

EFEITO DA GEADA NAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE ALGUMAS VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR¹

CÂNDIDO R. BASTOS², CELSO V. POMMER², ANTÔNIO P. CAMARGO²,
V. BOVI³, J. CIONE³ e ROGÉRIO F. RIBEIRO⁴

RESUMO - Em 18 de julho de 1975, ocorreu geada no Estado de São Paulo; em Piracicaba, a temperatura atingiu -1°C . Aproveitou-se a ocorrência da geada para investigar seus efeitos sobre características tecnológicas de algumas variedades. Foram tomadas amostras de dez colmos cada uma, a partir de doze dias após a geada, e depois, aproximadamente, a cada duas semanas. Analisaram-se brix % caldo, pol % caldo e, por inferência, produção de açúcar provável (em kg/t de cana). Dadas as condições do meio ambiente e das próprias plantas, pode-se dizer que estas não sofreram alterações dignas de nota nas sete amostras quinzenais efetuadas após a geada, nas características analisadas. Aplicando-se análise de regressão, verificou-se que os dados de brix % caldo ajustaram-se melhor às curvas de 2° grau. O teste F para regressão foi significativo em nove dos quinze casos estudados.

Termos para indexação: colmos, brix, pol, produção de açúcar provável.

EFFECT OF A FREEZE ON SOME TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SEVERAL SUGAR CANE VARIETIES

ABSTRACT - A freeze occurred in the State of São Paulo, on July, 18th, 1975 with the temperature decreasing to -1°C in Piracicaba. Advantage was taken of this occurrence to study the effect of freeze on the technological characteristics of some commercial sugar cane varieties. Ten stalk samples were taken for the experiment, beginning at twelve days after the freeze and thereafter every two weeks. Brix % juice, pol % juice and, by inference, theoretical sugar yield (kg/t of cane) were studied. Due to the environmental and plant conditions in the field, it could be concluded that the varieties did not show significant alterations caused by the freeze in none of the seven fortnight samples. Regression analysis showed that brix % juice data fitted 2nd degree curves better than the other data, with F test significant in nine out of fifteen cases.

Index terms: stalks, brix, pol, theoretical sugar.

INTRODUÇÃO

As geadas, fenômenos meteorológicos, têm ocorrido ciclicamente no Estado de São Paulo a cada três ou quatro anos (COPERSUCAR 1981, PLANALSUCAR 1982). Normalmente elas coincidem com o período de maturação da cultura da cana-de-açúcar, advindo, daí, prejuízos na qualidade e na quantidade da matéria-prima para fabricação de açúcar e álcool como, por exemplo, aumento nos teores de açúcares invertidos e de gomas, perda de peso total e de caldo por dissecação, chochamento e brotação lateral. Em fases de crescimento mais iniciais da cultura, a geada pode provocar a morte de toda a parte aérea com consequências desastrosas na produtividade.

Aceito para publicação em 25 de maio de 1983.

¹ Trabalho apresentado na 34.^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), em Campinas, 1982.

² Eng.^o-Agr.^o, Dr., Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Caixa Postal 28, CEP 13100 - Campinas, SP.

³ Eng.^o-Agr.^o, IAC, Campinas, SP.

⁴ Eng.^o-Agr.^o, estagiário, IAC, Campinas, SP.

Com o crescente aumento da área cultivada com a cana-de-açúcar no estado, a importância desse fenômeno, pelos prejuízos que pode causar na produção de açúcar e álcool, obviamente aumentou nas mesmas proporções.

Sempre que ocorrem geadas, os pesquisadores e técnicos procuram averiguar se as variedades plantadas reagiram diferentemente ao fenômeno no que diz respeito aos danos causados (Irvine 1967, Fogliata 1966, Irvine 1969, COPERSUCAR 1976, Brinholi 1972). Na literatura, também se verifica a preocupação de repetir artificialmente os efeitos do fenômeno com o objetivo de estudar a resistência das variedades à geada (Irvine 1968, Brinholi 1975, Brinholi & Ferraz 1978).

Fogliata (1966) encontrou, para média de seis variedades, um aumento de 8 kg de açúcar provável por tonelada de cana, fato verificado até os primeiros 41 dias após a geada. Em seguida observou uma queda de 48,8 kg de açúcar por tonelada de cana até os 129 dias do início das amostragens. Verificou que a 'NCo310' foi a menos afetada e a 'NA56-79' e 'Tuc 2645' as mais afetadas.

Em amostragens periódicas após a geada, trabalhando com quinze variedades, Irvine (1969) observou queda no teor de sacarose, a partir da quarta semana, estimando, até o final das amostragens (treze semanas), uma redução diária de 0,014% em pol % caldo.

Fernandes et al. (1975), nas condições do Estado de São Paulo, verificaram o comportamento das variedades 'CB 40-13' e 'CB 40-69', após a geada de 1975, e concluíram que a primeira foi mais sensível ao frio. Também verificaram que a deterioração tornou-se mais acentuada com o aumento da temperatura ambiente e o início das chuvas em setembro. Em relato sobre os danos nessas mesmas variedades e nas mesmas condições (COPERSUCAR 1976), afirmou-se que a deterioração da cana pode ser verificada cerca de 30 dias após a incidência da geada e que a temperatura de -1°C e seu tempo de duração foram suficientes para provocar a dessecação das folhas e morte do meristema apical e conseqüente brotação das gemas laterais.

Coleman (1953) verificou que as variedades de cana-de-açúcar submetidas às temperaturas de $0,0^{\circ}\text{C}$ e $-3,3^{\circ}\text{C}$ não apresentaram variações, seja quanto ao brix seja quanto ao teor de sacarose.

O objetivo do presente trabalho foi verificar possíveis efeitos da geada ocorrida em 1975 sobre algumas características tecnológicas de quinze variedades de cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostragens foram executadas em uma coleção de variedades comerciais de cana-de-açúcar a qual encontrava-se em área da Estação Experimental de Piracicaba, do Instituto Agrônômico.

A geada ocorreu no dia 18.7.75, tendo a temperatura atingido $-1,0^{\circ}\text{C}$. No dia anterior, a temperatura mínima fora de $13,6^{\circ}\text{C}$ e no dia seguinte, $1,6^{\circ}\text{C}$. Houve precipitação de 7,3 mm de chuvas no dia 17 e 13,9 mm no dia 18, só voltando a chover em Piracicaba, no dia 24.9.75. A verificação da incidência da geada sobre a coleção de variedades deu-se quatro ou cinco dias após a geada.

As variedades foram plantadas, em linhas de 25 m de comprimento cada uma, em março de 1974, estando, portanto, com 16 meses de idade. Eram as seguintes: 'IAC 50-134', 'IAC 51-205', 'IAC 52-150', 'IAC 52-179', 'IAC 52-326', 'IAC 58-480', 'IAC 60-537', 'CB 41-14', 'CB 41-76', 'CB 46-47', 'CB 47-355', 'Co 740', 'Co 1148', 'NA 56-79' e 'Q 76'.

As amostragens para análise iniciaram-se no dia 30.7.75, portanto, doze dias após a geada, e repetiram-se aos 24, 38, 52, 66, 80 e 94 dias. Colheram-se dez colmos de cada uma das variedades, em cada amostragem.

Analysaram-se brix % caldo, medido direto em refratômetro Bausch & Lomb e pol % caldo, pelo método do subacetato seco de Horne, conforme relato de Meade (1963), e leitura em polarímetro Zeiss. Por inferência, obteve-se o açúcar provável, medido em kg/t cana, segundo fórmula de Winter-Carp-Geerligns, modificada por Arceneaux (1935) e Aguirre Junior (1941).

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão, para tentar verificar se o comportamento de cada variedade adequava-se a curvas de 2^o grau.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos nas análises tecnológicas, especificamente brix % caldo, pol % caldo e açúcar provável (kg/t cana).

Observa-se que cinco variedades apresentaram, na primeira amostragem, doze dias após a geada, teores elevados de brix, pol e açúcar provável, a saber: 'IAC 52-150', 'IAC 58-480', 'CB 46-47', 'Co 740' e 'NA 56-79'. Por outro lado, apresentaram baixos teores, as seguintes: 'IAC 52-179', 'IAC 52-326', 'CB 41-14', 'CB 41-76', 'CB 47-355' e 'Co 1148'.

Na Tabela 2 estão os resultados da análise de regressão para os dados de brix % caldo.

Verifica-se que o teste para regressão foi significativo a 5 ou 1% de probabilidade na maioria dos casos, isto é, em nove dos quinze casos estudados. Isto significa que as equações aí expressas refletem bem o ocorrido com essas variedades no período estudado, para os valores de brix. Os coeficientes de determinação (R^2) também mostraram, para esses nove casos, valores elevados. Portanto para brix % caldo, os valores encontrados para F e R^2 indicam que a variação nessa característica, na maioria das variedades, obedeceu a uma equação do 2^o grau, pelo menos, no período estudado. Assim, os valores de brix aumentaram até um determinado ponto (ponto máximo) para, depois, diminuírem até a última amostragem, como regra. Para o parâmetro em questão, todas as curvas tiveram a mesma forma, isto é, os mesmos sinais para os coeficientes.

A Tabela 3 apresenta os resultados da análise de regressão para os dados de pol % caldo.

O teste F para regressão foi significativo apenas

TABELA 1. Resultados obtidos nas análises tecnológicas em diversos períodos após a geada.

Variedades	Dias após a geada								
	12			24			38		
	B	P	A	B	P	A	B	P	A
1. IAC 50-134	20,8	17,5	109	21,5	18,0	111	22,5	19,3	121
2. IAC 51-205	20,5	17,6	111	22,0	19,2	121	22,6	20,5	131
3. IAC 52-150	21,3	19,0	121	23,3	21,0	135	23,6	21,5	126
4. IAC 52-179	19,4	15,8	96	21,4	18,0	111	21,7	18,7	118
5. IAC 52-326	20,6	16,7	101	21,9	18,8	118	22,1	18,7	116
6. IAC 58-480	22,7	20,0	127	23,5	21,3	137	22,9	20,5	131
7. IAC 60-537	20,9	17,3	106	21,4	17,8	110	21,3	17,4	106
8. CB 41-14	20,4	15,9	95	20,8	16,6	100	21,5	17,9	111
9. CB 41-76	19,9	16,3	100	21,0	17,1	104	21,5	17,9	110
10. CB 46-47	21,2	18,1	113	22,4	19,1	120	22,8	19,4	120
11. CB 47-355	20,2	16,1	97	21,4	18,1	112	21,5	17,8	109
12. Co 740	21,3	18,0	112	21,5	18,3	114	22,2	19,4	122
13. Co 1148	20,7	16,9	103	21,3	17,8	110	22,8	19,6	123
14. NA 56-79	24,0	21,2	135	23,4	20,6	131	23,8	20,9	132
15. Q 76	21,4	17,9	111	21,4	18,6	117	22,7	20,1	128

B - brix % caldo; P - pol % caldo; A - açúcar provável (kg/t cana).

TABELA 1. Continuação.

Variedades	Dias após a geada											
	52			66			80			94		
	B	P	A	B	P	A	B	P	A	B	P	A
1. IAC 50-134	22,1	18,9	118	22,1	19,4	123	20,9	18,6	118	19,4	17,9	116
2. IAC 51-205	23,2	20,4	129	22,5	20,0	127	20,9	19,1	123	17,9	17,1	113
3. IAC 52-150	23,7	21,4	137	23,1	20,8	134	23,3	21,2	136	21,6	20,2	131
4. IAC 52-179	22,0	18,6	116	22,0	18,9	118	21,0	18,6	119	21,0	18,9	121
5. IAC 52-326	22,6	19,6	123	22,4	19,0	118	20,9	18,4	117	20,4	18,5	119
6. IAC 58-480	24,2	21,7	129	24,0	21,5	138	23,4	21,6	139	23,1	21,2	138
7. IAC 60-537	21,3	16,8	101	21,0	15,9	93	21,2	17,4	106	20,3	15,8	94
8. CB 41-14	21,0	17,7	110	20,2	16,4	99	18,6	16,1	101	20,1	18,1	116
9. CB 41-76	21,2	17,4	107	-	-	-	20,6	17,4	108	19,6	17,5	112
10. CB 46-47	22,1	18,8	117	21,5	17,8	110	20,7	18,0	113	22,0	19,8	127
11. CB 47-355	22,2	18,5	114	22,0	18,3	113	20,5	17,6	110	19,0	17,3	111
12. Co 740	22,5	19,1	119	22,4	18,9	117	21,4	19,2	123	20,9	18,9	121
13. Co 1148	22,0	18,7	117	18,8	15,8	98	20,3	18,1	116	20,1	17,8	113
14. NA 56-79	24,2	21,6	138	23,1	20,2	127	22,6	20,1	128	22,1	17,3	103
15. Q 76	21,3	19,2	124	22,9	20,0	127	22,0	20,2	131	21,4	19,7	127

B - brix % caldo; P - pol % caldo; A - açúcar provável (kg/t cana).

TABELA 2. Resultados da análise de regressão e equações obtidas para os dados de brix % caldo.

Variedade	F _{regressão}	Equações do 2º grau	R ²
IAC 50-134	70,13 **	$Y_1 = 19,3884 + 0,1271 x - 0,00135 X^2$	0,972
IAC 51-205	131,15 **	$Y_2 = 18,1151 + 0,2159 x - 0,00230 X^2$	0,985
IAC 52-150	10,81 *	$Y_3 = 20,2100 + 0,1363 x - 0,00129 X^2$	0,844
IAC 52-179	8,94 *	$Y_4 = 18,4709 + 0,1246 x - 0,00108 X^2$	0,817
IAC 52-326	17,84 *	$Y_5 = 19,4627 + 0,1201 x - 0,00120 X^2$	0,899
IAC 58-480	2,50	$Y_6 = 22,0146 + 0,0631 x - 0,00055 X^2$	0,555
IAC 60-537	6,66	$Y_7 = 20,6297 + 0,0337 x - 0,00038 X^2$	0,769
CB 41-14	1,35	$Y_8 = 20,4786 + 0,0243 x - 0,00039 X^2$	0,404
CB 41-76	24,57 *	$Y_9 = 19,0266 + 0,0975 x - 0,00098 X^2$	0,943
CB 46-47	0,36	$Y_{10} = 21,5275 + 0,0258 x - 0,00030 X^2$	0,152
CB 47-355	38,14 **	$Y_{11} = 18,6501 + 0,1436 x - 0,00148 X^2$	0,950
Co 740	16,41 *	$Y_{12} = 20,2417 + 0,0839 x - 0,00083 X^2$	0,891
Co 1148	0,83	$Y_{13} = 20,8735 + 0,0346 x - 0,00052 X^2$	0,293
NA 56-79	8,96 *	$Y_{14} = 23,4921 + 0,0266 x - 0,00045 X^2$	0,818
Q 76	0,91	$Y_{15} = 20,6304 + 0,0586 x - 0,00052 X^2$	0,312

* Significativo a 5% de probabilidade.

** Significativo a 1% de probabilidade.

TABELA 3. Resultados da análise de regressão e equações obtidas para os dados de pol % caldo.

Variedade	F _{regressão}	Equações do 2º grau	R ²
IAC 50-134	14,31 *	$Y_1 = 16,2650 + 0,1065 x - 0,00095 X^2$	0,877
IAC 51-205	157,61 **	$Y_2 = 15,6377 + 0,1928 x - 0,00189 X^2$	0,988
IAC 52-150	6,07	$Y_3 = 18,2085 + 0,1174 x - 0,00104 X^2$	0,752
IAC 52-179	10,07 *	$Y_4 = 15,0357 + 0,1186 x - 0,00087 X^2$	0,834
IAC 52-326	5,62	$Y_5 = 15,9133 + 0,1152 x - 0,00098 X^2$	0,737
IAC 58-480	3,28	$Y_6 = 19,5421 + 0,0590 x - 0,00043 X^2$	0,621
IAC 60-537	1,70	$Y_7 = 17,6853 - 0,0096 x - 0,00008 X^2$	0,459
CB 41-14	0,33	$Y_8 = 15,9684 + 0,0336 x - 0,00022 X^2$	0,142
CB 41-76	3,66	$Y_9 = 15,8223 + 0,0611 x - 0,00048 X^2$	0,709
CB 46-47	0,11	$Y_{10} = 18,9668 - 0,0187 x + 0,00021 X^2$	0,051
CB 47-355	6,76	$Y_{11} = 15,3242 + 0,1092 x - 0,00096 X^2$	0,772
Co 740	5,70	$Y_{12} = 17,4014 + 0,0567 x - 0,00044 X^2$	0,740

TABELA 3. Continuação.

Variedade	F _{regressão}	Equações do 2º grau	R ²
Co 1148	0,14	$Y_{13} = 16,9926 + 0,0457 x - 0,00045 x^2$	0,067
NA 56-79	10,33 *	$Y_{14} = 19,8526 + 0,0819 x - 0,00111 x^2$	0,838
Q 76	7,42	$Y_{15} = 17,0450 + 0,0844 x - 0,00059 x^2$	0,788

* Significativo a 5% de probabilidade.

** Significativo a 1% de probabilidade.

para as variedades 'IAC 50-134', 'IAC 51-205', 'IAC 52-179' e 'NA 56-79'. Nesses casos, obviamente, os coeficientes de determinação também foram os de maior valor, pois ambos (teste F e R²) dão a medida do mesmo fato, isto é, adequação dos dados às curvas. As variedades 'IAC 60-537' e 'CB 46-47' apresentaram sinais algébricos para o coeficiente b trocados em relação às demais variedades.

A inversão desses sinais indica que as curvas representativas dos dados desta característica, para essas duas variedades, reverteram a tendência inicial que era igual à das demais variedades, o que poderá ser melhor visualizado nas Fig. 1, 2 e 3.

A Tabela 4 mostra os resultados da análise de regressão para os dados de açúcar provável em kg/t de cana.

As variedades 'IAC 50-134', 'IAC 51-205', 'IAC 52-179', 'NA 56-79' e 'Q 76' foram as únicas cujos dados levaram à obtenção de teste F significativo para regressão. As variedades 'IAC 60-537' e 'CB 46-47' mantiveram nas equações, os sinais invertidos nos coeficientes b e c com relação às demais.

No caso de variedades consideradas como de maturação precoce, isto é, 'IAC 52-150', 'IAC 58-480', 'CB 46-47' e 'NA 56-79', os coeficientes lineares das equações que as representam foram bem mais elevados que os das demais variedades. Isto quer dizer que, já na primeira amostragem efetuada, essas quatro variedades apresentavam alto teor de açúcar provável. Uma vez que Y representa o teor de açúcar provável num determinado número X de dias após a geada, é só considerar X igual a zero nas equações mostradas, e o valor do coeficiente

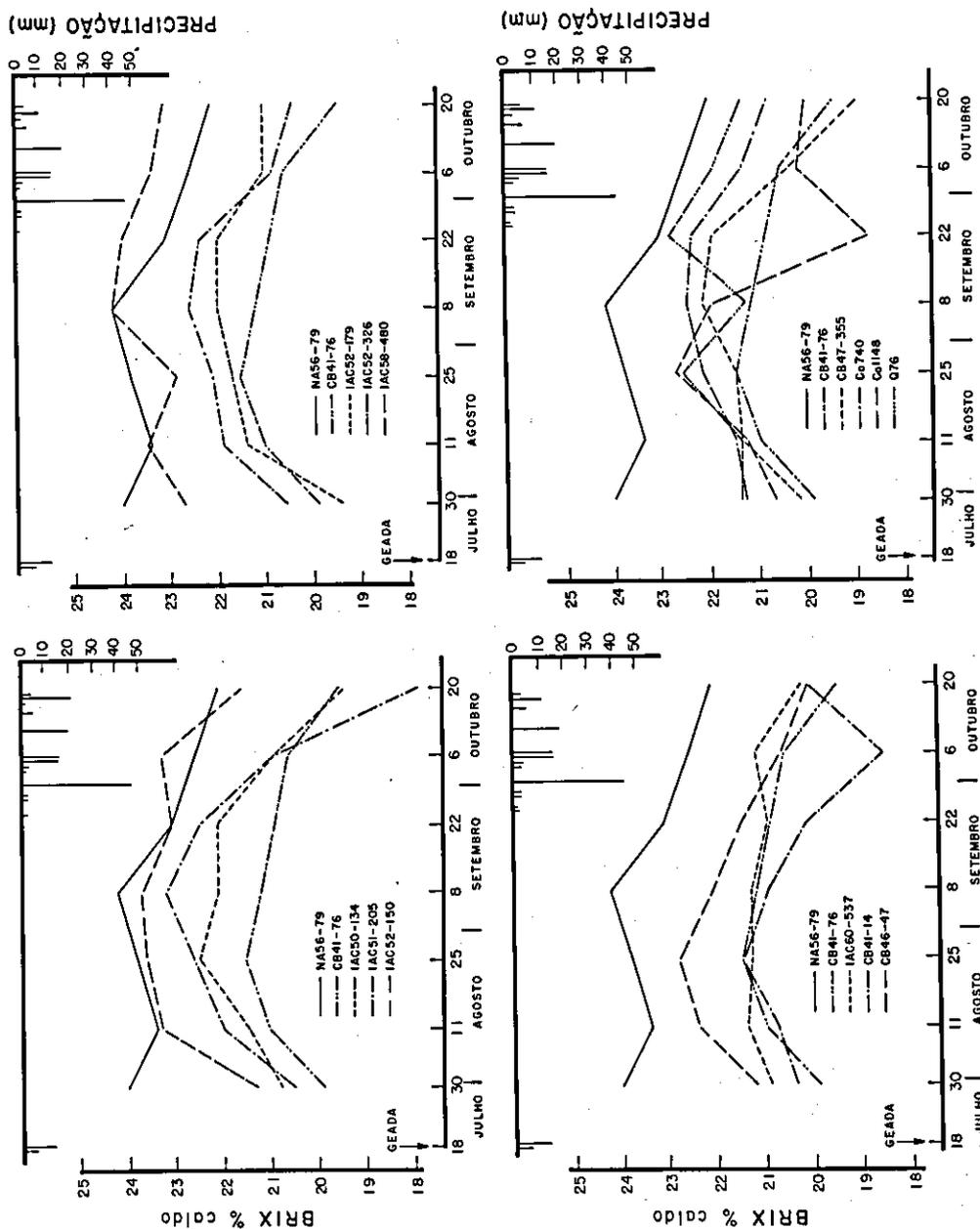
linear passa a representar o teor de açúcar em kg açúcar provável/t cana para cada variedade, demonstrando, assim, a precocidade de umas em relação a outras.

As Fig. 1, 2 e 3 mostram os valores obtidos para cada variedade, em cada um dos parâmetros estudados e no período compreendido entre 12 e 94 dias após a geada (30 de julho a 20 de outubro).

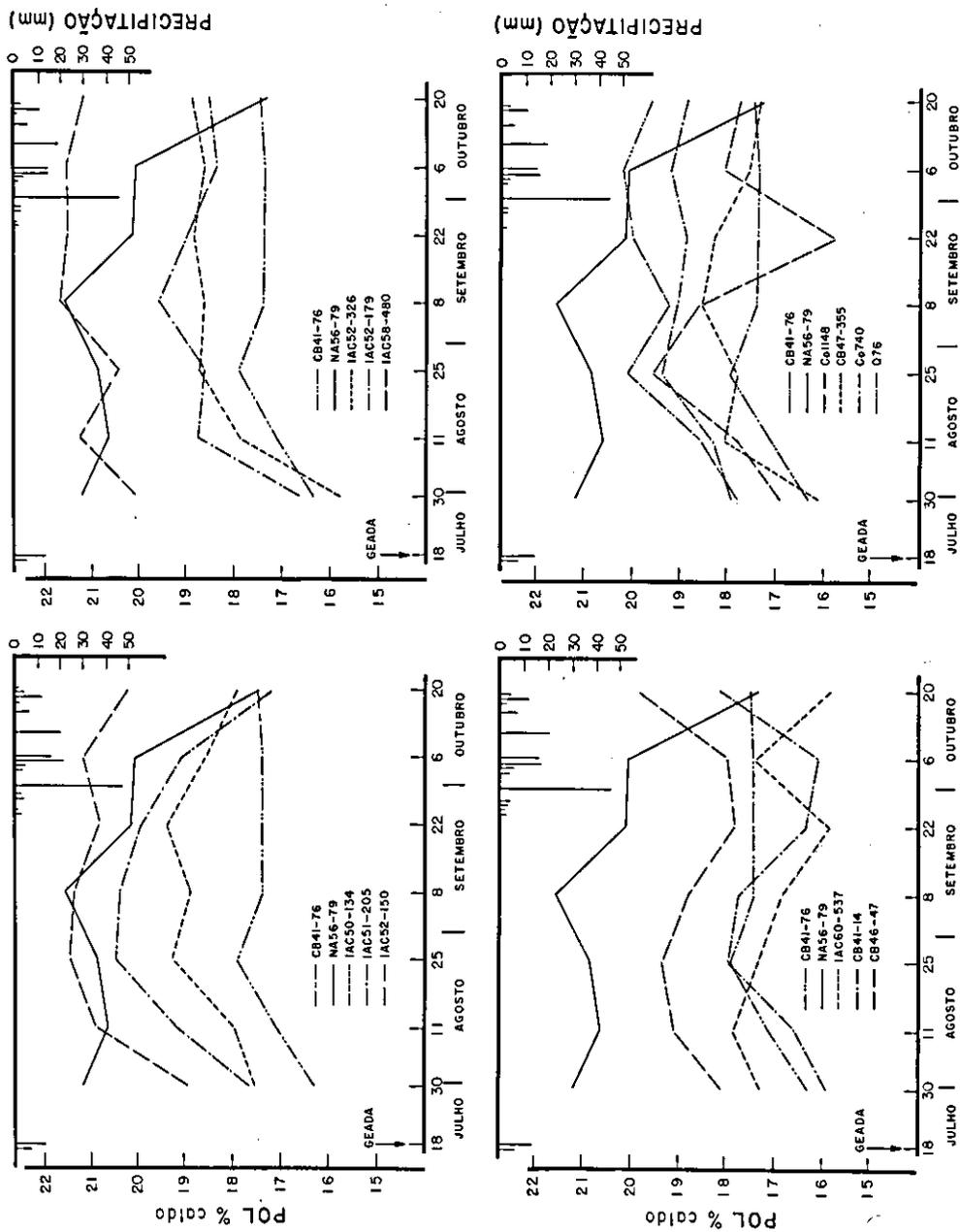
Configura-se, assim, o que vinha sendo observado com os dados numéricos. Isto é, pouca ou nenhuma interferência da geada foi observada nos dados tecnológicos das quinze variedades estudadas. A maioria delas teve aumentados os valores dos parâmetros até setembro, como ocorre em anos normais. Somente com o advento das chuvas de primavera é que houve tendência de queda nos valores.

Diversos fatores podem ter concorrido para a ausência de prejuízos causados pela geada nas condições descritas:

- a temperatura mínima atingida não teria sido tão baixa a ponto de prejudicar os tecidos;
- o tempo em que essa temperatura permaneceu abaixo de zero não teria sido suficientemente longo para causar danos;
- as canas estando próximas da maturação teriam outro fator de proteção, pois, conforme Cross, citado por COPERSUCAR (1981), quanto mais alta for a densidade do líquido que as células vegetais contêm, maior será sua resistência aos efeitos da geada.



ÉPOCAS DE AMOSTRAGEM
 ÉPOCAS DE AMOSTRAGEM
 FIG. 1. Teores de brix % caldo nas diferentes épocas de amostragem (termos de comparação: 'NA 56-79' e 'CB 41-76').



ÉPOCAS DE AMOSTRAGEM

ÉPOCAS DE AMOSTRAGEM

FIG. 2. Teores de pol % caldo nas diferentes épocas de amostragem (termos de comparação: 'NA 56-79' e 'CB 41-76').

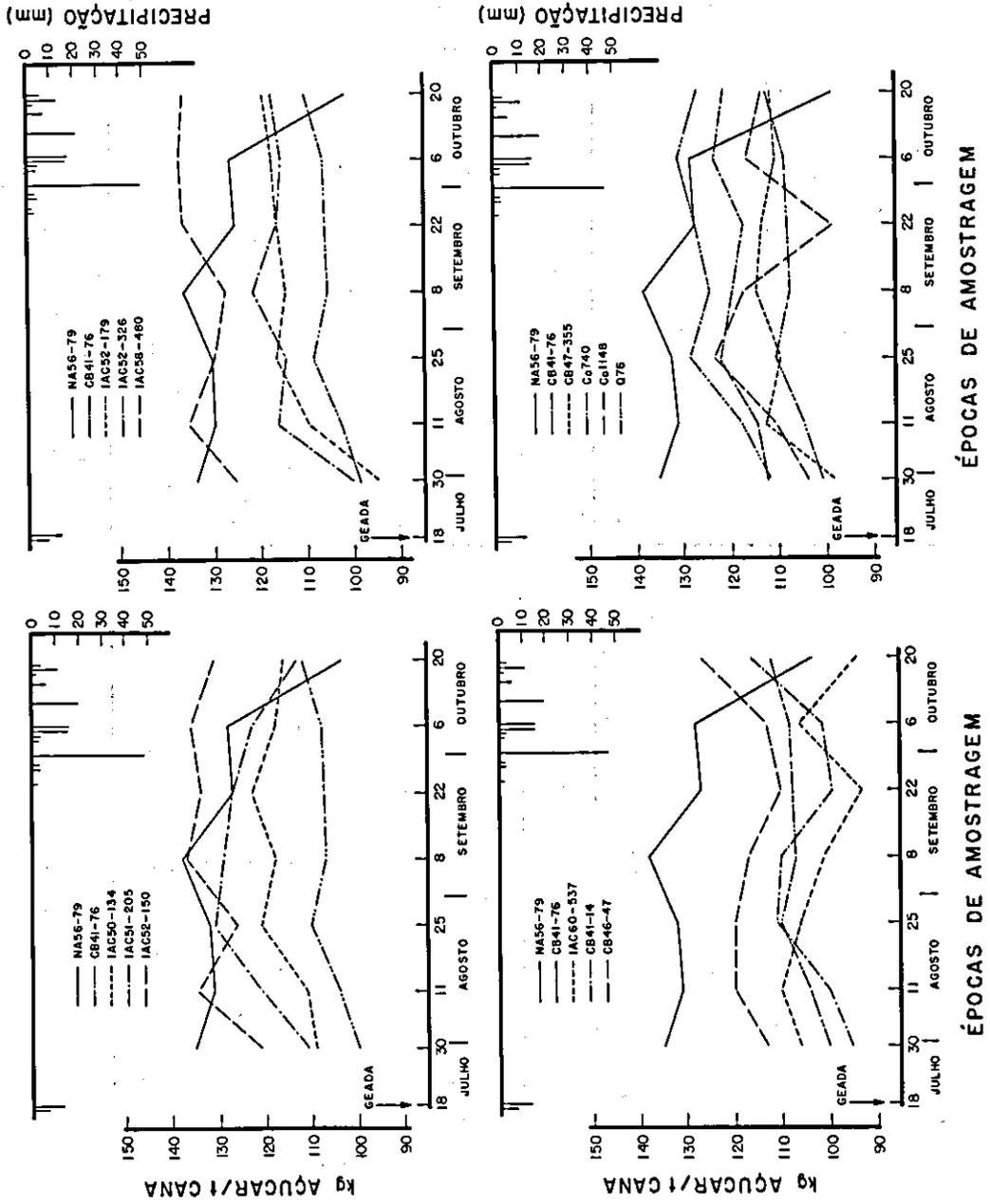


FIG. 3. Teores de açúcar provável (kg/t cana) nas diferentes épocas de amostragem (termos de comparação: 'NA 56-79' e 'CB 41-76').

TABELA 4. Resultados da análise de regressão e equações obtidas para os dados de açúcar provável (kg/t cana).

Variedade	F _{regressão}	Equações do 2º grau	R ²
IAC 50-134	8,79*	$Y_1 = 101,1623 + 0,6398 x - 0,00516 X^2$	0,815
IAC 51-205	43,62 **	$Y_2 = 99,5607 + 1,1562 x - 0,01084 X^2$	0,956
IAC 52-150	2,13	$Y_3 = 117,4482 + 0,5537 x - 0,00428 X^2$	0,515
IAC 52-179	11,32*	$Y_4 = 90,8088 + 0,8147 x - 0,00551 X^2$	0,850
IAC 52-326	4,33	$Y_5 = 96,9518 + 0,7571 x - 0,00588 X^2$	0,684
IAC 58-480	1,69	$Y_6 = 128,6469 + 0,0915 x - 0,00020 X^2$	0,458
IAC 60-537	1,68	$Y_7 = 110,3755 - 0,1654 x + 0,00016 X^2$	0,456
CB 41-14	0,78	$Y_8 = 95,7093 + 0,2276 x - 0,00087 X^2$	0,281
CB 41-76	4,31	$Y_9 = 97,7792 + 0,3000 x - 0,00177 X^2$	0,742
CB 46-47	0,44	$Y_{10} = 120,6753 - 0,2629 x + 0,00292 X^2$	0,181
CB 47-355	4,42	$Y_{11} = 93,5049 + 0,6471 x - 0,00513 X^2$	0,689
Co 740	3,54	$Y_{12} = 109,1956 + 0,2963 x - 0,00183 X^2$	0,639
Co 1148	0,18	$Y_{13} = 103,0171 + 0,3665 x - 0,00308 X^2$	0,083
NA 56-79	8,44*	$Y_{14} = 124,1622 + 0,6653 x - 0,00894 X^2$	0,808
Q 76	13,04*	$Y_{15} = 104,1121 + 0,6818 x - 0,00463 X^2$	0,867

* Significativo a 5% de probabilidade

** Significativo a 1% de probabilidade.

CONCLUSÕES

1. As variedades estudadas, nas condições em que se encontravam nas amostragens, não sofreram alterações nos teores de brix e pol % caldo e de açúcar provável que pudessem ser causadas pela geada.

2. As condições do ambiente e das plantas, no momento da geada, propiciaram um certo grau de proteção às variedades, o que não deve ser confundido com resistência genética das mesmas ao frio.

3. O estudo de regressão dos dados mostrou um melhor ajuste às curvas de 2º grau, daquelas referentes a brix % caldo.

REFERÊNCIAS

AGUIRRE JUNIOR, J.M. Relatório da seção de cana-de-açúcar para o ano de 1940. Campinas, Instituto Agrônomo, 1941.

ARCENEUX, G. A simplified method of theoretical sugar yield calculations. *Int. Sugar J.*, 38:264-5, 1935.

BRINHOLI, O. Determinação do ponto de congelamento das folhas, colmos e gemas de algumas variedades de cana-de-açúcar. *Brasil açu.*, 86:65-8, 1975.

BRINHOLI, O. Resistência ao frio de diferentes variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). Piracicaba, ESALQ, USP, 1972. 88p. Tese Doutorado.

BRINHOLI, O. & FERRAZ, E.C. Estudo do comportamento da cana-de-açúcar submetida a baixas temperaturas em condições de laboratório. *Brasil açu.*, 92: 20-3, 1978.

COLEMAN, R.E. Physiology studies conducted at the Houma Station during 1952. *Sugar Bull.*, 31:379-81, 1953.

COPERSUCAR, São Paulo, SP. Avaliação da qualidade tecnológica da cana afetada pela geada de 1975. s.l., 1976. p.12-4. (COPERSUCAR, Boletim Técnico, 2-76).

COPERSUCAR, São Paulo, SP. Geadas: causas, efeitos e procedimentos na agroindústria açucareira e alcooleira. Piracicaba, 1981. (Cadernos COPERSUCAR. ed. especial). 23p.

- FERNANDES, A.C.; CESAR, M.A.A. & GURGEL, M. do A. Efeitos da geada sobre a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIOS COPERSUCAR AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA, 4, Águas de Lindoia, 1975. Anais... Águas de Lindoia, s.ed., 1975. p.97-105.
- FOGLIATA, F.A. Deterioro por heladas en algunas variedades de caña-de-azúcar. Rev. Ind. Agric., Tucuman, 44:35-64, 1966.
- IRVINE, J.E. Effect of an early freeze on Louisiana sugarcane. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 13, Taiwan, 1968. Proceedings... New York, Elsevier, 1969. p.837-9.
- IRVINE, J.E. Screening sugarcane populations for cold tolerance by artificial freezing. Crop Sci., 8:637-8, 1968.
- IRVINE, J.E. Testing sugarcane varieties for cold tolerance in Louisiana. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 12, San Juan, Porto Rico, 1965. Proceedings... New York, Elsevier, 1967. p.569-74.
- MEADE, G.P. Cane sugar handbook: a manual for cane sugar manufactures and their chemists. New York, John Wiley, 1963. 854p.
- PLANALSUCAR, São Paulo, SP. Geadas: procedimentos com a cana-de-açúcar atingida. Piracicaba, IAA/PLANALSUCAR, COSUL, 1982. 18p.