

A amostragem da cana-de-açúcar para determinações tecnológicas

F. PIMENTEL GOMES, O. VALSECHI, CLOVIS P. DE ABREU
e ENIO ROQUE DE OLIVEIRA

Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz»

* Trabalho realizado com o auxílio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo e da Fundação Rockefeller.

1. INTRODUÇÃO

Nos ensaios com cana-de-açúcar a produção só pode ser corretamente avaliada se, ao lado da quantidade de cana produzida, tivermos dados tecnológicos sobre o seu valor como matéria prima para as indústrias do açúcar e do álcool. Para consegui-los, é costume colhêr uma amostra de cada parcela, para análises tecnológicas.

No Estado de São Paulo há dois métodos principais de amostragem em uso. Um deles, que chamaremos método A, toma por base a touceira de cana, buscando colhêr uma touceira de cada parcela (CATANI *et al.*, 1959) ou, mais geralmente, 20 canas no sulco, em seguida, em ponto da parcela escolhido ao acaso (ALVAREZ e FREIRE, 1962), método aplicado por técnicos do Instituto Agronômico de Campinas. Na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", porém, a tendência geral há muitos anos tem sido a de tirar 20 a 30 canas, escolhidas ao acaso na parcela, mas bem distribuídas por tôda a área (ALMEIDA *et al.*, 1952; COURRY *et al.*, 1957). No caso de uma parcela com 4 sulcos úteis de 10 metros, por exemplo, tiram-se 5 canas de cada sulco, sendo apenas uma cana de cada ponto sorteado no sulco. Esta técnica será designada método B.

O método A, de colheita de uma touceira ou de 20 canas seguidas num ponto do sulco escolhido ao acaso, parte da hipótese de que as maiores diferenças se observam entre colmos distintos, de idades diferentes, da mesma touceira; o método B, de colheita de 20 canas distribuídas por tôda a parcela, admite que também são importantes as diferenças entre touceiras, inclusive as devidas à variação do solo dentro da parcela. Para dar uma base científica sólida à qualquer dos métodos, fazia-se necessário conhecer a variação dentro das touceiras e entre touceiras. Para obter êste conhecimento é que foi realizado o trabalho ora apresentado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 3 talhões industriais de cana-planta, das variedades Co 419, CB 40-69 e CB 41-58, cultivadas em solos de aparência uniforme e localizados na Fazenda Taquaral, no município de Piracicaba.

Em cada talhão demarcaram-se 15 sulcos seguidos e neles tomaram-se 2 blocos (A e B) cada um com todos os sulcos, na

extensão de 15 m de comprimento e separados por 5 m de distância, como indica a Figura 1.

Em cada sulco de cada bloco se escolheu, ao acaso, uma touceira bem caracterizada. Foram, portanto, colhidas 15 touceiras completas de cada bloco, que, depois de despalhadas e numeradas (1 A, 2 A, ..., 15 A; 1 B, 2 B, ..., 15 B), foram pesadas.

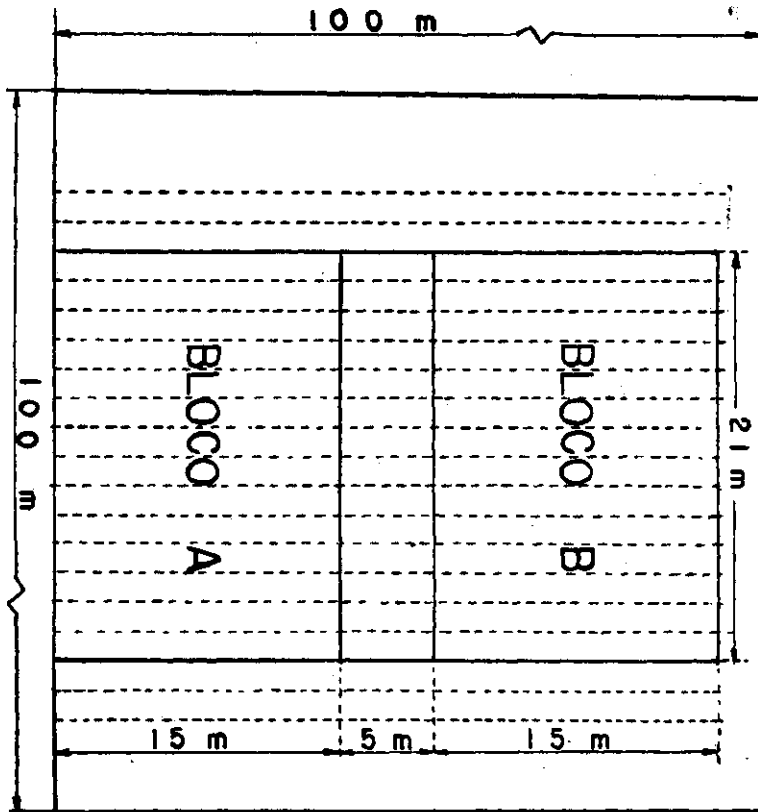


Fig. 1 — Blocos A e B, mostrando os sulcos de cana com as dimensões das partes utilizadas.

De cada touceira numerada, foram sorteados 4 colmos. Tiram-se, pois, para cada variedade, 30 touceiras com 4 colmos por touceira, num total de 120 colmos que, em laboratório, foram analisados separadamente, tendo em vista as seguintes determinações.

- a) Pêso. Em balança com sensibilidade até 10 g.

- b) Brix. Utilizando-se o hidrômetro para Brix (A. O. A. C., 1960).
- c) Pol do caldo. Pelo método de Schmitz (BROWNE e ZERBAN, 1941), precipitando-se os sais de cálcio e de chumbo, pela adição da mistura, em partes iguais, de oxalato de potássio a 3% e fosfato bissódico a 7%.
- d) Coeficiente de pureza do caldo. Calculado pela fórmula: (SPENCER e MEADE, 1932).

$$\text{Coeficiente de pureza} = \frac{\text{Pol} \times 100}{\text{Brix}}$$

- e) Açúcar provável por cento de cana. Dado pela fórmula:

$$\text{Açúcar provável \% cana} = 0,8 \text{ Pol} \left(1,4 - \frac{40}{C}\right),$$

de Winter-Carp, na qual C , representa o coeficiente de pureza (SPENCER e MEADE, 1932). O fator 0,8 foi usado como uma correção global da extração e da eficiência.

Consideramos, para cada variedade, o modelo matemático:

$$y_{ijk} = m + b_i + t_{ij} + e_{ijk},$$

onde m é a média da variedade, b_i é o efeito do bloco (fixo), t_{ij} é o efeito (aleatório) da touceira j no bloco i , e e_{ijk} é o efeito aleatório da cana k na touceira j do bloco i . Temos evidentemente:

$$i = 1, 2; \quad j = 1, 2, \dots, 15; \quad k = 1, 2, 3, 4.$$

A análise de variância para cada variedade obedece, pois, ao esquema seguinte:

Causa de variação	G. L.	Q. M.	E (Q. M.)
Blocos	1	Q_1	$V_1 = \sigma^2 + 4 \sigma_1^2$
Touceiras d. de blocos	28	Q_2	$V_2 = \sigma^2$
Canas d. de touceiras	90		

Neste quadro, Q. M. indica Quadrado Médio, e E (Q. M.) é a esperança matemática correspondente.

Por outro lado, σ^2 é a variância de e_{ijk} e σ_1^2 é a variância de t_{ij} .

Conclui-se, pois, que σ^2 é estimado por:

$s^2 = Q_2 = \text{Q. M. Canas dentro das touceiras}$ e que σ_1^2 é estimado por

$$s^2_1 = \frac{1}{4} (Q_1 - Q_2)$$

$$= \frac{1}{4} \left[\begin{array}{l} \text{Q. M. Touceiras dentro dos blocos} - \\ - \text{Q. M. Canas dentro das touceiras} \end{array} \right]$$

Considerando-se, para exemplificar, uma amostra de 20 canas, no caso de 20 canas de mesma touceira (método A), a variância da média seria:

$$V(m_{20}) = \frac{\sigma^2 + 20 \sigma^2_1}{20} = \frac{\sigma^2}{20} + \sigma^2_1 = \frac{5 V_1 - 4 V_2}{20},$$

ao passo que com 20 canas, mas uma de cada touceira (método B), obteríamos:

$$V(m_1) = \frac{\sigma^2 + \sigma^2_1}{20} = \frac{1}{20} \cdot \frac{V_1 + 3 V_2}{4}.$$

Admitindo este modelo matemático, devemos ter sempre $V_1 > V_2$ e resulta ainda que

$$V(m_{20}) < (m_1)$$

em qualquer caso, o que dá invariavelmente menor variância à amostra obtida com uma só cana por touceira.

No entanto, há a possibilidade de termos $V_1 < V_2$, como sugerem COCHRAN e COX (1957). Com efeito, podemos considerar o modelo

$$y_{ijk} = m + b_i + e_{ijk}$$

admitindo que para duas canas da mesma touceira j temos um coeficiente de correlação ρ . Nestas condições a análise de variância nos dá as esperanças matemáticas expostas a seguir.

Causa de variação	G. L.	Q. M.	E (Q. M.)
Blocos	1	Q_1	$V_1 = \sigma^2 (1 + 3\rho)$
Touceiras d. de blocos	28	Q_2	$V_2 = \sigma^2 (1 - \rho)$
Canas d. de touceiras	90		

No caso de termos $\rho > 0$, então $V_1 > V_2$ e recaímos no caso anterior. Mas se tivermos $\rho < 0$, então fica $V_1 < V_2$, caso que

$m =$ estimativa da média.

não podíamos antes admitir. Este modelo é, pois, mais geral.
É fácil verificar que temos:

$$\sigma^2 = \frac{V_1 + 3 V_2}{4},$$

$$\rho = \frac{V_1 - V_2}{V_1 + 3 V_2},$$

de onde resulta que as estimativas respectivas são:

$$s^2 = \frac{Q_1 + 3 Q_2}{4},$$

$$r = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1 + 3 Q_2}.$$

Nestas condições temos para o caso de 20 canas por touceira:

$$V (m_{20}) = \frac{\sigma^2 \cdot (1 + 19 \rho)}{20} = \frac{5 V_1 - 4 V_2}{20}.$$

Para o caso de uma cana por touceira fica:

$$V (m_1) = \frac{\sigma^2}{20} = \frac{1}{20} \cdot \frac{V_1 + 3 V_2}{4}.$$

Estes resultados coincidem com os anteriores no caso de $V_1 \geq V_2$, mas também se mantêm no caso de $V_1 < V_2$, em que temos $\rho < 0$. São, pois, mais gerais.

Podemos, pois, em qualquer caso, adotar as fórmulas seguintes para as variâncias das amostras de 20 canas por touceira (m_{20}) e de 20 sanas, uma só por touceira (m_1):

$$V (m_{20}) = \frac{5 V_1 - 4 V_2}{20}$$

$$V (m_1) = \frac{1}{20} \cdot \frac{V_1 + 3 V_2}{4}.$$

As estimativas respectivas serão:

$$V (m_{20}) = \frac{5 Q_1 - 4 Q_2}{20},$$

m = estimativa da média.

$$V(m_1) = \frac{1}{20} \cdot \frac{Q_1 + 3 Q_2}{4}$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados das análises tecnológicas referentes às 3 variedades estudadas constam dos quadros 1, 2 e 3. Como nenhuma escolha foi feita, colhendo-se tôdas as canas de cada touceira, ocorreram alguns colmos de pêso muito baixo.

Quadro 1 — Variedade CB — 40-69

P Ê S O			B R I X												
BLOCO A			BLOCO B		BLOCO A			BLOCO B							
1,77	1,22	1,90	1,88	2,05	1,72	2,17	1,11	21,3	21,3	20,4	20,8	20,4	21,5	20,9	17,6
2,00	2,45	1,83	2,97	2,18	1,48	2,62	1,75	20,5	20,9	16,7	21,1	20,2	21,5	21,9	22,2
2,84	1,05	1,68	2,74	1,75	1,99	1,93	1,01	19,5	20,5	22,3	21,4	21,6	20,9	21,4	21,7
2,83	2,58	1,03	2,37	1,34	2,13	0,86	1,34	19,4	19,5	20,4	20,4	19,0	17,4	13,7	21,6
1,84	2,32	1,12	3,09	1,45	2,50	0,76	2,03	21,9	20,1	21,1	21,9	14,5	19,9	12,7	19,6
1,60	2,28	1,09	2,69	2,29	1,51	1,55	1,21	19,5	21,0	20,0	22,1	22,0	22,1	21,6	22,0
2,61	1,79	1,29	0,85	1,72	2,28	1,56	2,25	21,0	20,0	21,3	15,2	20,7	20,0	20,5	20,8
1,31	2,79	1,70	1,38	1,72	0,91	2,23	2,50	18,3	20,7	19,7	16,2	20,7	20,0	20,5	20,6
2,73	1,65	3,24	1,67	2,11	1,96	2,09	1,25	21,0	21,3	21,1	21,6	21,6	21,5	20,9	20,8
1,99	1,97	2,20	2,21	2,14	2,43	2,04	1,05	21,1	21,3	22,7	22,0	21,0	20,5	20,3	15,7
2,16	3,33	2,97	3,87	1,81	2,21	1,06	1,60	20,3	21,9	20,4	20,9	19,8	19,9	19,0	21,2
1,62	2,15	2,31	1,36	2,40	1,87	1,69	1,10	20,5	22,0	21,1	18,1	22,2	20,8	20,5	21,1
2,49	1,64	2,53	1,23	2,44	1,07	1,65	1,51	20,7	21,2	19,6	20,4	21,4	20,8	21,0	21,0
2,05	2,81	2,04	2,52	2,48	1,81	1,03	1,80	21,6	20,6	20,5	21,3	21,8	20,8	21,9	21,6
1,69	2,28	2,11	0,99	1,38	1,06	1,19	1,36	20,8	21,6	21,5	20,0	21,2	21,5	21,4	21,5

(continua)

Quadro 1— Variedade CB — 40-69
(continuação)

P O L			P U R E Z A												
BLOCO A		BLOCO B		BLOCO A		BLOCO B									
19,5	19,8	18,8	19,3	19,1	20,1	19,0	15,4	91,5	93,0	92,0	92,7	93,9	93,6	91,0	87,4
18,6	18,9	14,3	19,3	18,1	19,9	20,5	20,6	90,9	90,6	85,4	91,5	89,9	92,6	93,6	92,8
17,2	18,3	20,4	19,3	19,7	19,3	19,8	20,3	88,0	89,2	91,7	90,2	91,2	92,1	92,8	93,4
17,7	17,3	19,0	18,4	16,9	15,0	10,5	19,8	91,2	88,8	93,4	90,3	88,9	86,1	76,6	91,5
20,0	18,0	19,3	20,0	11,4	18,1	9,4	17,6	91,3	89,6	91,2	91,3	79,0	91,1	74,2	89,9
17,3	18,9	18,1	20,1	20,4	20,5	20,0	20,8	88,6	89,9	90,7	90,9	92,6	92,8	92,8	94,7
19,5	18,2	19,8	12,3	19,0	18,0	18,8	18,9	92,9	90,8	93,0	81,1	91,6	89,9	91,9	91,0
16,0	18,7	17,4	13,2	19,0	18,4	18,5	18,7	87,2	90,3	88,4	81,5	91,8	92,0	90,2	91,7
19,1	19,5	19,1	19,7	19,9	19,6	19,1	19,1	90,9	91,5	90,4	91,3	92,3	91,3	91,6	91,9
19,6	19,6	21,2	20,4	19,1	18,9	18,4	12,7	92,9	92,2	93,2	92,7	91,2	92,0	90,7	81,1
18,4	20,2	18,4	19,0	17,7	17,9	16,6	19,5	90,6	92,3	90,3	90,9	89,3	90,0	87,4	92,0
18,1	20,4	20,0	15,8	20,3	18,6	18,7	19,5	90,8	92,7	94,8	87,1	91,3	89,7	91,2	92,3
18,6	19,5	17,7	18,7	19,9	19,4	19,6	19,6	90,0	91,9	90,3	91,8	93,1	93,2	93,3	93,3
20,3	19,2	19,1	20,1	20,6	19,3	20,3	20,1	93,9	93,2	93,0	94,5	94,4	92,9	92,9	93,3
19,1	20,1	19,9	18,1	19,6	20,1	20,0	20,1	92,2	93,3	92,7	90,3	92,6	93,4	93,3	93,3

(continua)

Quadro 1 — Variedade CB — 40-69
(continuação)

AÇÚCAR PROVÁVEL							
BLOCO A				BLOCO B			
15,0	15,4	14,5	14,9	14,9	15,7	14,6	11,6
14,3	14,5	10,6	14,9	13,8	15,4	15,9	16,0
13,0	13,9	15,8	14,8	15,8	14,9	15,4	15,7
13,6	13,1	14,8	14,1	12,8	11,2	7,4	15,2
15,4	13,7	14,9	15,4	8,2	13,9	6,5	13,4
13,1	14,4	13,9	15,4	15,8	15,9	15,5	16,3
15,1	13,9	15,4	8,4	14,6	13,7	14,5	14,5
12,0	14,3	13,2	9,6	14,7	14,2	14,2	14,4
14,6	15,0	14,6	15,2	15,4	15,1	14,8	14,8
15,2	15,2	16,4	15,8	14,7	14,5	14,1	9,3
14,1	15,6	14,1	14,6	13,5	13,7	12,5	15,1
14,3	15,8	15,6	11,9	15,6	14,2	14,4	15,1
14,2	15,0	13,5	14,4	15,5	15,0	15,2	15,2
15,8	14,9	14,8	15,7	16,1	15,0	15,8	15,7
14,8	15,7	15,4	13,8	15,2	15,6	15,5	15,6

Quadro 2 — Variedade Co 419

P Ê S O			B R I X												
BLOCO A		BLOCO B	BLOCO A		BLOCO B										
2,58	2,86	2,41	2,21	2,75	1,52	2,01	2,28	20,5	20,5	19,1	18,4	18,2	19,8	19,5	19,2
1,35	1,37	1,65	1,41	3,52	2,67	3,50	3,24	20,1	18,3	19,3	17,8	20,8	21,6	20,6	21,1
1,98	2,32	2,11	1,20	2,76	2,52	1,84	2,39	18,7	19,6	19,7	18,4	20,0	21,4	18,1	19,4
2,75	3,32	2,56	3,31	2,32	2,37	1,37	2,66	20,8	14,9	19,6	19,6	16,7	20,1	19,0	18,3
2,38	2,24	2,18	1,96	3,35	2,41	1,79	2,62	20,2	20,6	19,8	21,5	20,4	21,0	16,6	19,5
1,80	2,13	2,03	2,44	3,40	3,00	3,02	3,17	19,0	18,6	18,6	18,5	18,8	17,4	20,1	20,2
1,91	1,78	2,24	1,48	2,49	2,68	2,59	2,59	19,0	20,2	20,5	21,9	21,0	20,5	18,8	18,5
2,82	1,72	2,09	1,57	2,24	2,31	1,25	0,93	20,8	22,5	20,2	21,5	20,6	20,1	14,5	18,5
0,98	1,52	2,31	2,00	2,32	2,17	2,17	2,83	20,1	20,4	20,2	20,3	20,6	19,7	21,2	18,5
1,99	2,45	2,31	1,44	1,49	1,91	2,48	0,96	19,4	20,0	21,2	20,0	20,0	19,0	21,1	19,1
1,78	0,85	2,11	2,53	1,88	2,43	1,47	1,70	21,7	22,5	22,4	22,0	20,8	21,4	20,4	20,1
1,18	2,22	2,12	1,63	1,44	1,29	1,47	1,85	19,3	20,9	20,9	21,2	13,1	16,2	17,2	16,7
2,32	1,46	2,10	2,11	1,41	2,03	2,11	1,79	21,9	20,3	21,6	21,6	14,6	20,7	19,4	19,4
2,21	2,35	1,89	1,93	0,90	1,25	1,27	2,23	22,3	21,5	21,9	19,6	21,7	20,3	19,4	21,3
2,85	2,41	3,15	3,54	2,01	1,90	1,71	2,13	21,1	21,8	21,4	20,4	21,0	21,0	20,2	19,8

(continua)

Quadro 2 — Variedade — Co 419

P O L				P U R E Z A											
BLOCO A		BLOCO B		BLOCO A		BLOCO B									
18,6	17,9	16,4	15,5	14,8	16,0	16,7	15,7	89,6	87,2	85,9	84,5	81,3	80,8	85,5	81,6
18,3	15,3	16,2	15,7	18,2	18,7	17,8	18,6	90,9	83,7	83,8	87,9	87,7	86,6	86,3	88,1
16,1	17,1	17,4	15,6	17,7	19,5	15,5	17,3	86,2	87,0	88,2	84,9	88,7	90,9	85,6	89,0
18,1	11,5	16,7	16,7	13,8	17,4	15,8	15,8	87,1	77,2	85,0	85,0	82,7	88,3	83,0	86,4
17,6	18,5	17,4	19,4	17,5	18,2	13,2	16,5	87,3	89,9	89,6	90,1	85,8	86,9	79,5	84,7
16,6	16,4	16,2	16,4	16,1	14,7	17,6	17,6	87,3	88,3	87,0	88,8	85,8	84,2	87,6	87,1
16,3	18,7	18,1	18,8	18,4	18,3	16,1	15,9	85,8	92,4	88,4	85,9	87,7	89,1	85,8	86,2
19,1	21,0	18,4	19,5	17,9	17,6	10,7	15,8	91,8	93,4	91,3	90,7	86,4	87,6	73,8	85,6
18,1	18,5	18,0	18,5	18,6	17,4	19,2	16,3	90,1	90,5	89,4	91,1	90,1	88,6	90,7	87,9
16,7	17,7	18,8	17,2	17,3	16,9	19,4	16,0	86,0	88,3	88,5	85,8	86,7	88,8	91,8	83,8
19,7	20,6	20,8	20,0	18,5	19,2	17,9	18,0	90,9	91,6	93,0	91,2	89,0	89,6	87,6	89,6
17,2	19,0	19,0	19,4	8,9	12,7	13,7	13,9	89,1	90,9	90,9	91,7	68,1	78,5	79,6	83,5
19,7	18,0	19,2	19,3	10,4	19,0	17,3	17,7	90,1	88,8	89,0	89,3	71,2	91,9	89,3	91,2
20,4	19,5	20,0	17,4	19,9	17,9	16,8	19,1	91,5	90,8	91,4	88,7	91,7	88,2	86,4	89,8
18,9	19,7	19,4	18,1	19,2	19,2	18,2	17,8	89,5	90,6	90,7	88,8	91,7	91,4	89,9	89,8

(continua)

Quadro 2 — Variedade Co 419

(continuação)

AÇÚCAR PROVÁVEL

BLOCO A				BLOCO B			
14,0	13,5	12,3	11,5	10,7	11,6	12,4	11,4
14,0	11,3	11,9	11,8	13,8	14,0	13,8	14,1
12,1	12,8	14,1	11,6	13,5	14,9	11,6	13,1
13,6	8,1	12,4	12,4	10,1	13,4	14,0	11,9
13,3	14,1	13,5	14,8	13,0	13,7	9,5	11,5
12,5	12,4	12,2	12,5	12,1	10,8	13,3	13,2
12,2	14,4	13,7	14,1	13,9	13,9	12,5	11,9
14,7	16,3	14,2	15,0	13,4	13,3	7,3	11,8
13,8	14,1	13,8	14,3	14,2	13,2	14,8	12,3
12,5	13,4	14,2	12,8	14,0	12,8	15,0	11,8
15,1	15,9	16,2	15,4	14,1	14,6	13,5	13,7
13,1	14,5	14,6	15,0	5,8	9,0	9,8	10,3
15,1	13,7	14,6	14,7	7,0	14,7	13,2	16,6
15,7	15,0	15,4	14,1	15,4	13,7	12,7	14,5
14,4	15,1	14,9	13,8	14,8	14,8	13,9	13,6

Quadro 3 — Variedade — CB 41-58

P E S O			B R I X											
BLOCO A		BLOCO B	BLOCO A		BLOCO B									
1,46	1,26	1,50	1,46	1,14	2,08	0,83	1,74	18,5	17,9	18,9	18,3	18,7	20,1	18,8
0,98	1,86	2,37	1,10	1,67	1,33	1,84	1,12	19,7	20,0	18,3	17,5	18,8	20,5	20,4
1,58	1,12	1,45	1,79	1,09	2,10	1,13	1,57	20,5	18,7	19,2	18,4	20,1	19,6	20,8
0,89	0,81	0,96	1,22	1,63	1,29	0,62	0,94	16,2	18,9	17,1	17,8	18,3	19,3	20,9
2,75	1,34	1,51	1,47	1,58	1,62	1,43	2,17	19,9	20,8	19,9	20,1	18,6	18,0	19,5
1,66	1,23	1,74	1,66	1,17	1,64	1,14	1,38	19,0	20,7	21,3	19,1	20,4	20,1	17,6
1,71	1,52	0,80	1,11	1,42	1,22	1,41	0,88	20,6	20,6	19,1	19,6	19,6	18,5	18,9
0,82	1,63	1,55	1,88	1,72	1,54	1,62	1,66	21,1	18,8	20,4	19,0	19,4	20,2	20,3
1,37	1,31	1,29	1,05	1,01	1,32	0,92	1,79	19,1	18,7	19,9	17,4	19,6	21,2	21,2
2,20	2,28	1,79	2,00	1,21	1,27	1,95	2,07	20,8	20,2	19,5	19,3	19,8	19,1	21,2
0,89	1,27	0,90	1,38	1,65	1,22	1,37	0,63	19,1	18,1	18,9	21,1	19,9	16,7	19,5
1,96	1,65	1,68	1,64	1,79	1,42	2,04	1,58	19,9	21,0	19,2	18,1	18,0	20,0	20,3
1,45	1,34	1,28	1,55	2,14	1,26	1,32	1,70	18,9	18,3	20,0	18,9	20,7	20,7	18,7
2,05	1,97	1,70	0,88	1,84	1,44	1,23	1,25	19,9	18,9	18,2	19,6	20,3	19,8	20,9
1,71	1,45	0,96	1,88	0,98	1,09	0,99	2,27	18,8	19,8	19,7	20,2	17,7	16,8	15,3

(continua)

Quadro 3 — Variedade — CB 41-58

P O L				P U R E Z A											
BLOCO A		BLOCO B		BLOCO A		BLOCO B									
16,5	15,5	16,9	16,3	16,9	16,4	18,6	16,9	89,1	86,6	89,3	89,3	90,3	87,7	92,7	90,2
17,3	18,8	16,1	15,1	17,1	18,8	18,9	16,8	88,0	93,8	89,1	86,6	90,8	91,8	92,4	91,4
18,9	17,2	17,4	16,9	18,7	18,2	17,5	19,4	92,3	92,1	90,6	92,1	93,3	92,8	88,6	93,5
14,0	16,9	15,2	16,0	16,4	17,9	19,4	16,0	86,3	89,7	89,1	89,7	89,6	92,9	93,0	87,2
18,2	19,8	18,4	18,7	16,8	15,9	17,7	17,6	91,4	95,2	92,7	92,9	90,6	88,3	90,6	90,0
16,6	19,2	19,7	16,7	19,0	18,3	15,2	16,9	87,3	92,2	92,4	87,7	93,1	91,2	86,5	90,1
18,7	18,9	17,0	17,3	17,7	15,9	16,4	16,9	100,0	91,6	89,2	88,3	90,1	86,2	87,0	88,5
18,6	16,5	18,7	16,8	17,1	18,3	18,4	18,1	88,1	88,0	91,8	88,4	88,0	90,6	90,7	89,3
16,6	16,2	18,1	15,0	17,0	18,3	18,8	17,2	87,2	86,8	91,0	86,2	86,7	86,6	88,8	89,6
19,2	18,6	17,4	17,3	17,8	16,6	19,1	17,7	90,7	92,0	89,3	89,8	89,7	86,9	90,1	88,0
16,8	16,0	16,8	19,5	18,6	14,2	17,6	19,2	87,8	88,3	89,1	92,6	93,3	85,0	90,1	90,4
19,3	20,0	17,4	16,6	15,8	18,3	18,8	16,1	96,8	95,3	90,6	91,5	88,0	91,6	92,8	87,3
17,3	16,3	18,5	16,7	19,1	19,3	16,6	17,9	91,8	89,1	92,4	88,6	92,4	93,4	88,8	90,3
18,2	16,8	16,0	17,7	18,6	18,3	18,9	14,0	91,7	89,0	88,0	90,5	91,9	92,4	90,2	82,2
16,5	17,0	17,5	18,3	14,4	13,0	10,8	18,0	88,0	86,0	88,6	90,7	88,9	77,3	70,9	91,2

(continua)

Quadro 3 — Variedade — CB 41-58

(continuação)

AÇÚCAR PROVÁVEL

BLOCO A				BLOCO B			
12,5	11,6	12,9	12,4	12,9	12,4	14,4	13,0
13,1	14,6	12,2	11,4	13,1	14,5	14,6	12,9
14,6	13,3	14,3	13,1	14,6	14,1	13,2	15,1
10,5	12,9	11,6	12,2	12,5	13,9	15,1	12,0
14,0	15,5	14,3	14,5	12,9	12,0	13,5	13,5
13,2	14,8	15,2	12,6	14,7	14,0	11,4	13,0
14,4	14,5	13,0	13,1	13,5	11,9	12,4	12,8
14,1	12,6	14,4	12,7	12,9	14,0	14,3	13,8
12,5	12,2	13,9	11,2	12,8	13,8	14,3	13,1
14,9	14,3	13,3	13,2	13,6	12,5	14,6	13,4
12,7	12,1	12,8	15,1	14,4	10,5	13,4	14,7
15,2	15,7	14,3	12,8	12,0	14,1	14,6	12,1
14,3	12,4	14,3	12,7	14,8	15,0	12,6	13,7
14,1	12,8	12,2	13,6	14,4	14,1	14,4	10,2
12,5	12,7	13,2	14,1	10,5	9,2	7,3	13,9

3.1 *Variedade CB 40-69**Brix*

A análise de variância deu os resultados seguintes.

Causa de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.
Blocos	1	0,70	0,70
Touceiras dentro de blocos	28	154,47	5,52 (Q ₁)
Canas dentro de touceiras	90	184,77	2,05 (Q ₂)

Para uma amostra de 20 canas, de uma só touceira, a estimativa da variância de seu Brix seria, pois,

$$V (m_{20}) = \frac{5 Q_1 - 4 Q_2}{20} = 0,972 ,$$

ao passo que uma amostra de 20 canas, mas com apenas uma cana por touceira, nos daria:

$$V (m_1) = \frac{1}{20} \frac{Q_1 + 3 Q_2}{4} = 0,146 .$$

Como a média geral estimada foi $m = 20,48$, verifica-se que no caso de 20 canas de uma só touceira, o coeficiente de variação seria de 4,8%, ao passo que com uma só cana por touceira êle cairia para 1,9%.

Pol

A análise estatística seguiu marcha análoga, com os resultados dados a seguir.

Causa de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.
Blocos	1	0,3255	0,33
Touceiras dentro de blocos	28	228,5251 (Q ₁)	8,16
Canas dentro de touceiras	90	265,1727 (Q ₂)	2,95

A média geral é $m = 18,66$.

V = estimativa da variância.

m = estimativa da média.

Temos agora

$$V (m_{20}) = \frac{5 Q_1 - 4 Q_2}{20} = 1,45 , \quad C. V. = 6,4\% ,$$

$$V (m_1) = \frac{1}{20} \frac{Q_1 + 3 Q_2}{4} = 0,21 , \quad C. V. = 2,5\% .$$

Pureza

Causa de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.
Blocos	1	0,0380	0,038
Touceiras dentro de blocos	28	602,0370	21,50
Canas dentro de touceiras	90	707,3653	7,86

A média geral é $m = 90,83$.

Temos pois,

$$\begin{array}{l} V (m_{20}) = 3,80 \quad , \quad C. V. = 2,1\% , \\ V (m_1) = 0,56 \quad , \quad C. V. = 0,83\% . \end{array}$$

Açúcar Provável

Causa de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.
Blocos	1	0,0907	0,091
Touceiras dentro de blocos	28	169,7822	6,06
Canas dentro de touceiras	90	193,3471	2,15

A média geral é $m = 14,35$.

Temos agora:

$$\begin{array}{l} V (m_{20}) = 1,09 \quad , \quad C. V. = 7,3\% , \\ V (m_1) = 0,156 \quad , \quad C. V. = 2,7\% . \end{array}$$

Pêso

Causa de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.
Blocos	1	3,7489	3,7489
Touceiras dentro de blocos	28	9,4677	0,3381
Canas dentro de touceiras	90	30,9764	0,3442

V = estimativa da variância.

m = estimativa da média.

A média geral é $m = 1,90$ kg.

No caso presente obtemos:

$$\begin{aligned} V(m_{20}) &= 0,0157 & , & & C. V. &= 6,57\% \\ V(m_1) &= 0,0171 & , & & C. V. &= 6,89\% \end{aligned}$$

Para os caracteres estudados há, pois, no caso da variedade CB 40-69, considerável redução na variância e no coeficiente de variação, quando tomamos uma só cana por touceira. Há, porém, uma exceção, relativa ao pêso das canas, em que há uma ligeira vantagem a favor do uso de amostras de 20 canas de uma só touceira.

3.2 Variedade Co 419

Brix

Causa da variação	G. L.	S. Q.	Q. M.
Blocos	1		22,88
Touceiras dentro de blocos	28	159,32	5,69
Canas dentro de touceiras	90	150,37	1,67

A média geral é $m = 19,84$.

Temos, pelos resultados da análise de variância:

$$\begin{aligned} V(m_{20}) &= 1,09 & , & & C. V. &= 5,3\% \\ V(m_1) &= 0,13 & , & & C. V. &= 1,8\% \end{aligned}$$

Pol

Causa da variação	G. L.	S. Q.	Q. M.
Blocos	1	43,5969	43,60
Touceiras dentro de blocos	28	253,0672	9,04
Canas dentro de touceiras	90	220,7649	2,45

A média geral é $m = 17,41$.

Temos no caso presente:

$$\begin{aligned} V(m_{20}) &= 1,77 & , & & C. V. &= 7,6\% \\ V(m_1) &= 0,21 & , & & C. V. &= 2,6\% \end{aligned}$$

V = estimativa da variância.

m = estimativa da média.

Pureza

Causa de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.
Blocos	1	181,1711	181,17
Touceiras dentro de blocos	28	933,2286	33,33
Canas dentro de touceiras	90	844,4429	9,83

A média é $m = 87,45$.

As estimativas das variâncias são:

$$\begin{array}{l} V(m_{20}) = 6,37 \quad , \quad C. V. = 2,9\% , \\ V(m_1) = 0,79 \quad , \quad C. V. = 1,0\% . \end{array}$$

Açúcar Provável

Causa de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.
Blocos	1	21,9071	21,91
Touceiras dentro de blocos	28	191,0330	6,82
Canas dentro de touceiras	90	182,9166	2,03

A média geral é $m = 13,21$.

As estimativas das variâncias são:

$$\begin{array}{l} V(m_{20}) = 1,30 \quad , \quad C. V. = 8,6\% , \\ V(m_1) = 0,16 \quad , \quad C. V. = 3,0\% . \end{array}$$

Pêso

Causa de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.
Blocos	1	0,1527	0,1527
Touceiras dentro de blocos	28	27,2650	0,9737
Canas dentro de touceiras	90	17,1300	0,1903

A média geral é $m = 2,13$.

Temos agora:

$$\begin{array}{l} V(m_{20}) = 0,2053 \quad , \quad C. V. = 21,2\% , \\ V(m_1) = 0,0193 \quad , \quad C. V. = 6,5\% . \end{array}$$

3.3 Variedade CB 41-58

V = estimativa da variância.

m = estimativa da média.

Brix

Causa de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.
Blocos	1	0,28	0,28
Touceiras dentro de blocos	28	57,38	2,05
Canas dentro de touceiras	90	99,98	1,11

A média geral é $m = 19,34$.

Temos, pelos resultados da análise da variância:

$$\begin{aligned} V(m_{20}) &= 0,29 & , & & C. V. &= 2,8\% , \\ V(m_1) &= 0,07 & , & & C. V. &= 1,4\% . \end{aligned}$$

Pol

Causa de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.
Blocos	1	0,0472	0,0472
Touceiras dentro de blocos	28	97,7237	3,4901
Canas dentro de touceiras	90	166,2386	1,8471

A média geral é $m = 17,36$.

As estimativas das variâncias são:

$$\begin{aligned} V(m_{20}) &= 0,5030 & , & & C. V. &= 4,1\% , \\ V(m_1) &= 0,1129 & , & & C. V. &= 1,9\% . \end{aligned}$$

Pureza

Causa de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.
Blocos	1	12,1470	12,1470
Touceiras dentro de blocos	28	469,2200	16,7578
Canas dentro de touceiras	90	710,7590	7,8973

A média geral é $m = 89,71$.

As estimativas das variâncias são:

$$\begin{aligned} V(m_{20}) &= 2,6100 & , & & C. V. &= 1,8\% , \\ V(m_1) &= 0,5056 & , & & C. V. &= 0,8\% . \end{aligned}$$

V = estimativa da variância.

m = estimativa da média.

Açúcar Provável

Causa de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.
Blocos	1	0,5741	0,5741
Touceiras dentro de blocos	28	81,8279	2,9224
Canas dentro de touceiras	90	127,2490	1,4139

A média geral é $m = 13,29$.

As estimativas das variâncias são:

$$\begin{aligned} V(m_{20}) &= 0,4478 & , & & C. V. &= 5,0\% , \\ V(m_1) &= 0,0895 & , & & C. V. &= 2,2\% . \end{aligned}$$

Pêso

Causa de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.
Blocos	1	0,0563	0,0563
Touceiras dentro de blocos	28	6,1053	0,2180
Canas dentro de touceiras	90	13,0464	0,1450

A média geral é $m = 1,46$.

$$\begin{aligned} V(m_{20}) &= 0,0254 & , & & C. V. &= 10,9\% , \\ V(m_1) &= 0,0082 & , & & C. V. &= 6,2\% . \end{aligned}$$

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para as três variedades estudadas e para todos os dados de Brix, pol, pureza, açúcar provável por cento de cana e pêso há vantagem no uso de uma só cana por touceira, em lugar de 10 ou 20, pois, para um mesmo número de canas, a precisão máxima é obtida quando é máximo o número de touceiras, isto é, quando se toma só uma cana por touceira.

A única exceção ocorreu no caso do pêso, na variedade CB 40-69, em que houve resultado levemente favorável ao uso de mais canas por touceira.

O quadro seguinte, que dá os coeficientes de variação obtidos para os diversos casos, demonstra bem o que acabamos de dizer.

V = estimativa da variância.

m = estimativa da média.

Coeficiente de variação de amostras de 20 canas por parcela.

Variedade	Característica	Com 20 canas por touceira	Com 1 cana por touceira
CB 40-69	Brix	4,8%	1,9%
	Pol	6,4%	2,5%
	Pureza	2,1%	0,83%
	Açúcar provável	7,3%	2,7%
	Pêso	6,6%	6,9%
Co 419	Brix	5,3%	1,8%
	Pol	7,6%	2,6%
	Pureza	2,9%	1,0%
	Açúcar provável	8,6%	3,0%
	Pêso	21,2%	6,5%
CB 41-58	Brix	2,8%	1,4%
	Pol	4,1%	1,9%
	Pureza	1,8%	0,8%
	Açúcar provável	5,0%	2,2%
	Pêso	10,9%	6,2%

Para o açúcar provável, que é talvez a mais importante das características estudadas, o coeficiente de variação médio, para as três variedades e com uma só cana por touceira (método B), foi de 2,7%. Admitido este valor, um ensaio com 5 tratamentos e 6 repetições, por exemplo, do qual obtivéssemos de cada parcela uma amostra de 20 canas, tiradas uma de cada touceira, teríamos uma diferença mínima significativa, ao nível de 5% de probabilidade, de 4,7% de açúcar provável, pelo teste de Tukey (ver PIMENTEL GOMES, 1963) e 3,3% pelo teste de *t*. Para o caso do método A modificado (20 canas seguidas em um ponto escolhido ao acaso) o coeficiente de variação médio seria de 7,0% e as diferenças mínimas significativas, em condições análogas às referidas acima, seriam de 15,1% para o caso do teste de Tukey e de 12,1% para o teste *t*.

Ora, as diferenças de composição da cana por efeito de adubação raramente vão além de 3 ou 4% do teor médio de açúcar (PIMENTEL GOMES e CARDOSO, 1958), isto é, de 4 a 5 kg de açúcar por tonelada de cana. Segue-se, pois, que o método B, com retirada de 20 canas por parcela, em 20 pontos distintos, escolhidos ao acaso mas dispersos por toda a parcela, é praticamente o mínimo possível de material que nos pode dar uma precisão aceitável. A retirada de apenas duas canas por parcela, como fez VEIGA (1959), é, portanto, contra-indicado, pois daria, mesmo

para o caso do método B, com nossos dados, um coeficiente de variação de cerca de 8,5%, que praticamente impede a comprovação de qualquer diferença de composição da cana.

Já em ensaios de variedades as diferenças de composição podem ser bem maiores, de sorte que se poderá, em casos favoráveis, trabalhar com 10 a 20 canas por parcela.

5. CONCLUSÕES

1) O método B, de colheita de certo número de canas por parcela, uma só de cada touceira e bem dispersas por toda a área da parcela, é preferível ao método A, de coleta de canas próximas ou de uma mesma touceira.

2) No caso do teor de açúcar provável podem-se prever os coeficientes de variação do quadro seguinte, no caso de se usar o método B, com n canas por parcela.

N.º de canas por parcela (n)	Coeficiente de variação do açúcar provável por cento de cana no caso do método B
1	12,1%
2	8,5%
4	6,0%
10	3,8%
15	3,1%
20	2,7%
25	2,4%
30	2,2%

3) É contra-indicado, em qualquer caso, usar amostras de menos de 10 canas por parcela.

4) Para casos de ensaios de adubação, com uma só variedade, em que há influência relativamente pequena sobre a composição da cana, um mínimo de 20 colmos por parcela é aconselhável.

6. SUMMARY

The authors carried out 3 experiments on the sampling of sugar cane for technological determinations, one with each of the

varieties Co 419, CB 40-69 and CB 41-58, in Piracicaba, State of São Paulo, Brasil. The main intent of the project was to compare 2 methods of sampling, namely:

1) Method A, where the sample is a hill (CATANI *et al.*, 1959) or, more generally, 20 stalks all together in a randomly selected point of the furrow;

2) Method B, where 20 stalks are taken, from 20 points evenly spread out on the whole plot.

For the 3 varieties studied and for the data on Brix, pol, coefficient of purity, available sucrose and weight, analyses of variance were carried out. Further computations led to the following coefficients of variation.

Coefficients of variation for 20 stalk samples

Variety	Characteristic	20 stalks per hill	1 stalk per hill
CB 40-69	Brix	4.8%	1.9%
	Pol	6.4%	2.5%
	Coefficient of purity	2.1%	0.83%
	Available sucrose	7.3%	2.7%
	Weight	6.6%	6.9%
Co 419	Brix	5.3%	1.8%
	Pol	7.6%	2.6%
	Coefficient of purity	2.9%	1.0%
	Available sucrose	8.6%	3.0%
	Weight	21.2%	6.5%
CB 41-58	Brix	2.8%	1.4%
	Pol	4.1%	1.9%
	Coefficient of purity	1.8%	0.8%
	Available sucrose	5.0%	2.2%
	Weight	10.9%	6.2%

For available sucrose, which is probably the most important characteristic studied, the average coefficient of variation for the 3 varieties was 2.7%, for the case of method B, that is, 20 stalk samples, one stalk per hill. Assuming this coefficient of variation, in a trial with 5 treatments and 6 replications, in randomised blocks, the least significant difference among treatment means, at the 5% level, would be 4.7% of available sucrose by Tukey's test, and 3.3% by the *t* test. For the case of method A the average coefficient of variation is 7.0% and, in similar conditions, the least significant difference would be 15.1% by Tukey's test, and 12.1%

by the *t* test. Since differences of available sucrose among treatments in experiments with fertilizers seldom are higher than 3 or 4% of the mean (PIMENTEL GOMES & CARDOSO, 1958), method B with a 20 stalk sample per plot gives more or less the minimum amount of cane to be sampled for technological determinations. In experiments with varieties, however, where differences may be assumed to be higher, a sample of 10 to 20 stalks one per hill, can be enough.

7. BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, J. R., O. VALSEHI, F. PIMENTEL GOMES, E. M. CARDOSO e N. CAMOLESI, 1952 — El Florescimento en la Variedad de Caña Co 421, Memoria de la Conf. An., As. Tecnol. Azuc. de Cuba, 100 pp., Havana.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AND AGRICULTURAL CHEMISTS, 1960 — Official Methods of Analysis, 9.a ed., A. O. A. C., 418 pp., Washington.
- BROWNE, C. A. e F. W. ZERBAN, 1941 — Physical and Chemical Methods of Sugar Analysis, 3.a ed., John Wiley & Sons, Nova York.
- CATANI, R. A., H. C. ARRUDA, D. PELLEGRINO e H. BERGAMIN FILHO — 1959 — A absorção de Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio, Enxofre e Silício pela Cana-de-Açúcar, Co 419, e o seu Crescimento, em Função da Idade. Anais E. S. A. «Luiz de Queiroz» 16: 167-190.
- COCHRAN, W. G. e G. M. COX — 1957 — Experimental Designs, 2.a ed., 611 pp. Nova York.
- COURY, T., E. MALAVOLTA, F. PIMENTEL GOMES, J. D. P. ARZOLLA, M. O. C. BRASIL SOBRINHO, H. P. HAAG, F. A. F. MELO, R. F. NOVAES, G. RANZANI e L. MENARD — 1957 — A Diagnose Foliar na Cana-de-Açúcar, 28 pp., São Paulo.
- PIMENTEL GOMES, F. e ENO M. CARDOSO — 1958 — A Adubação da Cana-de-Açúcar, 116 pp., Piracicaba.
- PIMENTEL GOMES, F. — 1963 — Curso de Estatística Experimental, 2.a ed., 384 pp., + 15 tabelas. Piracicaba.
- SPENCER, G. L. e G. P. MEADE — 1932 — Manual de Fabricantes de Azúcar de Caña e Químicos Azucareros (trad.) 7.a ed., John Wiley & Sons., 412 pp., Nova York.
- VEIGA, F. MENEZES — 1959 — Estação Experimental de Campos — Relatório do Instituto do Açúcar e do Alcool, 95 pp., Rio de Janeiro.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à Refinadora Paulista S/A., que nos cedeu o material para o presente ensaio. Estes agradecimentos são extensivos ao Dr. Crucciano Crucciani, chefe da Seção Agrícola, da Usina Monte Alegre, em Piracicaba, e ao Sr. Antonio Brunharo, chefe do Setor Agrícola de Taquaral, da mesma usina.