendimento de raiz próximo aos de 1980, e teor de açúcar levemente superior. Chielle et al. (1983), em ensaio semelhante, em Taquari, RS, obtiveram resultados inferiores para rendimento de raiz (13,5 t/ha) e sólidos solúveis (15,9%). Já Ceretta et al. (1983), para as mesmas cultivares, em Chapecó, SC (29,8 t/ha) e Campos Novos, SC (25,4 t/ha), apresentaram dados aproximados de rendimento de raiz.

Os dados do ensaio de competição de 1983 são mostrados na Tabela 4. As cultivares apresentaram, em média, 16,90%, 29,1 t/ha, 4,89 t/ha e 2.447 l/ha, respectivamente, de teor de açúcar, rendimento de raiz, açúcar fermentável e produção de álcool.

De acordo com os dados meteorológicos da Estação Climatológica do CNPT-8^o DISME, houve excesso hídrico nos meses de junho e julho, com altas temperaturas, dificultando, em parte, a germinação e o desenvolvimento da beterraba. Além disso, a primavera foi relativamente fria, o que acarretou, igualmente, problemas para a produtividade da cultura (Boletim Agrometeorológico 1984).

Houve significância entre as médias somente para o teor de açúcar. A cultivar Kawemira apresentou o maior teor de açúcar, todavia, semelhante, estatisticamente, a Buramo, Bush Mono G, H 5512 e Semorave.

Em virtude das condições meteorológicas de 1983, as cultivares mostraram rendimentos de raiz

abaixo dos de 1980 (42 t/ha) e 1982 (38,9 t/ha) e acima dos obtidos em 1981 (25,8 t/ha). O teor de açúcar localizou-se numa faixa intermediária aos dos três anos anteriores. Diaz Dávalos et al. (1984), em ensaio semelhante conduzido em Chapecó, SC; mostra valores próximos, de rendimento de raiz, de 23,3 t/ha.

Durante estes anos de experimentação, as cultivares de beterraba testadas demonstraram adaptação às condições do planalto rio-grandense, com rendimento médio de raiz de 34 t/ha e teor médio de açúcar de 16,4, percentagem próxima e superior à das cultivares dos países tradicionalmente produtores, respectivamente, 30 t/ha e 15%. Conforme Doney & Theurer (1980), a beterraba açucareira seria a mais apropriada para produzir álcool, por armazenar energia na forma de sacarose, que é um açúcar prontamente fermentável. Graças a isto, a beterraba pode ser considerada como boa opção para produção de álcool nesta região, com uma produtividade de 2.771 l/ha.

TABELA 4. Teor de açúcar (TA), rendimento de raiz (RR), açúcar fermentável (AF) e produção de álcool (PA) do ensaio de competição de cultivares de beterraba. EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo, RS, 1983.

Cultivares	TA ¹ (%)	RR (t/ha)	AF (t/ha)	PA ² l/ha
Buramo ³	18,18 ab	27,5	5,12	2.557
Buch Mono G ³	17,70 ab	24,1	4,28	2.141
H 5512 ³	17,65 ab	26,6	4,72	2.360
Kawemira ³	18,50 a	29,0	5,32	2.661
Oscar ⁴	12,23	35,0	4,30	2.151
Semorave ³	17,25 ab	24,2	4,18	2.088
Zwaampoly ³	16,80 b	37,2	6,34	3.168
Média	16,90	29,1	4,89	2.447
CV (%)	6,12	32,26	32,83	32,83
F Tratamentos	17,04**	1,23ns	0,92ns	0,92ns

¹ O teor de açúcar e o valor do brix corrigido.

² A produção de álcool foi estimada em 50% do açúcar fermentável.

³ Beterraba açucareira.

⁴ Beterraba forrageira.

** Nível de significância de 1%.

ns Não-significativo.

Médias analisadas no sentido vertical, seguidas da mesma letra, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

Um dos principais problemas para a cultura da beterraba está na produção de sementes, que se tem mostrado difícil até o presente momento, nas condições climáticas da região, tornando, portanto, a sua expansão totalmente dependente da importação de sementes de outros países.

CONCLUSÕES

1. As beterrabas açucareira e forrageira demonstraram-se viáveis como culturas de inverno no planalto médio do Rio Grande do Sul.
2. As beterrabas podem ser consideradas como culturas potenciais para produção de álcool, graças à sua alta capacidade de rendimento e por constituir um recurso renovável.
3. As beterrabas mostraram-se sensíveis às condições climáticas.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, J.D. A beterraba sacarina. Lisboa, Clássica, 1978. 606p.
- BOLETIM AGROMETEOROLÓGICO 1981. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1982.
- BOLETIM AGROMETEOROLÓGICO 1982. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1983.
- BOLETIM AGROMETEOROLÓGICO 1983. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1984.
- CERETTA, C.A.; DIAZ DÁVALOS, E. & MILANEZ, J. M. Avaliação de cultivares de beterraba açucareira. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE BETERRABA AÇUCAREIRA, 2., Pelotas, RS, 1983. Beterraba açucareira; resultados de pesquisa obtidos em Santa Catarina, ano agrícola 1982/83. Chapecó, EMPASC-Estação Experimental, 1983. p.1-10.
- CHIELLE, Z.C.; CHIELLE, M.C.P. & SOARES, G.J. Competição de cultivares em beterraba açucareira na depressão central do Rio Grande do Sul. In: INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, Porto Alegre, RS. Culturas energéticas - girassol, colza, mandioca, sorgo sacarino e beterraba açucareira; resultados experimentais 1982/83. Porto Alegre, IPAGRO, 1983. p.177-9.
- CULTIVO de remolacha azucarera en Holanda. Kapell, J.D. van Have B.V., s.d. n.p.
- DIAZ DÁVALOS, E.; CERETTA, C.A. & MILANEZ, J.M. Avaliação de cultivares de beterraba açucareira. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE BETERRABA AÇUCAREIRA, 3., Pelotas, RS, 1984. Beterraba açucareira; resultados de pesquisa obtidos em Santa Catarina, ano agrícola 1983/84. Chapecó, EMPASC-Cent. Pesq. Prop., 1984. p.1-6.
- DONEY, D.L. & THEURER, J.C. Alcohol fuel from sugarbeets. Utah Sci., 42(2):40-3, 1980.
- GOMES, C.S. & GOMES, L.S. O futuro da biomassa energética pertence ao metano (CH₄) e hidrogênio (H₂) e não ao álcool (C₂H₅OH). s.n.t. 11p.
- POEHLMAN, J.M. Mejoramiento genético de la remolacha azucarera. In: _____. Mejoramiento genético de las cosechas. México, Simusa, 1973. cap. 16, p.353-78.
- PORTO, M.P.; RAUPP, A.A.A. & PETIZ, C.A. Competição de cultivares de beterraba açucareira na região sudeste do RS. Pelotas, EMBRAPA-UEPAE Pelotas, 1981. 4p. (EMBRAPA-UEPAE Pelotas. Pesquisa em Andamento, 4)