

**SÉRGIO BICUDO PARANHOS**

**ESPAÇAMENTOS E DENSIDADES DE PLANTIO  
EM CANA-DE-AÇUCAR**

TESE APRESENTADA A ESCOLA SUPERIOR  
DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ". DA  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, PARA OB-  
TENÇÃO DO TÍTULO DE DOUTOR EM  
AGRONOMIA

**PIRACICABA  
1972**

SÉRGIO BICUDO PARANHOS

Engenheiro Agrônomo

M.Sc. pela Universidade de Ohio, U.S.A.  
Instituto Agronômico de Campinas  
Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo

ESPAÇAMENTOS E DENSIDADES DE PLANTIO EM  
CANVA-DE-AÇÚCAR

Prof.Orientador: Edgard do Amaral Graner

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Agronomia

PIRACICÁBA  
Estado de São Paulo - Brasil  
1972

## AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus sinceros e particulares agradecimentos ao Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", nas pessoas do Prof. Edgard do Amaral Granger, Prof. Carivaldo de Godoy e demais membros do setor de Agricultura, pela orientação, revisão, críticas e comentários feitos a este trabalho, bem como pelas facilidades oferecidas para sua confecção;

ao Departamento de Matemática e Estatística da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", nas pessoas do Prof. Viváldo Francisco da Cruz e Prof. Humberto de Campos pela orientação da parte estatística do experimento e análise dos dados em computador;

aos funcionários técnico e administrativos da Estação Experimental de Piracicaba, pela inestimável colaboração na instalação, condução, análise tecnológica, protocolo e registro dos dados experimentais;

por último e com especial afeto, à sua esposa, filhos, pais e familiares, cuja compreensão, cooperação e constante estímulo, constituíram o esteio para a conclusão deste trabalho.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DOS QUADROS .....	v
LISTA DAS FIGURAS .....	vii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	6
2.1. Espaçamentos entre linhas .....	6
2.1.1. Espaçamentos simples .....	6
2.1.2. Espaçamentos duplos .....	14
2.2. Densidade .....	16
2.3. Variedades .....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	22
3.1. Tratamentos .....	22
3.1.1. Espaçamentos entre sulcos .....	22
3.1.2. Densidades de plantio .....	22
3.1.3. Variedades .....	23
3.2. Delineamento estatístico .....	23
3.3. Local do experimento .....	24
3.4. Instalação e condução .....	27
3.5. Avaliações .....	29
3.6. Condições climáticas .....	31
3.7. Análises estatísticas .....	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	36
4.1. Análise dos cortes .....	36
4.1.1. Porcentagem de germinação, número inicial de plantas por metro e por hectare .....	36
4.1.2. Número de colmos por 10 metros de sulco .....	42
4.1.3. Número de colmos por hectare .....	48

	Página
4.1.4. Pêso médio dos colmos .....	51
4.1.5. Quilogramas de açúcar por tonelada de cana .....	58
4.1.6. Toneladas de cana por hectare .....	63
4.1.7. Toneladas de açúcar por hectare .....	69
4.2. Análise das médias dos cortes .....	74
4.2.1. Espaçamentos .....	74
4.2.2. Densidades .....	85
4.2.3. Variedades .....	93
5. CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES GERAIS .....	97
6. RESUMO .....	100
7. SUMMARY .....	102
8. BIBLIOGRAFIA .....	104

## LISTA DOS QUADROS

Número		Página
1	Croquis do experimento no campo, mostrando o arranjam <sup>en</sup> to de parcelas e sub-parcelas da repetição 1 .....	25
2	Resultados da análise química e física do solo do local do experimento, segundo MARCOS (1971), para os perfis de 0 a 65 cm .....	26
3	Precipitação e temperaturas médias ocorridas no transcorrer do experimento. A precipitação em mm, está dividida em total do ano e total recebido em cada ciclo da cultura ..	33
4	Comparação entre Arc. Sen. $\sqrt{x\%/100}$ para espaçamentos ..	38
5	Comparação entre Arc. Sen. $\sqrt{x\%/100}$ para densidades de plantio e para variedades .....	39
6	Médias do número de gemas brotadas/ha para espaçamentos ....	40
7	Médias do número de gemas brotadas/ha para densidades de plantio e variedades .....	41
8	Médias do número de colmos/10 metros de sulco, para espaçamentos nos 5 cortes .....	43
9	Médias do número de colmos/10 metros de sulco, para 6, 9, e 12 gemas/metro nos 5 cortes .....	46
10	Médias do número de colmos/10 metros de sulco para as três variedades nos 5 cortes .....	47
11	Médias do número de colmos/ha para espaçamentos nos 5 cortes .....	49
12	Médias do número de colmos/ha para 6, 9 e 12 gemas/metro de sulco, nos 5 cortes .....	52
13	Médias do número de colmos/ha para variedades nos 5 cortes .	53
14	Médias do peso médio dos colmos em gramas, para espaçamentos, em 5 cortes .....	55
15	Médias do peso médio dos colmos em gramas, para densidades de plantio em 5 cortes .....	56

Número		Página
16	Médias do peso médio dos colmos em gramas para variedades nos 5 cortes .....	57
17	Médias da riqueza da cana expressa em quilogramas de açúcar por tonelada de cana, para espaçamentos em 5 cortes .....	59
18	Médias de quilogramas de açúcar por tonelada de cana para densidades de plantio em 5 cortes .....	61
19	Médias da riqueza em açúcar/tonelada de cana para variedades em 5 cortes .....	62
20	Médias da produção de cana em toneladas por hectare para espaçamentos nos 5 cortes .....	65
21	Médias da produção de cana em ton/ha, para densidades de plantio em 5 cortes .....	66
22	Médias da produção de cana em toneladas por hectare para variedades em 5 cortes .....	67
23	Médias da produção de açúcar em toneladas por hectare, para espaçamentos em 5 cortes .....	70
24	Médias da produção de açúcar em toneladas por hectare para densidades de plantio e cortes .....	71
25	Médias da produção de açúcar em toneladas por hectare para variedades nos 5 cortes .....	72
26	Efeitos de espaçamentos no aumento da população inicial para a final do 1º corte .....	75
27	Variação da produção de cana, em função das variações da população de colmos e seu peso médio .....	80
28	Efeitos médios de espaçamentos, obtidos pela análise das médias de cinco cortes para tôdas as variáveis estudadas .....	83
29	Efeitos médios de densidades de plantio, obtidos pela análise das médias de cinco cortes para tôdas as variáveis estudadas .....	90
30	Efeito médio de variedades, obtido pela análise das médias de cinco cortes para tôdas as variáveis estudadas .....	91
31	Significado médio das interações D x V, E x D, E x V, E x V x D, para os cinco cortes para tôdas as variáveis estudadas .....	92

## LISTA DAS FIGURAS

Número		Página
1	Curvas da precipitação anual, e do total recebido por ciclo .....	32
2	Efeitos de espaçamentos na porcentagem de germinação .....	38
3	Efeitos de densidades de plantio (6, 9 e 12 gemas/m) e variedades na porcentagem de germinação .....	39
4	Médias do número de gemas brotadas/ha para espaçamentos ....	40
5	Médias do número de gemas brotadas/ha para densidades de plantio e variedades .....	41
6	Número de colmos/10 metros para espaçamentos em 5 cortes ...	43
7	Variação do número de colmos/10 metros de sulco para 6, 9 e 12 gemas/metro, nos 5 cortes .....	46
8	Variação do número de colmos/10 metros de sulco para as variedades CB 40-69, CB 41-76 e CB 36-24 nos 5 cortes .....	47
9	Efeitos de espaçamentos sôbre o número de colmos/ha para os 5 cortes .....	49
10	Efeitos de densidades de plantio no número de colmos/ha para os 5 cortes .....	52
11	Variação do número de colmos/ha para as variedades CB 41-76, CB 40-69 e CB 36-24 através dos 5 cortes .....	53
12	Efeitos de espaçamentos no pêso médio dos colmos, em grammas, através dos 5 cortes .....	55
13	Efeitos de densidades de plantio de 6, 9 e 12 gemas/metro no pêso médio dos colmos, em grammas, em 5 cortes .....	56
14	Pêso médio dos colmos, em grammas, para as variedades CB 40-69, CB 41-76 e CB 3624, nos 5 cortes .....	57
15	Efeitos de espaçamentos no conteúdo de açúcar/tonelada de cana, em 5 cortes .....	59



Número		Página
16	Efeitos das densidades de plantio, no conteúdo de açúcar/tonelada de cana .....	61
17	Efeitos de variedades no conteúdo de açúcar/tonelada de cana .....	62
18	Efeitos de espaçamentos na produção de cana/hectare .....	65
19	Efeitos de densidades de plantio na produção de cana/ha em 5 cortes .....	66
20	Efeitos de variedades na produção de cana/ha em 5 cortes ....	67
21	Efeitos de espaçamentos na produção de açúcar/ha, em 5 cortes .....	70
22	Efeitos de densidades de plantio na produção de açúcar/ha em 5 cortes .....	71
23	Efeitos de variedades na produção de açúcar/ha em 5 cortes...	72
24	Efeito médio de espaçamentos no número de colmos/10 m .....	83
25	Efeito médio de espaçamentos no número de colmos/ha .....	83
26	Efeito médio de espaçamentos na produção de cana/ha.....	84
27	Efeito médio de espaçamentos no peso médio dos colmos .....	84
28	Efeito médio de espaçamentos na riqueza da cana .....	84
29	Efeito médio de espaçamentos na produção de açúcar/ha .....	84
30	Efeito médio de densidades e variedades no número de colmos/10 m.....	90
31	Efeito médio de densidades e variedades no número de colmos/ha .....	90
32	Efeito médio de densidades e variedades no peso médio dos colmos .....	91
33	Efeito médio de densidades e variedades na produção de cana/ha .....	91
34	Efeito médio de densidades e variedades na riqueza da cana .....	92
35	Efeito médio de densidades e variedades na produção de açúcar/ha .....	92

## 1. INTRODUÇÃO

A observação de que a produção da cana-de-açúcar por área é consequência do número de colmos na época da colheita, acentua a importância do conhecimento dos valores ótimos dos fatores determinantes da população final, bem como de suas características.

Sendo a população de plantas uma função do número de sementes ou gemas ou tolêtes plantados por metro linear (densidade de plantio) e do número de metros lineares de sulcos (espaçamento entre linhas) por área, estas seriam as primeiras variáveis a serem estudadas.

O espaçamento de plantio para cana-de-açúcar nas diversas regiões canavieiras do mundo tem estado sob estudo praticamente desde 1890, com os primeiros experimentos de campo realizados por STUBBS.

Cultivada em uma faixa normalmente limitada pelas latitudes  $30^{\circ}$  N e  $30^{\circ}$  S, a cultura da cana-de-açúcar envolve grande diversidade de condições de clima e solo, bem como marcante influência dos fatores sociais e econômicos característicos de cada região, sobre o conjunto de técnicas culturais adotadas.

Estes fatos levaram as pesquisas, realizadas com espaçamentos e densidades de plantio nessas regiões, a apresentarem resultados

específicos às condições locais, não raro criando diferentes escolas sôbre como focalizar o problema.

Os riscos de transferir os resultados experimentais de uma para outra região, evidenciaram também para nós a importância da experimentação local.

No Brasil e, mais precisamente no Estado de São Paulo, os espaçamentos e densidades utilizados têm se baseado em literatura estrangeira e alguns trabalhos locais. Estes experimentos porém, além de só cobrirem certos aspectos da questão, foram realizados em condições bastante diversas das atuais e com variedades hoje totalmente fora de cultivo.

Decorridas duas ou três décadas da época daqueles experimentos até os dias de hoje, uma série de novos trabalhos de investigação e inovações técnicas introduziram sensíveis modificações na conceitualização das técnicas culturais da cana-de-açúcar. Os trabalhos realizados no Brasil apesar de terem apresentado os melhores resultados nos menores espaçamentos (0,90 m - 1,20), encerravam recomendações pelos mais largos, em vista das facilidades de mecanização, condicionando assim a cultura às características das máquinas e implementos da época. Os mesmos experimentos apontavam reduções no peso unitário dos colmos dos tratamentos de maior população, devendo-se porém, lembrar que os índices de fertilidade eram bem mais baixos.

A utilização de sulcos duplos ou "espaçamento de abacaxi", como uma possibilidade de contornar o problema das bitolas dos tratores,

sem prejuízo da população, já havia sido tentada em outras regiões como Hawaii, Guianas, Índia. A recente introdução do uso de herbicidas como prática de rotina, tornou viável o estudo deste tipo de espaçamento pela possibilidade de cultivo entre os sulcos duplos (0,50 m) antes praticamente impossível com cultivadores ou enxadas.

O incremento do uso de fertilizantes, não só em quantidades maiores e melhor equilibradas com relação aos seus elementos, como também extensivo às soqueiras, introduziu profundas alterações nos conceitos de nutrição e fertilidade. Este fato incentivou a necessidade de se investigar se os citados efeitos negativos das altas populações no peso dos colmos não seriam resultantes de uma competição por nutrientes, e se os mesmos resultados seriam obtidos aos níveis atuais de fertilização.

Essa e outras novas técnicas vêm garantindo u'a maior longevidade às soqueiras. Sendo a produção da lavoura de cada uma função da população de colmos e estando a área total canavieira praticamente coberta com 1/5 em cana planta, 3/5 em soqueiras e 1/5 em reforma, fazia-se justificado o interesse em estudar-se a evolução da produção de colmos, através das soqueiras e as possíveis interações entre espaçamentos, características fisiológicas e fatores ambientais.

Espaçamentos entre sulcos e nos sulcos envolvem um fator econômico ponderável, pelas possibilidades que apresentam em aumentar ou diminuir as quantidades de mudas necessárias ao plantio de uma determinada área. Dúvidas existentes com relação à quantidade de muda-semente

a ser utilizada, sugeriam que a quantidade ideal poderia ser determinada pela combinação de espaçamentos e densidades.

Algumas investigações que apontam a possibilidade de espaçamentos diferentes interferirem nos tipos de perfilhação, aliados às outras características varietais de sistema radicular, comprimento e posição das fôlhas, fundamentam a existência de distâncias ótimas para cada variedade ou grupo de variedades. A introdução de novas variedades, mais produtivas, mais ricas, mais responsivas às adubações e com diferentes características, estava também a exigir um estudo das interferências de suas características com suas populações ideais.

Independente dos fatores inerentes à própria cultura, verificava-se que as condições sócio-econômicas predominantes na cultura da cana estavam a exigir maiores atenções para introdução do corte mecanizado. A escolha do espaçamento e do tipo da colhedeira mecânica estão intimamente relacionadas. Muito embora 1,50 m entre linhas tenha sido citado como o mínimo entre sulcos para permitir a colheita mecânica, sabe-se que novos modelos já estão em estudos com maior versatilidade de adaptação às distâncias de plantio. A necessidade de situar o ótimo populacional de nossas lavouras, a fim de equacionar com a devida antecedência a problemática de escolha das máquinas, veio juntar-se às demais apontadas anteriormente.

Com a crescente importância econômica da cultura da cana-de-açúcar face ao incremento da exportação do açúcar no mercado internacional e com quotas preferenciais, os incentivos para melhoria dos fatores de produção e aperfeiçoamento tecnológico também se multiplicaram

para atender à demanda do aumento da produtividade e redução dos custos operacionais.

As considerações apresentadas no levantamento da problemática definem os objetivos do trabalho a seguir apresentado que, tendo por base as variações da população de plantas causadas por diferentes espaçamentos e densidades de plantio, pretende estudar as possíveis interações entre esses fatores, mais os varietais, bem como determinar características quantitativas e qualitativas dessas populações nos vários ciclos (soqueiras) e as possibilidades de se obterem distâncias compatíveis com alta produtividade agrícola, dentro das exigências da moderna moto-mecanização.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Espaçamento entre linhas

#### 2.1.1. Espaçamento simples

WEBSTER (1931) em trabalho de revisão sôbre espaçamentos usados em diversas regiões canavieiras do globo, menciona que este assunto tem estado sob estudo desde que STUBBS, em 1890, iniciou alguns experimentos de campo. Trabalhos de diversas regiões canavieiras são citados, apresentando dados e argumentos a favor e contra espaçamentos estreitos e largos.

AGUIRRE (1940) variando o espaçamento de 1,25 m a 2,00 m para a variedade P.O.J. 213, concluiu que houve um aumento de produção proporcional à redução do espaçamento, tanto em cana planta como nas sócas. Em 4 cortes a maior produção de cana por hectare foi a 1,33 m entre linhas. Verificou que o número de colmos cresce com a diminuição dos espaçamentos e o peso unitário dos colmos cresce com o aumento das distâncias entre linhas.

RAHEJA e AZEEZ (1948) apresentaram resultados de um experimento de 5 anos, mostrando que 0,75 m entre fileiras produziu mais

cana e mais açúcar do que 0,90 m ou 1,10 m. As distâncias maiores mostraram uma ligeira mas não significativa maior concentração de sacarose no caldo.

KNOWLES e CAMERON (1950) demonstraram que para 3 colheitas, espaçamentos de 0,90 e 1,35 m tenderam a superar os de 1,80 m, sem contudo apresentar significância estatística.

VEIGA (1950) estudando as variedades CP.27-139 e Co. 421 nos espaçamentos de 0,90 m, 1,30 m, 1,50 m, e 1,80 m, concluiu que em ambas as variedades a maior produção agrícola foi obtida com o menor espaçamento; que o espaçamento influiu no número de colmos; que os colmos foram mais finos nos menores espaçamentos; e que estes também apresentaram dificuldades para os tratos culturais mecanizados. A riqueza na CP. 27-139 aumentou com o espaçamento de 0,90 m até 1,50 m, caindo depois, enquanto que a Co. 421 deu o máximo a 0,90 m, decaiu até 1,50 m e subiu novamente a 1,80 m.

RAHEJA (1956) em uma revisão da fisiologia da cana-de-açúcar na Índia, aponta uma redução da mortalidade de brotos e perfilhos com espaçamentos largos.

PEARSON (1958) na África do Sul, estudou espaçamentos entre linhas e entre tolêtes na linha (contínuo, 0,90 m, 1,50 e 2,10 m), concluindo que onde a umidade não constitui fator limitante os espaçamentos entre linhas de tolêtes plantados em fileira contínua, devem ser reduzidos.

PATIL et al. (1958) na Índia estudaram o relacionamento



entre espaçamento e aplicação de nitrogênio, 225 lbs de N/acre, aumentaram o rendimento de 5-10 toneladas em relação a 150 lbs N/acre. Nos casos em que a média de rendimentos foi baixa, o espaçamento de 0,60m foi o melhor tratamento, ao passo que naqueles em que a produção oscilou ao redor de 35,55 t/acre, 0,90 m foi o melhor. A distância de 1,20 m resultou em menor número de canas mais curtas e mais finas.

ROHRIG e colaboradores (1960) combinaram (0,90 m, 1,20 e 1,50 m) de afastamento entre sulcos com 4 distâncias entre tolêtes, 0,38 m a 1,50 m, usando nos espaçamentos mais largos, fileiras simples e duplas de tolêtes. Houve uma tendência para o aumento do rendimento de cana com os espaçamentos mais fechados e 1,20 m, foi o melhor. Diferentes variedades reagiram diferentemente aos espaçamentos. A perfilhação aumentou com o decréscimo das distâncias entre linhas, mas algumas variedades tiveram redução no peso dos colmos. Solos leves e pesados produziram diferenças de perfilhação e somente alguns efeitos residuais de espaçamento foram notados nas soqueiras.

Também no mesmo ano, na Índia, BAINS (1960) publicou resultados de experimentos combinando espaçamento, densidade de plantio e níveis de nitrogênio, usando 0,30, 0,60 e 0,90 m entre fileiras e 25.000, 30.000 e 35.000 tolêtes de 2 gemas. Os maiores rendimentos foram obtidos a 0,60 m ao passo que o maior número de perfilhos ocorreu a 0,90 m. A densidade de 35.000 tolêtes produziu mais que as outras. Igualmente 100 e 200 libras de nitrogênio proporcionaram maiores aumentos na soqueira (de 97,4% para 100 lbs a 121,2% para 200 lbs) do que na cana planta (51,9% e 54,7% respectivamente para 100 e 200 lbs) todavia a

qualidade do caldo foi afetada.

ARRUDA (1961) estudou os espaçamentos de 1,00, 1,20, 1,40; 1,60; 1,80 m entre linhas para as variedades CP. 34-120, Co. 290, Co. 419. As diferenças entre espaçamentos foram significantes apenas em favor dos tratamentos 1,00 e 1,20 m entre sulcos. A variedade Co. 419 foi a mais produtiva nos 3 cortes, não havendo interação significativa entre variedade e espaçamentos.

ORTEGA e MONZON (1962) na Venezuela, experimentaram os espaçamentos de 1,20, 1,40, 1,60, 1,80 e 2,00 m entre linhas, em combinação com 3, 5, 10 e 12 gemas por metro linear como densidade de plantio e 5 variedades: B.4747, B.37.161, B.4362, B.44341 e P.O.J. 2961. As melhores densidades foram 10 e 12 gemas/metro aos passo que 1,20, 1,40 e 1,60 m entre linhas apresentaram os melhores rendimentos. A interação variedade x espaçamento foi significativa e, portanto, houve uma distância ótima conforme a variedade.

TSE e CHU (1964) investigando espaçamento e densidade de plantio para a variedade F.146, sugerem que os espaçamentos entre plantas na linha é mais importante do que o espaçamento entre fileiras. Trinta centímetros entre plantas e 1,25 m entre linhas foram considerados os melhores.

FU e colaboradores (1965) para especiais condições de plantio de verão em Taiwan (ciclo de 8-9 meses de crescimento), verificaram que uma redução de espaçamento de 1,20 m para 0,80 m ou 0,60 m, resultou em 10% de aumento de produção. Uma das justificativas apresentadas

é a de que para aquelas condições e perfilhação não é intensa e, portanto, a competição é menor.

THOMPSON e DUTOIT (1965) na Africa do Sul testaram os espaçamentos de 0,45 m, 0,90 e 1,35 m com tolêtes duplos e simples e dois níveis de fertilidade: F1 = 60 lbs de N, 60 de P205 e 60 de K20/acre e F2 = 120 lbs de N, 120 de P205 e 120 de K20/acre. A interação fertilizantes x espaçamentos foi significativa em termos de toneladas de cana, porcentagem de sacarose na cana e sacarose por área. As altas populações geradas pelos espaçamentos mais juntos em níveis altos de fertilidade levaram a um aumento de mortalidade e diminuição do número de colmos na colheita. Não foi observado efeito de espaçamento no comprimento dos colmos, mas sim no peso dos colmos. Largas distâncias produziram canas mais pesadas independente da fertilidade. O diâmetro das canas foi influenciado significativamente pelos espaçamentos, com as altas densidades de população e menores distâncias, produzindo colmos mais finos. No mais reduzido espaçamento o diâmetro dos internódios da ponta foram maiores do que os da base, o oposto também, sendo real para a distância maior. Toneladas de cana/acre, porcentagem de açúcar na cana, toneladas de açúcar/acre diminuíram com o aumento dos espaçamentos nas baixas fertilidades (F1) e aumentaram no nível F2. O sombreamento dentro do sulco foi sugerido ser mais importante para a mortalidade dos brotos do que as distâncias entre linhas. Deficiência de umidade foi relacionada com os baixos rendimentos dos menores espaçamentos.

HEBERT, MATHERNE e DAVIDSON (1965) para as condições da lavoura canavieira na Louisiana, não encontraram efeito no rendimento

de cana com a redução dos espaçamentos abaixo de 1,80 m. Em alguns casos os rendimentos de cana foram mais altos nos espaçamentos estreitos para cana planta, mas na soqueira os mais largos produziram mais. As adaptações dos implementos e os custos adicionais da cana não foram com pensados pelas maiores produções obtidas alternando 1,80 m e 1,20 m entre linhas.

BARTLETT (1965) em considerações sôbre problemas introduzidos pelas colhedeadas mecânicas na agro-indústria canavieira da Africa do Sul, aponta o tipo de trator usado para cultivos bem como as colhedeadas, como importantes fatores na escolha do espaçamento. O tamanho das touceiras, a rapidez do "fechamento" e a altura da cana são igualmente considerados. Os espaçamentos entre 1,35 m e 1,65 m, são mencionados como mínimo para certos tipos de colhedeadas segundo os resultados da conferência de mecanização da cana realizada em Stoneleigh, Inglaterra.

Trabalho da VICTORIA MILLING COMPANY EXPERIMENT STATION (1966) apresentou dados experimentais mostrando nenhum decréscimo significativo em rendimento a 1,00 m entre linhas, ao deixar cada segunda ou terceira linha sem plantar. A redução de 33-50% no "stand" de cana foi compensado por um aumento do número de colmos úteis por touceira e por maior peso desses colmos. Economia na quantidade de muda e redução de custos operacionais são considerados como vantagens econômicas.

CHEN (1966) usando 1,20 m, 1,00 m e 0,80 m entre linhas, obteve rendimentos médios para cana planta e duas sócas de 50.110 kg/ha, 58.033 kg/ha e 65.135 kg/ha, respectivamente. O estreitamento dos

espaçamentos resultou em mais colmos na cana planta e nas soqueiras.

A SOUTH AFRICAN SUGAR ASSOCIATION EXPERIMENT STATION(1967)

publicou os resultados de experimento usando 0,22 m, 0,35 m, 0,57 m, 0,90 m, 1,42 m, 2,25 m e 3,60 m como espaçamentos em plantio quadrado, as variedades NCo 376 e CB. 36-14 e generosas quantidades de fertilizantes N, P e K. Efeitos na altura da cana e na população de brotos foram muito marcantes nas plantas com 11 semanas de idade. As plantas muito juntas foram incapazes de perfilhar extensivamente e os brotos primários cresceram mais. As plantas bem espaçadas perfilharam plenamente mas ficaram mais curtas. Competição dentro dos sulcos foi também observada mas a perfilhagem também foi possível entre as fileiras. A mortalidade dos brotos ocorreu nos espaçamentos mais fechados já dentro de 10 semanas, enquanto os mais largos ainda apresentaram um acréscimo de perfilhos até 22 semanas. O número final de colmos para a CB.36-14 sugere que somente os brotos primários sobreviveram.

NICKELL (1967) no Hawaii, baseado em prévias observações de que a cultura da cana-de-açúcar tende a formar touceiras cada 1,20 m a 1,50 m, e que as culturas em condições normais produzem 2 vezes mais colmos do que é necessário com um máximo à idade de 3-4 meses, iniciou um estudo sobre mudas transplantadas de viveiros e plantadas em espaçamentos próprios. A variedade H.50-7209 espaçada 1,20 x 1,50 m ou 1,50 x 1,50 m produziu mais cana do que nos canteiros com as práticas normais, o aumento tendendo a tornar-se maior depois dos 18 meses. Os resultados foram promissores.

Dados de BOYCE (1968) na Africa do Sul, representam estudos

de espaçamentos variando de 0,90 m a 2,20 m. Para cada 30 cm de aumento no espaçamento o rendimento de cana diminuiu 5,75 t/ha por ano, em todos os lugares onde a umidade não foi fator limitante. O aumento de produção para os espaçamentos reduzidos foi relacionado a uma maior população de colmos mais finos e mais leves. Não houve diferença em comprimento dos colmos, assim como nenhum efeito apreciável de espaçamento sobre a porcentagem de sacarose; os rendimentos de açúcar foram, portanto, dependentes dos rendimentos de cana. O efeito de espaçamento foi maior no topo do que nas porções basais ou médias dos colmos.

GLOWER (1968) em Mount Edgecomb, estudando irrigação e espaçamento em diferentes solos para cana-de-açúcar, menciona rendimentos 2 vezes maiores nos espaçamentos mais juntos do que nos largos, com ou sem irrigação. As distâncias maiores entre linhas são recomendadas para permitir o cultivo mecanizado e reduzir a competição por água.

Mais recentemente ROUILLARD (1969) em Mauritius, investigou 0,90, 1,20, 1,50 m de distância entre linhas para diferentes variedades. O espaçamento de 1,20 m produziu os melhores resultados em 11 de 16 casos, as diferenças sendo significantes em 8 casos. Espaçamentos não afetaram a sacarose na cana, o aumento em açúcar sendo atribuído unicamente ao aumento do rendimento de cana. Fatores climáticos e hábitos de crescimento não mostraram nenhuma influência no espaçamento. Os rendimentos obtidos não foram considerados suficientes para justificar modificações nas práticas existentes.

PARANHOS (1971) ensaiando com 3 variedades, 2 espaçamentos 0,90 m e 1,50 m, em 3 localidades de Porto Rico, concluiu que houve

aumento da população de colmos/ha para o menor espaçamento, mas uma redução no número por metro linear. A competição por luz começa cedo, 60-90 dias de idade da cultura. Os espaçamentos não afetaram a riqueza da cana, o aumento da tonelagem de açúcar/acre sendo direta consequência do aumento da tonelagem de cana na menor distância. Foi observada tendência dos colmos tornarem-se mais finos, mais longos e mais leves a 0,90 m, embora sem significação estatística. Espaçamentos não afetaram a absorção de nutrientes.

MATHERNE (1971) na Louisiana, experimentando as variedades CP 61-37 e L 60-25 com espaçamentos de 0,90 m, 1,05 m e 1,80 m, encontrou os melhores rendimentos de cana a 0,90 m e 1,05 m. O aumento de população causou a redução do comprimento e do peso médio dos colmos. Estas reduções porém, não foram suficientes para anular os aumentos de produção nas altas populações. O sucesso de espaçamentos estreitos é apontado como mais provável em regiões de curto período de crescimento.

#### 2.1.2. Espaçamentos duplos

WILLIAMS e FORTE (1940) estudando na Estação Experimental da Guiana Inglesa, o plantio de cana em linhas simples e duplas, para a variedade P.O.J. 28-78, concluíram que na primeira vegetação a semeadura em filas duplas produziu muito mais rebentos por hectare, nas 10 primeiras semanas; que na colheita o mesmo tratamento produziu um maior número de colmos tanto na cana-planta como nas sócas; que a semeadura dupla produziu 12,98% a mais no rendimento da cana planta e 12% no da sóca.

No HAWAII (1951) foram obtidos resultados de um método de

plântio "pineapple row" (2 sulcos a 45-50 cm separados 1,50 m de outros 2 sulcos) - foram considerados como excelentes, muito embora a eliminação de ervas daninhas tenha se constituído em problema a ser resolvido.

Para as condições da Guiana Inglesa, EVANS (1954) de vários ensaios planejados para testar o valor de diversas práticas culturais, concluiu: 1) nenhuma vantagem foi obtida pelo uso do espaçamento duplo (pineapple row) - (2 sulcos a 45 cm distanciados 1,35 m de outros 2 sulcos a 45 cm) - comparado com sulcos simples a 1,80 m; 2) um esperado ganho de qualidade da cana com os sulcos duplos, não se materializou; 3) houve algumas diferenças entre variedades, mas não de importância econômica; 4) em alguns ensaios a diferença em número de brotos por sulco praticamente desapareceu ao redor de 6 meses e meio.

Em Taiwan, TANG (1956) ensaiando com 4 diferentes sistemas de plantio, não encontrou diferenças significativas entre o espaçamento simples e o de linhas duplas.

MISRA (1965) na Índia, encontrou marcada superioridade de espaçamento duplo no rendimento de cana, "gur", e no número de colmos úteis, em estudo comparativo entre 0,90 m de espaçamento e sulcos duplos (0,90 - 0,30 - 0,90 m). Diferentes doses de N, foram utilizadas mas não se observou consistente interação entre níveis de nitrogênio e espaçamentos.

MATHUR, BHADURIA e SINGH (1968) na Índia, testando linhas simples a 0,90 m contra linhas duplas 0,90 - 0,30 - 0,90 m e 3 níveis de N, obtiveram os melhores resultados com os sulcos simples nas menores doses de nitrogênio. Maiores densidades de plantio proporcionaram



mais perfilhos e colmos úteis na colheita, mas não aumentaram os rendi-  
mentos em peso.

## 2.2. Densidade

VAN DILLEWIJN (1952) apresenta várias referências e tam-  
bém dados de experimentos próprios, enfatizando a complexidade dos fa-  
tores que afetam a população de plantas. O tempo de "fechamento" da  
cultura, perfilhação tardia, espaçamento entre e dentro de sulcos, umi-  
dade luz, etc. são evidenciados.

LOCSIN e GUILLERMO (1953) encontraram diferenças não sig-  
nificativas entre populações de 80.000 plantas/ha e 88.000 plantas/ha.  
Espaçamentos de 0,90 m e 1,00 m foram testados em diferentes sistemas  
de plantio (8 plantas por metro de sulcos e 4 camalhões de 2 plantas/m,  
bem como 0,30 e 0,95 m com 4 plantas por metro.

BRILLANTE (1953) nas Philipinas, testou diferentes popula-  
ções de plantas (33.330, 22.220, 26.664, 17.776 plantas/ha no plantio)  
usando os espaçamentos de 0,90 m x 0,30 m; 0,90 m x 0,45 m; 1,20 m x 0,30  
m e 1,20 m x 0,45 respectivamente. Os melhores resultados foram obti-  
dos nos espaçamentos mais fechados. Em ensaios prévios (1949-50) ele  
encontrara 30.000 plantas/ha a 1 metro entre sulcos produzindo os mais  
altos rendimentos.

No Pakistan, YUSUF e MUHAMMAD (1954) estudaram espaçamen-  
tos de 0,30 m até 1,20 m e diferentes densidades de plantio. 0,60 m en-  
tre sulcos produziu os mais altos rendimentos, enquanto 40.000 tolêtes

por acre constituíram-se na melhor densidade para plantios de março ou abril.

WIGHTAM (1955) na Jamaica, observou variação na perfilhação com diferentes espaçamentos e métodos de plantio. De 9,6 perfilhos por touceira aos 4 meses, somente 4 sobreviveram até a colheita. Estes 4 estavam entre os 6 primeiros produzidos por brôto dentro de 2 meses de plantio.

A HAWAIIAN COMERCIAL and SUGAR COMPANY (1961) publicou os resultados de um experimento comparando os seguintes tratamentos com o espaçamento padrão de 1,65 m: 1) Todas as linhas plantadas; 2) Uma linha plantada e uma não; 3) 2 linhas plantadas para uma não; 4) Uma linha plantada e duas não; 5) Uma linha plantada e 3 não. Os tratamentos 2 e 3 deram os mesmos rendimentos. Não foi dada explicação para o fato. Luz solar não foi fator limitante para produção. Os menores espaçamentos deram os mais altos rendimentos, mas é argumentado que menos de 1,65 m pode não ser econômico, dependendo da viabilidade da mecanização.

Baseado em dados experimentais THOMPSON (1962) na África do Sul, afirma que o número de colmos é o principal fator que governa a produção e onde a umidade não é limitante, um maior número de colmos correspondem a maiores rendimentos. O rendimento em cana cai cerca de 2% para cada 0,30 m deixados entre tolêtes; e aumenta cerca de 5% para cada redução de 0,30 m em espaçamentos de 1,57 m até 0,45 m, entre sulcos. Estes resultados não foram tão evidentes na segunda sóca e é

recomendada a largura de 0,90 m para semeadura contínua no sulco. Maior importância para espaçamentos dentro do sulco (entre tolêtes) do que entre linhas, é enfatizada.

GILL e ALAM (1962) na Índia usaram 20.000, 27.000 e 34.000 tolêtes/hectare para estudar as possibilidades de redução na densidade de plantio. Eles mostraram que a densidade de brotação foi proporcional à quantidade de tolêtes usados, até certo período de crescimento. Depois deste período, a maior competição nos espaçamentos fechados induziu maior mortalidade, anulando as diferenças finais entre as densidades estudadas.

TANG e HO (1965) estudaram 15, 19, 26 e 38 mil tolêtes por hectare como densidades de plantio e encontraram que o número de perfilhos aumentou com o número de tolêtes, mas após 6 meses as diferenças desapareceram. Os efeitos nas soqueiras seguiram a mesma tendência da cana planta.

MORA e URGEL (1966) nas Filipinas, não encontraram significância para efeito de densidade de plantio na brotação das soqueiras. De 30.000 tolêtes por hectare, a um espaçamento de 1,00 m entre sulcos, houve um crescente aumento na produção de açúcar, para atingir o máximo a 60.000 tolêtes/ha e declinar novamente até 90.000 tolêtes/ha. São igualmente apontadas diferenças entre as variedades utilizadas: Co.683, Co.421, Co.527 e POJ.3016, com interações significantes para densidade de plantio, na produção de açúcar.

PAO, HUNG e YEH (1966) usando mudas do topo dos colmos,

concluíram que o número de tolêtes plantados afetou o subseqüente crescimento das plantas. O diâmetro de colmos acima de 1,7 cm foi de 73% para a densidade de 40.000 tolêtes/ha e somente 48% para 200.000 tolêtes/ha.

A VICTORIA MILLING EXPERIMENT STATION (1967) mostrou que para a variedade B.3772, 15.000 tolêtes/ha produziram praticamente o mesmo que 45.000 tolêtes/ha. U'a maior quantidade de mudas por área rendeu mais cana porém menos açúcar. Rendimento a 1,50 m praticamente igualaram os de 1,00 m. As parcelas com altas densidades de plantio e espaçamentos fechados produziram mais colmos, mas com menor peso por colmo.

### 2.3. Variedades

TSENG e LOH (1956) estudando as características botânicas e fisiológicas dos diversos tipos de perfilhação, apontam as possibilidades de espaçamentos poderem interferir no sistema de perfilhação característico à cada variedade.

Da mesma forma que ORTEGA e MONZON (1962) encontraram espaçamentos ótimos para diferentes variedades, também em Queensland, o BUREAU OF SUGAR EXPERIMENT STATION (1962) estudou espaçamentos de 1,35m; 1,50 m; 1,65 m entre linhas, com as variedades CP.29-116, Q.50, Vesta e NCo.310. A Q.50 foi a única que mostrou diferença nítida em 2 cortes, em favor de 1,35 m entre sulcos.

TANG e HO (1962) em Taiwan, verificaram que sulcos simples ou duplos foram melhores do que plantio nivelado (sem sulcos) e

que diferentes variedades responderam diferentemente aos espaçamentos simples ou duplos.

Na Argentina, a ESTACÃO EXPERIMENTAL DE TUCUMAN (1964) publicou dados de experimentos, testando diversas variedades com espaçamentos de 1,20 m, 1,50 m e 1,80 m. Os rendimentos da cana planta diminuíram com o aumento dos espaçamentos; a mesma tendência foi observada na 1ª sóca, porém, com menores diferenças, ao passo que 1,50 m deu os melhores resultados para a 2ª sóca. A riqueza em açúcar foi mais alta a 1,80 m na cana planta e 1,20 m na 2ª sóca. O número de colmos por unidade de sulcos (metro linear) aumentou com o espaçamento na cana planta e 2ª sóca. As variedades mostraram diferente comportamento, de acordo com os espaçamentos e densidades de plantio utilizados.

Nas Philipinas, URGEL et al. (1966) estudando as variedades Co.421, Co.527 e Phil.53-33 com as densidades de plantio de 3, 4, 5 e 6 tolêtes/metro e espaçamentos entre linhas de 0,80 m, 1,00 m, 1,20 m e 1,37 m encontraram diferentes respostas das variedades, de acordo com época de plantio, espaçamentos e densidades. Concluíram eles pelos espaçamentos maiores e menores densidades para os primeiros plantios da estação, enquanto espaçamentos mais fechados e maior densidade de mudas são recomendados para os plantios tardios.

FREEMAN (1968) na Georgia, testou as variedades CP.29-116, CP.36-111 e CP.52-48 nos espaçamentos de 107, 122, 137, 152 e 168 cm. O rendimento médio de cana para a distância de 107 cm foi significativamente mais alto do que os outros espaçamentos, exceto 137 cm. Os rendimentos em colmos foram reduzidos nos espaçamentos maiores que 107 cm

para a CP. 29-116 e 137 cm para a CP.36-111 e CP.52-48. Não foi observada interação entre variedades x espaçamentos e nem houve influência de distâncias entre linhas na porcentagem de caldo ou Brix.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

A fim de obter as informações propostas com o levantamento da problemática no capítulo introdução e, com a soma de dados obtidos através da revisão bibliográfica, foi planejado um experimento de campo com as seguintes características:

#### 3.1. Tratamentos

##### 3.1.1. Espaçamentos entre sulcos

Foram escolhidas as distâncias de 1,00 m, 1,30 m, 1,60 m, 1,90 m, 1,00 m duplo e 1,50 m duplo. Os espaçamentos de 1,30 m e 1,60 m, por serem os mais comumente empregados na prática, foram considerados padrões. Os espaçamentos duplos constituíram-se de dois sulcos a 0,50 m entre si, distanciados 1,00 m ou 1,50 m de outro conjunto de dois sulcos nas mesmas condições. Visou-se com estes tratamentos o estudo das possibilidades de satisfazer as exigências das bitolas das máquinas utilizadas, sem alterar a população.

##### 3.1.2. Densidades de plantio

Procurando determinar a densidade inicial de plantio, que

garantissem as melhores populações finais, foram introduzidos 3 níveis populacionais. Em vista da diversidade de características dos tolêtes utilizados nas diversas regiões canavieiras, utilizou-se como unidade de densidade o número de gemas por metro, produzindo os 3 seguintes tratamentos: 6 gemas/metro, 9 gemas/metro e 12 gemas/metro. A densidade de 6 gemas/metro é a que mais se aproxima da prática na região de Piracicaba, sendo considerada, neste experimento, como padrão, embora em outras regiões chegue-se até 8 ou 9 gemas/metro.

### 3.1.3. Variedades

Uma vez que as características varietais estavam envolvidas, escolheu-se intencionalmente as 3 variedades seguintes:

CB 40-69 - Colmos arroxeados, diametro de medio para grosso e boa riqueza; sistema radicular superficial; folhas finas e bastante arqueadas.

CB 41-76 - Colmos roxo-esverdeados, grossura mediana, boa riqueza; sistema radicular médio; folhas de largura média, abundantes e medianamente arqueadas.

CB 36-24 - Colmos verde-amarelados, de medianos a grossos; boa riqueza; sistema radicular profundo e vigoroso; folhas de largura média e de posição mais erecta que as duas anteriores.

### 3.2. Delineamento estatístico

As condições de campo em que foi instalado o experimento



requeriam um delineamento que possibilitasse as operações de sulcamento e tratos culturais mecanizados, com um mínimo de interferência nas parcelas. Optou-se, portanto, para o delineamento estatístico de parcelas subdivididas com esquema fatorial  $3 \times 3$  nas sub-parcelas. Os espaçamentos entre sulcos funcionaram como parcelas, permitindo o sulcamento nas distâncias certas, em faixas, sem efeitos laterais. As sub-parcelas foram representadas pelas 3 densidades e 3 variedades, distribuídas dentro da parcela em arranjo fatorial ( $3 \times 3$ ).

Foram instaladas duas repetições do experimento das quais uma está representada no Quadro 1.

O tamanho das sub-parcelas foi de  $100 \text{ m}^2$ , cabendo nelas tantos sulcos quanto os espaçamentos permitiram: 1,00 m D = 10 sulcos; 1,00 m D = 12 sulcos; 1,30 m = 7 sulcos; 1,60 m = 6 sulcos e 1,90 m = 5 sulcos.

O arranjo das parcelas com os 6 espaçamentos e as 3 densidades e 3 variedades em sub-parcelas, produziu  $6 \times 3 \times 3 = 54$  sub-parcelas diferentes, para cada repetição.

### 3.3. Local do experimento

As 2 repetições do experimento foram instaladas em área da Estação Experimental de Cana, em Piracicaba, de topografia plana e levemente inclinada.

O solo homogêneo, segundo MARCOS (1971) foi classificado como latosol vermelho escuro, tentativamente incluído na série Tanquinho e com as características químicas e físicas, para os perfis de 0 a 65 cm, incluídas no Quadro 2.

Quadro 1. Croquis do experimento no campo mostrando o arranjo de parcelas e sub-parcelas da repetição 1.

	1,30 m	1,50 m D	1,90 m	1,00m D	1,60 m	1,00 m
→	40-69 9	40-69 6	40-69 12	40-69 9	36-24 12	36-24 12
→	41-76 12	41-76 9	40-69 6	41-76 12	41-76 12	36-24 9
→	40-69 6	36-24 6	41-76 6	36-24 6	36-24 9	36-24 6
→	40-69 12	36-24 9	41-76 12	36-24 9	36-24 6	40-69 12
→	36-24 12	41-76 12	36-24 6	40-69 6	40-69 6	41-76 6
→	36-24 9	40-69 12	40-69 9	36-24 12	41-76 6	40-69 6
→	36-24 6	41-76 6	41-76 9	41-76 9	41-76 9	40-69 9
→	41-76 9	36-24 12	36-24 9	40-69 12	40-69 9	41-76 9
→	41-76 6	40-69 9	36-24 12	41-76 6	40-69 12	41-76 12
	↑	↑	↑	↑	↑	↑

parcelas

Quadro 2. Resultados da análise química e física do solo do local do experimento, segundo do MARCOS (1971), para os perfis de 0 a 65 cm.

Perfil cm.	Análise Química						Análise Física				
	pH (H <sub>2</sub> O-1:1)	C. Organ. %	Cations trocaveis meq./100 g			Bases meq./ 100 g	Satura ção ba ses %	Areia %	Limo %	Argila %	
			H	CA + MG	K Soma						
0-20	4,8	1,5	13,2	1,7	0,20	15,1	1,9	13	26,0	13,8	58,2
20-37	4,8	1,2	12,4	2,2	0,10	14,7	2,3	16	22,5	11,3	66,2
37-65	4,8	1,7	15,7	1,2	0,07	17,0	1,3	7	22,2	10,2	67,6

Obs.: - A análise para fósforo não figurou no trabalho mencionado tendo sido determinado se-  
paradamente com PO 4 = 0,06 meq./100 g.

### 3.4. Instalação e condução

Após o preparo normal do solo, constituído de aração e gradagem, o terreno foi demarcado e sulcado segundo os espaçamentos sorteados, com sulcador duplo, montado no hidráulico de um trator Zetor de 50 HP.

As adubações, de um modo geral, foram programadas no sentido de prover nutrientes suficientes para evitar competições entre plantas. Baseada em análise do solo, antecedentes culturais e características ambientais, foi executada a adubação de plantio, no fundo dos sulcos, consistindo de 160 gramas por metro linear de u'a mistura 1 - 2 - 1,5, composta de 250 kg de sulfato de amônio; 250 kg de cloreto de potássio; 1.000 kg de superfosfato simples e 1.000 kg de estêrco de galinha.

O plantio foi efetuado nos dias 1 e 2 de abril de 1965, e 6 meses após, mais 30 g/metro linear, de sulfato de amônio foram aplicados em cobertura.

O número de tolêtes de 3 gemas, por metro linear variou conforme o tratamento: 2 tolêtes/metro para 6 gemas; 3 tolêtes/metro para 9 gemas e 4 tolêtes/metro para 12 gemas. Sendo os tolêtes das 3 variedades provenientes de mudas tratadas e selecionadas, seus comprimentos se equipararam, fazendo com que a 6 gemas/metro os tolêtes se colocassem em sequência contínua; 9 gemas/metro sobrepuzessem a metade e a 12 gemas/metro praticamente formassem uma fileira dupla de tolêtes dentro do sulco.

Os tratos culturais da cana-planta, como das soqueiras subsequentes, restringiram-se a manter o experimento livre da concorrência

de ervas daninhas, através de cultivos com cultivadores e enxadas.

A fim de evitar-se a interferência das diferentes quantidades de palhicho dos diversos tratamentos (devido ao diferente número de sulcos) procedeu-se à queima sistemática da palha, imediatamente após cada corte. Este procedimento facilitou igualmente a uniformidade de aplicação dos fertilizantes nas soqueiras, aplicação essa que observou a seguinte programação:

1ª Sóca - 120 g/metro linear de u'a mistura 1 - 1,3 - 1,3 de 60 kg de N (sulfato de amônio), 78 kg de  $P_2O_5$  (superfosfato simples) e 78 kg de  $K_2O$  (cloreto de potássio).

2ª e 3ª Sócas - correspondentes ao 3º e 4º cortes, receberam a mesma adubação de 120 g/metro de uma fórmula 1,25 - 1 - 2, com 50 kg de N, 40 kg de  $P_2O_5$  e 80 kg de  $K_2O$ , dos mesmos adubos mencionados anteriormente.

A 4ª sóca, (5º corte) recebeu 40 g/metro de 1 - 0 - 1,5, 40 kg de N e 54 kg de  $K_2O$  (sulfato de amônio e cloreto de potássio).

Os adubos foram aplicados em faixas de aproximadamente 0,50 m sobre as linhas da cana e ligeiramente incorporados com os cultivos subsequentes.

Os cortes foram procedidos à mão, sem queima prévia, da área total de cada sub-parcela (100 m<sup>2</sup>), e pesados no campo, nas seguintes datas:

1º Corte 23/09/966

2º Corte 20/09/967

3º Corte 08/10/968

4º Corte 15/09/969

5º Corte 18/09/970

### 3.5. Avaliações

Sendo um dos objetivos do experimento o estudo da amplitude dos possíveis efeitos de espaçamento e densidade, estendeu-se as avaliações por um período de 5 cortes.

Os parâmetros utilizados para avaliar os efeitos dos tratamentos foram:

a) Porcentagem de germinação e contagem de gemas brotadas por metro linear e por hectare, feita dois meses após o plantio e antes do início da perfilhação.

b) Número de colmos industrializáveis por metro linear de sulco (para efeito de análise estatística foram utilizados os dados originais como número de colmos/10 metros de sulco).

c) Número de colmos industrializáveis por hectare. Esta determinação e a precedente foram feitas por contagens tomadas nas parcelas por ocasião da colheita e pesagem.

d) Peso médio dos colmos, obtido pela divisão do peso da sub-parcela pelo número de colmos.

e) Toneladas de cana por hectare, calculada pela multiplicação do peso da sub-parcela em quilogramas (100 m<sup>2</sup>) por  $\frac{100}{1.000}$ .

f) Toneladas de açúcar por hectare, calculada pela multiplicação da tonelagem de cana por hectare pela riqueza em sacarose expressa em kg de açúcar por tonelada de cana, dividido por 1.000.

g) Quilogramas de açúcar por tonelada de cana. Imediatamente antes ou durante cada corte foram tiradas de todas as sub-parcelas, amostras de 10 ou de 15 canas, coletadas ao acaso, para fins de análise tecnológica.

As análises tecnológicas foram executadas nos laboratórios do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) e no da Estação Experimental de Cana. Constituíram elas da determinação do Brix areométrico, feita após decantação do caldo; leitura da polarização em polarímetro Zeiss em tubo de 200 mm, do caldo clarificado com o sub-acetato de chumbo (Método do Sal de Horne). Com os dados obtidos foram calculados o açúcar provável por cento de cana e a pureza, baseado na fórmula de Winter Carp Gerlligs, modificada por Arcenaux (1935), onde

$$\text{Açúcar provável} = (1,4S - 0,4B) \cdot \frac{76}{100} \cdot \frac{88}{100} \cdot \frac{100}{96}$$

em que S = sacarose %

e B = Brix

$$\frac{76}{100} = \text{extração de } 76\%$$

$$\frac{88}{100} = 88\% \text{ de eficiência de fabricação}$$

$$\frac{100}{96} = \text{redução para açúcar demerara de } 96\%$$

Assim obtém-se:

$$\text{Açúcar Provável/tonelada de cana} = 9,461 S - 2,745 \text{ Brix.}$$

### 3.6. Condições climáticas

O regime pluviométrico predominante, nos 6 anos do experimento, está representado pelas precipitações mensais e totais do ano, constantes do Quadro 3 e Figura 1. No mesmo quadro estão registradas as temperaturas médias mensais e anuais.

Tendo o plantio ocorrido em abril e os cortes quase sempre sido feitos em setembro-outubro, incluiu-se no Quadro 3 e Figura 1 a curva com a precipitação total ocorrida durante cada ciclo da cana (de corte a corte).

A comparação do Quadro 3 com os dados de BLANCO e GODOY (1967), demonstram que os anos de 1968 e 1969 estão bem abaixo da média de precipitação anual de 1.250 mm. A pequena variação da média anual de temperatura faz supor para aqueles anos uma deficiência hídrica aproximada à apontada por CAMARGO (1964), para a região de Piracicaba.

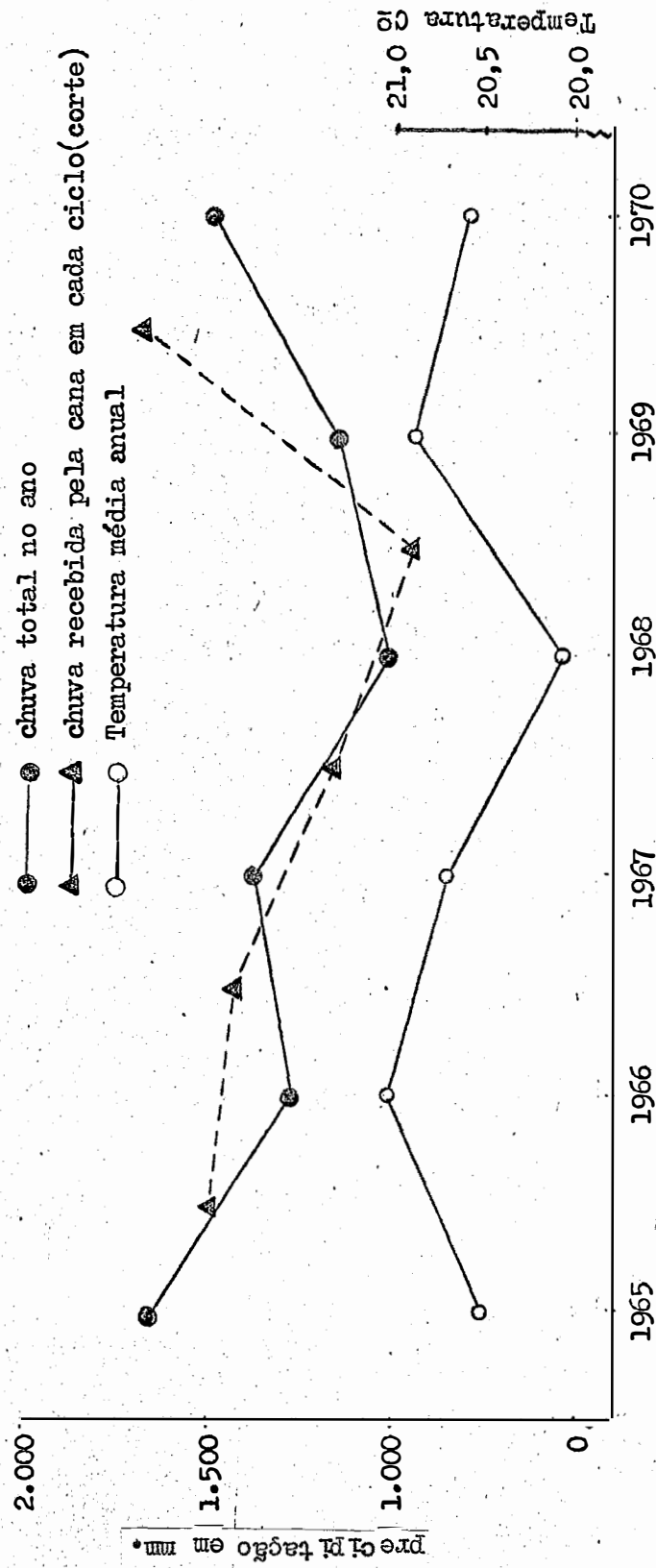
### 3.7. Análises estatísticas

Coletados os dados, os mesmos foram analisados estatisticamente, conforme o delineamento proposto. Inicialmente foi feita uma análise individual de cada corte para cada uma das três variáveis estudadas e para cada avaliação feita.

Tal análise foi processada nos computadores do Departamento de Matemática e Estatística da ESALQ e obedeceu o seguinte esquema para a análise da variância:



Figura 1. Curvas da precipitação anual, e do total recebido por ciclo.



Quadro 3. Precipitação e temperaturas médias ocorridas no transcorrer do experimento. A precipitação em mm, está dividida em total do ano, e total recebido em cada ciclo da cultura.

Meses	1965		1966		1967		1968		1969		1970	
	Chuva mm	Temp. Média Cº	Chuva mm	Temp. Média Cº	Chuva mm	Temp. Média Cº	Chuva mm	Temp. Média Cº	Chuva mm	Temp. Média Cº	Chuva mm	Temp. Média Cº
Janeiro	365,5	22,1	292,9	23,9	286,1	22,9	301,6	22,8	117,6	24,5	359,7	22,8
Fevereiro	312,4	23,0	188,7	24,6	210,3	23,3	117,4	22,4	54,9	24,8	285,7	23,2
Março	152,8	21,0	61,8	22,5	208,5	22,6	54,6	22,9	207,7	23,5	118,7	23,4
Abril	69,5	21,1	35,7	20,7	1,5	21,2	25,4	20,9	68,4	20,1	83,6	20,9
Maió	89,2	17,4	48,9	18,3	2,3	19,1	13,7	15,3	39,8	18,2	77,2	19,4
Junho	15,6	17,5	2,1	17,1	88,4	17,1	27,9	16,0	25,7	17,5	42,9	18,2
Julho	58,0	16,5	11,2	17,9	14,8	16,5	12,2	15,6	15,0	16,9	7,9	17,1
Agosto	4,2	18,2	17,4	19,6	0,5	19,3	39,4	16,5	36,8	18,8	108,6	17,1
Setembro	56,7	21,7	130,0	20,7	102,8	20,5	18,9	19,2	64,9	21,5	105,5	18,9
Outubro	168,7	21,0	127,0	21,2	231,1	22,6	108,1	21,8	91,1	20,2	73,9	21,0
Novembro	86,2	22,8	120,4	21,9	62,5	21,8	44,7	23,8	228,5	22,4	93,5	21,2
Dezembro	292,3	23,6	244,3	23,6	168,1	21,3	247,2	23,6	222,5	21,9	14,8	24,5
Total	1.669,3		1.287,7		1.376,9		1.012,1		1.167,9		1.505,1	
Temp. Média Annual Cº		20,5		21,0		20,7		20,1		20,9		20,6
Precipitação recebida no ciclo - mm			1.499,1		1.434,1		1.175,6		965,9		1.691,3	

Causas da Variação	Graus de Liberdade
Blocos (B)	1
Espaçamentos (E)	5
Resíduo (a)	5
Densidade (D)	2
Variedade (V)	2
D x V	4
E x D	10
E x V	10
E x V x D	20
Resíduo (b)	48
TOTAL	107

Pelo teste de Tukey obteve-se a d.m.s. para comparação das médias dos espaçamentos e interações. Densidades e variedades quando significantes foram analisadas por desdobramento, com os seguintes contrastes.:

Densidade 6 x 12 e 9 x (6 + 12) e para variedades CB 41-76 x CB 36-24 e CB40-69 x (CB 41-76 + CB 36-24).

A análise da porcentagem de germinação foi feita pela transformação a  $ARC.SEN. \sqrt{x\%/100}$ .

Após o estudo individual dos cortes que envolveu tôdas as possíveis interações entre as variáveis, procedeu-se a uma análise das médias dos 5 cortes, para tôdas as avaliações dos efeitos de espaçamento, densidade e variedade. O esquema para a análise da variância foi o mesmo anteriormente descrito.

Para efeito de discussão dos resultados dos cortes separadamente foi feito um desmembramento da análise estatística a fim de apresentar um quadro com as médias de cada corte para cada avaliação e separadamente para espaçamentos, densidades e variedades.

Para os comentários sobre a análise das médias dos 5 cortes, foi feito o agrupamento das médias de todas as avaliações em três diferentes quadros para espaçamentos, densidades, variedades e suas interações.

A significância do teste F foi representada por (\*) para 5%, (\*\*) para 1% e (n.s.) para não significante.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados, apresentados por corte, separadamente e no conjunto dos cinco cortes dizem respeito aos dados obtidos segundo os métodos descritos no capítulo 3.

##### 4.1. Análise dos cortes

Os resultados obtidos para cada corte são apresentados e discutidos em função dos critérios de avaliação, seguindo a mesma ordem indicada em Material e Métodos.

4.1.1. Porcentagem de germinação, número inicial de plantas por metro e por hectare.

A avaliação da germinação foi considerada satisfatória e acima dos padrões normais das culturas comerciais. A contagem das gemas germinadas por metro linear e por área revelou uma porcentagem de falha ao redor de 50%, que, considerada em termos de gemas, está perfeitamente dentro do normal, visto que o plantio de tolêtes de 3 gemas é para garantia, no mínimo, da germinação de 1 gema.

A análise estatística dos dados da porcentagem de germinação transformados em  $\text{ARC SEN } \sqrt{x\%/100}$ , revelou não haver nenhum efeito de espaçamentos na germinação. Com um C.V. de 12,73%, as pequenas diferenças em favor das menores distâncias não foram significativas. Por tanto as diferenças entre espaçamentos, para gemas brotadas, constantes do Quadro 6, Figura 4, é consequência do diferente número de gemas plantadas por área, para cada espaçamento.

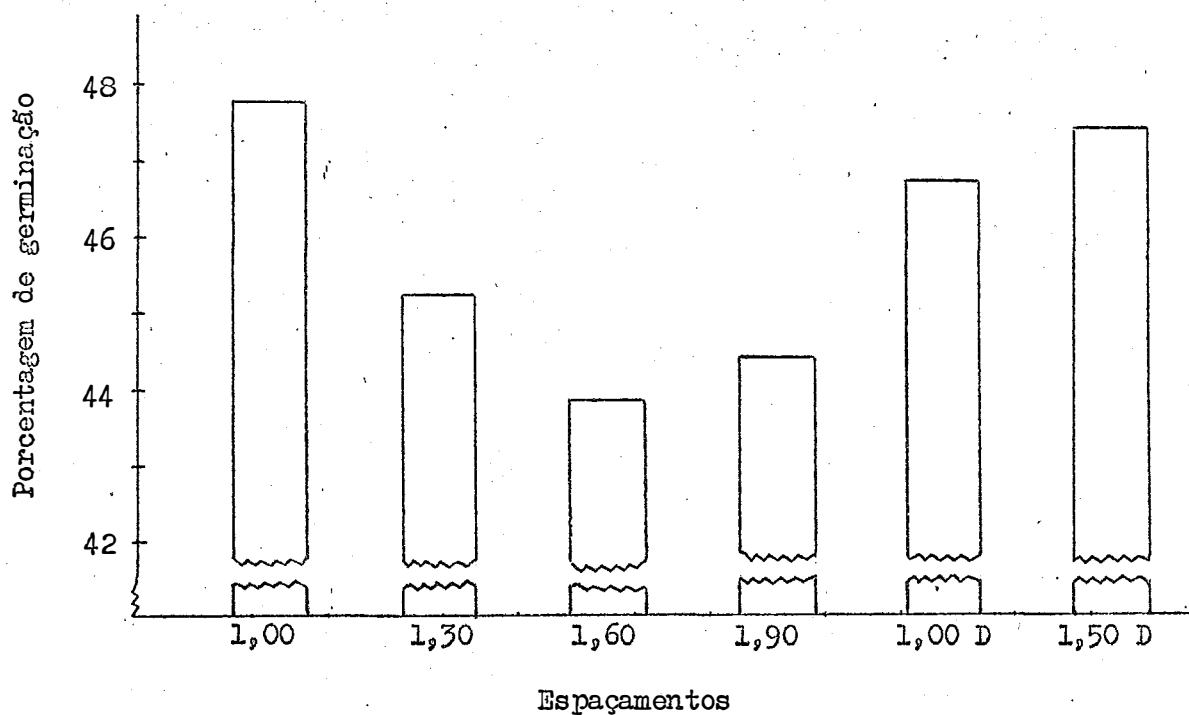
As densidades de 6, 9, 12 gemas/metro produziram um efeito linear decrescente, significativo, na porcentagem de germinação.

Embora nada de anormal tenha sido observado, não se pode desprezar o fato de, em se tratando de germinação, outros fatores, principalmente de ordem patológica, estão sempre envolvidos. Diferentes susceptibilidades ou sensibilidades das variedades a certos patógenos, bem como maior concentração de tolêtes no sulco, podem criar condições que afetem diferentemente a germinação.

Apesar da redução na germinação, o maior número de gemas nas altas densidades compensou aquela deficiência, produzindo um significativo aumento linear do número de brotos/hectare, com o aumento da densidade de plantio.

Esta observação concorda com a citação de GILL, (1962), que obteve germinação e população inicial proporcional à população de tolêtes (ou gemas) plantados. Para esse autor as diferenças desapareceram posteriormente, o mesmo não ocorrendo com o nosso experimento, em que as mesmas se mantiveram.

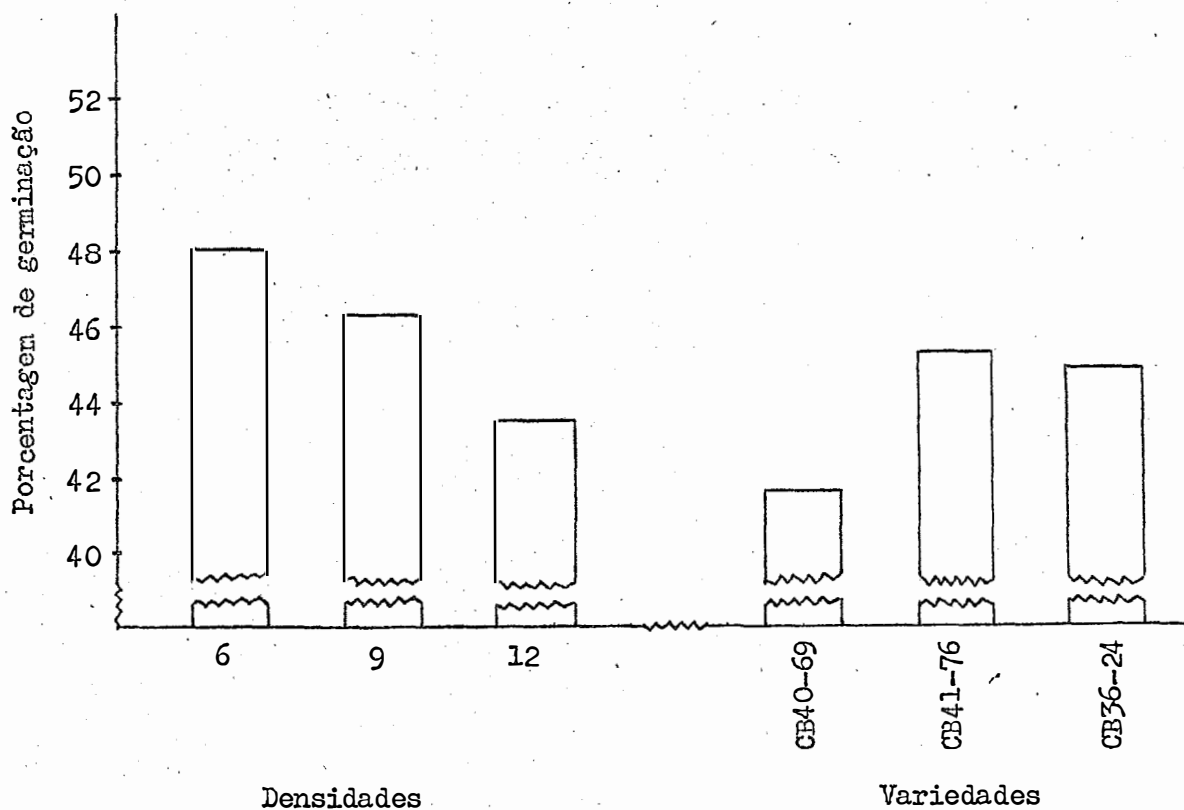
Figura 2. Efeitos de espaçamentos na porcentagem de germinação.



Quadro 4. Comparação entre Arc. Sen.  $\sqrt{x\%/100}$  para espaçamentos.

1,00 m	1,30 m	1,60 m	1,90 m	1,00 D	1,50 D	D.M.S.	C.V.%	Tukey
43,67	42,23	41,46	41,79	43,12	43,98	4,75	7,90	n.s.

Figura 3. Efeito de densidades de plantio (6, 9 e 12 gemas/m) e variedades, na porcentagem de germinação.

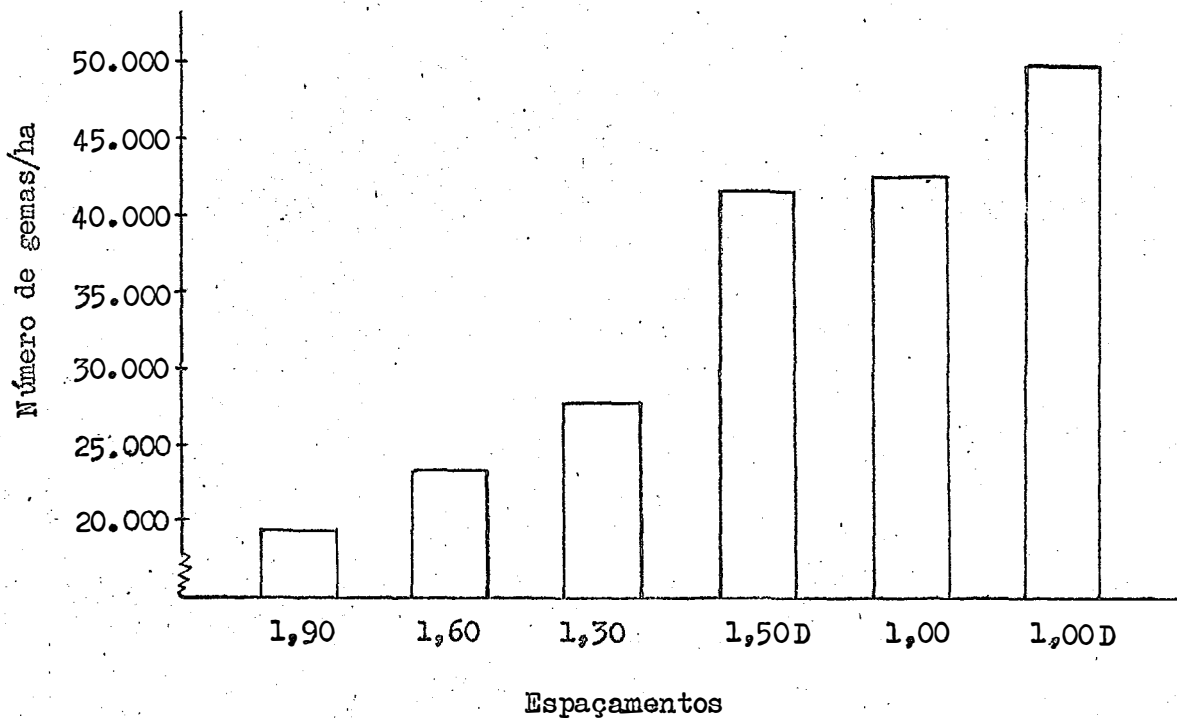


Quadro 5. Comparação entre Arc. Sen.  $\sqrt{x\%/100}$  para densidades de plantio e para variedades.

Densidade				C.V. %	Variedades			
6 gem/m	9 gem/m	12 gem/m	F		CB40-69	CB41-76	CB36-24	F
43,85	42,81	41,22	**	4,76	40,06	45,85	42,00	**



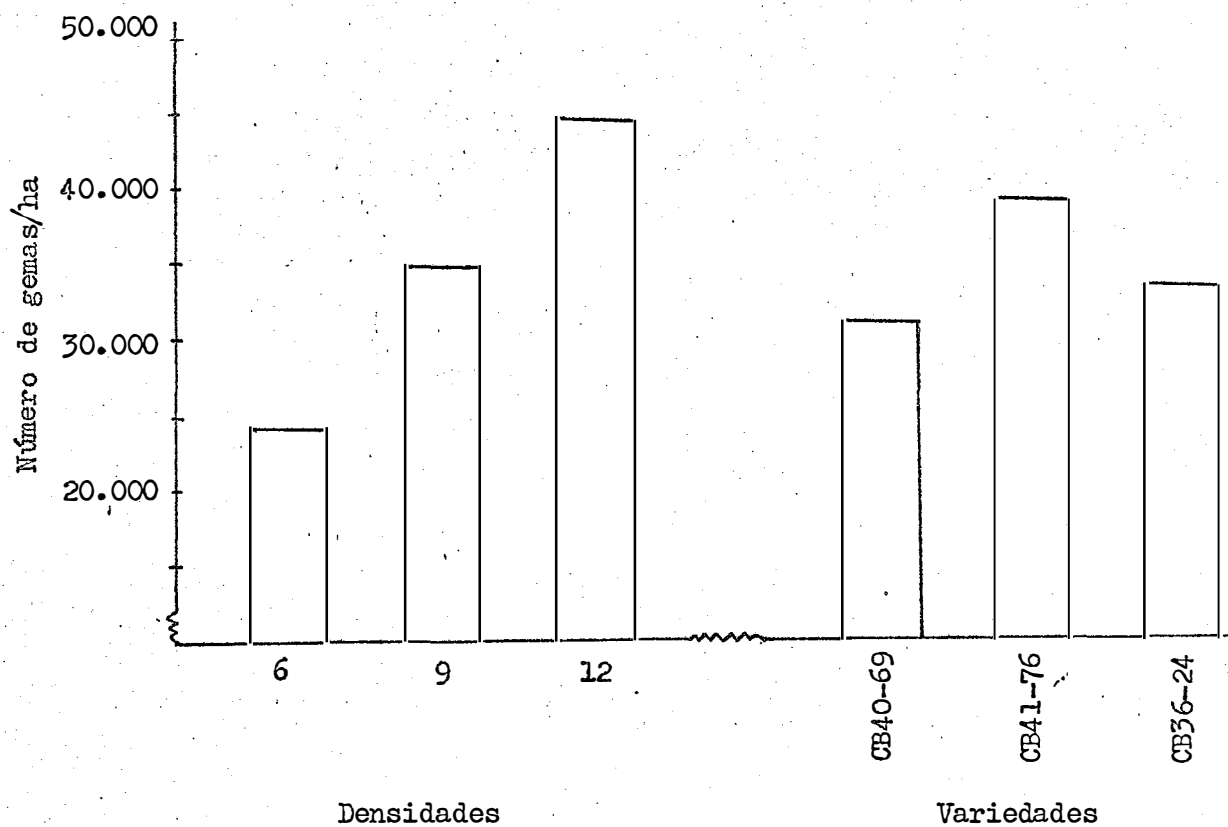
Figura 4. Médias do número de gemas brotadas/ha para espaçamentos.



Quadro 6. Médias do número de gemas brotadas/ha para espaçamentos.

1,00	1,30	1,60	1,90	1,00D	1,50 D	D.M.S.	C.V.%	Tukey
42.777	28.022	23.600	19.688	50.044	41.961	8.174	16,85	*

Figura 5. Médias do número de gemas brotadas/ha para densidades de plantio e variedades



Quadro 7. Médias do número de gemas brotadas/ha para densidades de plantio e variedades

Densidades				C.V.%	Variedades			
6 gem/m	9 gem/m	12 gem/m	F		CB40-69	CB41-75	CB36-24	F
24.194	34.827	44.025	**	7,05	30.869	38.716	33.461	**

O mesmo não ocorreu com as variedades, pois, as características varietais mostraram, significativo efeito na germinação, em favor da CB 41-76, seguida pela CB 36-24 e CB 40-69. Como consequência, o número de gemas brotadas por metro e por área, refletiram o mesmo comportamento constante do Quadro 7 e Figura 5. Duas interações, entre Espaçamento x Variedades e Densidades x Variedades demonstraram que a CB 41-76 apresentou melhor resposta para os menores espaçamentos e maiores densidades.

Não houve interações quando se considerou a porcentagem de germinação.

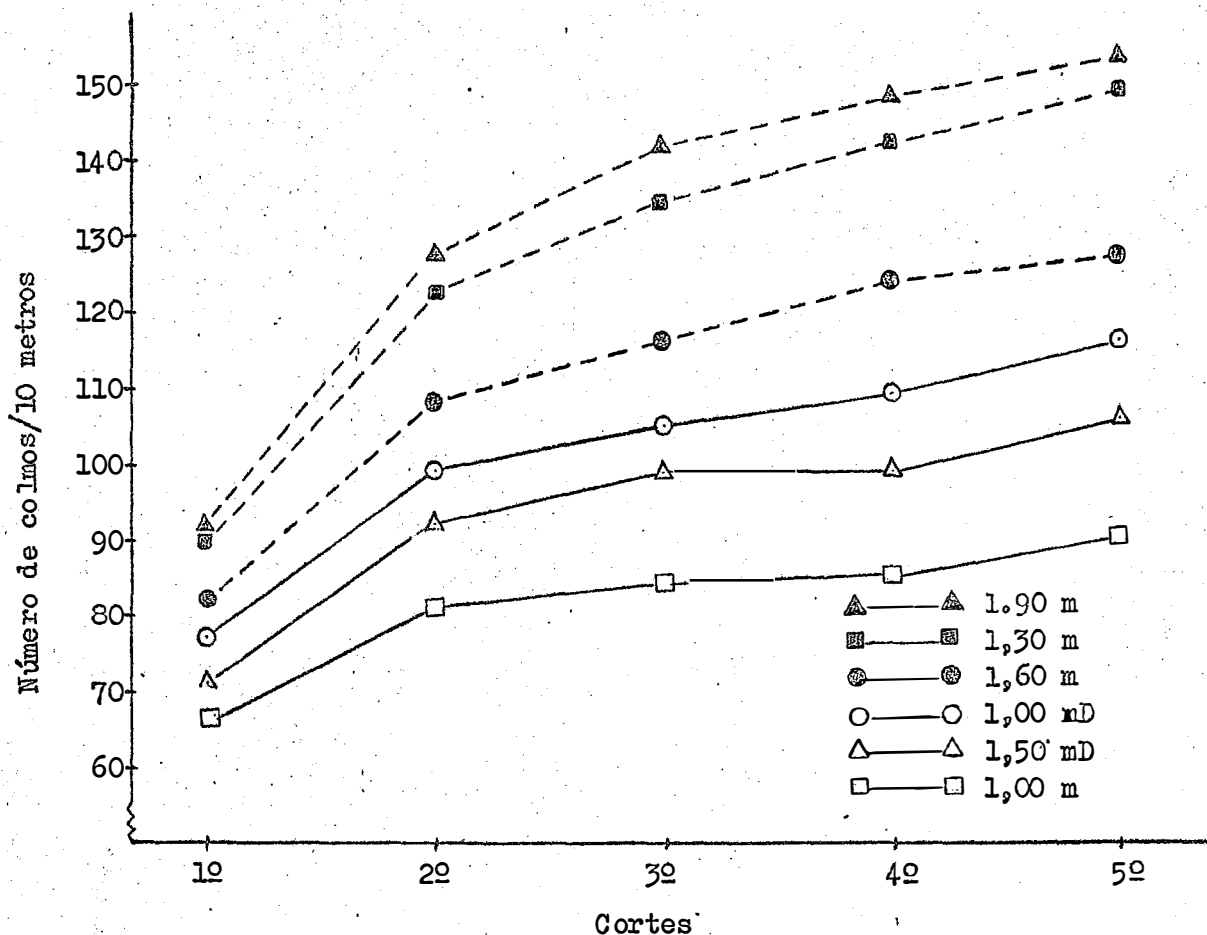
#### 4.1.2. Número de colmos por 10 metros de sulco

Esta variável apresentou um comportamento uniforme e constante através dos 5 cortes. O coeficiente de variação aumentou com os cortes mas manteve-se dentro de limites aceitáveis para experimentos de campo; 5,9 a 7,3% para densidade e variedade e 4,0 a 20,1% para espaçamentos.

Os espaçamentos de 1,60 e 1,90 m apresentaram sempre número de colmos por metro significativamente superior aos demais. Os demais espaçamentos variaram um pouco entre si, mas sempre evidenciando a nítida tendência de decrescer o número de colmos por metro, com a redução dos espaçamentos, Figura 6 e Quadro 8.

Esse resultado demonstra fato já citado por outros autores, de que além da competição entre as plantas no sulco, as distâncias entre os sulcos também interferem nas limitações da planta. Uma vez que

Figura 6. Número de colmos/10 metros para os 6 espaçamentos em 5 cortes.



Quadro 8. Médias do número de colmos/10 metros de sulco, para espaçamentos nos 5 cortes.

Cortes	Espaçamentos - (Metros)						D.M.S. 5%	C.V. %	F
	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00 D	1,50 D			
10	77,1	82,3	90,6	91,9	66,2	71,2	4,01	3,55	**
20	99,2	108,9	126,2	127,6	81,4	92,0	12,84	8,58	**
30	105,6	116,8	134,6	141,6	84,8	99,6	15,37	9,56	**
40	109,1	124,2	142,2	148,6	85,8	99,6	14,50	8,68	**
50	116,1	127,6	149,9	153,1	90,6	106,6	20,12	11,49	**

os níveis de fertilizantes foram adequados a competição por nutrientes seria menor, devendo prevalecer a concorrência para água e luz. Com regime pluviométrico favorável, as diferenças até o 3º corte poderiam ser atribuídas às limitações de luz, mas a redução do aumento de colmos por metro, nos espaçamentos menores (1,00, 1,00 D e 1,50 D), do 3º ao 4º corte, quando ocorreu uma drástica redução das chuvas, faz supor que também uma competição por água esteve presente.

As condições de água e luz, portanto, devem ter favorecido a perfilhagem nas maiores distâncias e/ou aumentado a mortalidade nas menores.

A constante superioridade de 1,00 m simples sobre 1,00 m D e principalmente sobre 1,50 m D, que possuía o mesmo número de sulcos, reforça a tese de competição pela luz, obviamente mais severa no interior dos sulcos duplos.

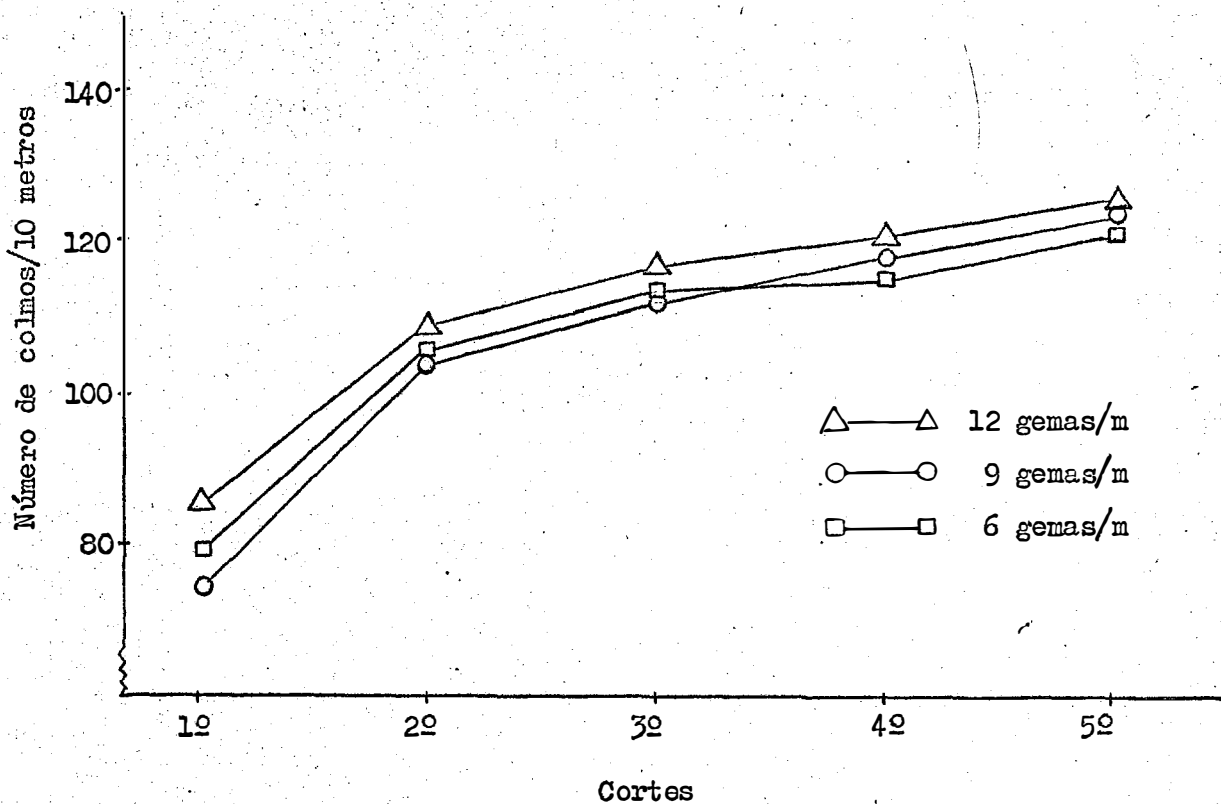
Quanto às densidades de plantio, semelhante quadro estatístico se apresentou, ou seja, aumento do número de colmos por metro, com o aumento da densidade. Estes efeitos foram lineares e crescentes, significativos a 1% até o 3º corte; no 4º corte o efeito foi quadrático, com 9 gemas por metro produzindo o menor número de colmos. Não foi encontrada uma justificativa convincente para este efeito quadrático, a não ser como um sintoma da cessação dos efeitos de densidade, que realmente se consumaram no 5º corte. Aceita esta tese, poder-se-ia admitir que a população por metro ou dentro dos sulcos, tende a estabilizar-se com a sequência dos cortes.

Mesmo com a menor densidade produzindo aumentos maiores nas épocas adversas (3º e 4º cortes), mostrando maiores disponibilidades de água e luz naquele tratamento, estes fatores não foram suficientes para limitar o aumento de colmos nas maiores populações de 9 e 12 gemas por metro. Estes dados concordam com os de MATHUR (1968), que também obteve aumento de colmos úteis na colheita, com aumento da densidade de plantio. Há discordância com outros autores como GILL (1962), TANG e HO (1965), para os quais as diferenças iniciais desapareceram após 6 meses. O fato de não se encontrar redução nas altas densidades, faz supor que os níveis utilizados foram insuficientes para causar a inflexão da curva de aumentos.

A interação E x D no 2º e 3º cortes, evidencia apenas que as altas densidades (12 gemas por metro) tiveram melhores condições nos espaçamentos mais largos.

Apesar de a CB 36-24 ter superado a CB 40-69 no número de gemas brotadas, ela foi inferior no número de colmos por metro, ambas inferiorizadas pela CB 41-76. Esta diferença já era esperada, visto ser a CB 41-76 reconhecidamente mais perfilhante que as demais. Não houve nenhuma interação de variedade com densidade ou espaçamento, podendo-se observar, pela Figura 8 que, independente dos tratamentos, todas as variedades tiveram sua população de colmos aumentada com a sequência dos cortes.

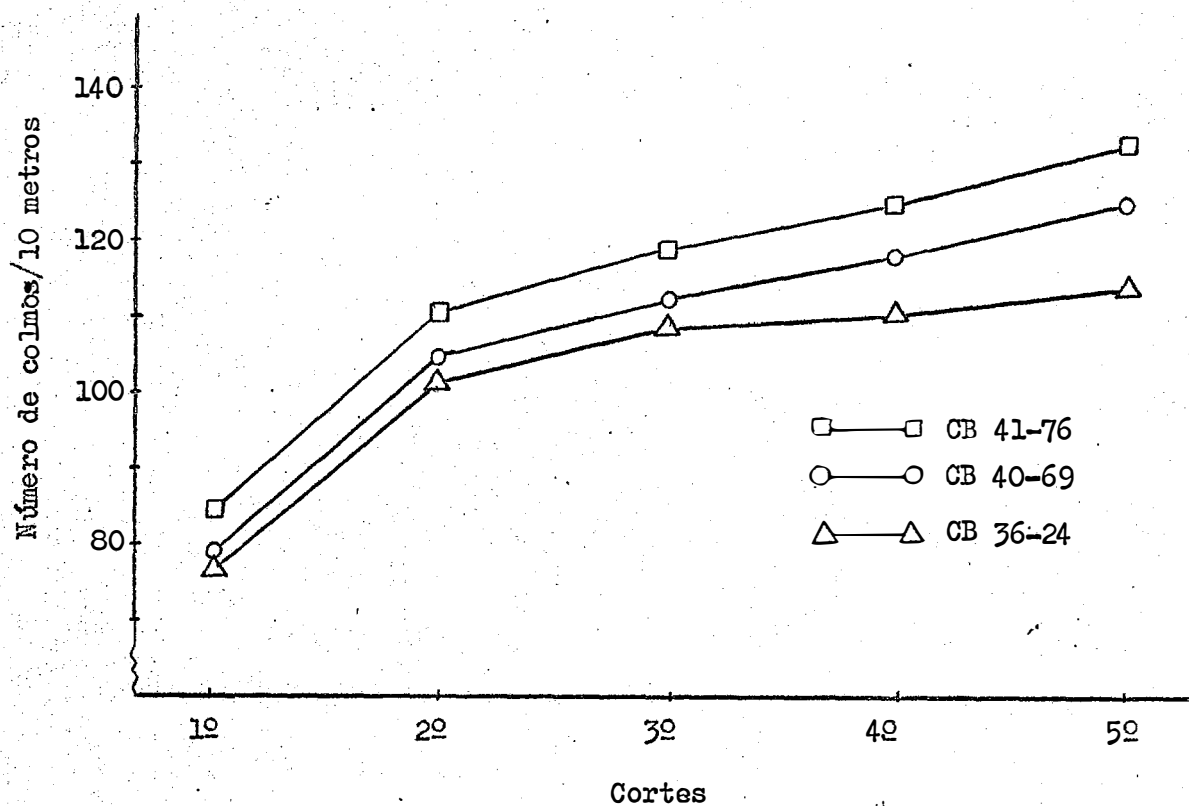
Figura 7. Variação do número de colmos/10 metros de sulco para 6, 9 e 12 gemas/metro nos 5 cortes.



Quadro 9. Médias do número de colmos/10 metros de sulco, para 6, 9 e 12 gemas/metro nos 5 cortes.

Cortes	Densidades			C.V. %	F
	6	9	12		
1º	74,6	79,6	85,5	5,90	**
2º	104,0	105,4	108,2	4,05	**
3º	112,1	113,0	116,3	4,16	**
4º	118,3	115,5	120,9	5,77	**
5º	124,7	121,8	125,5	7,36	n.s.

Figura 8. Variação do número de colmos/10 metros de sulco para as variedades CB 40-69, CB 41-76 e CB 36-24 nos 5 cortes.



Quadro 10. Médias do número de colmos/10 metros de sulco para as três variedades nos 5 cortes.

Cortes	Variedades			C.V. %	F
	CB 40-69	CB 41-76	CB 36-24		
1º	77,9	84,8	76,9	5,90	**
2º	104,8	110,9	101,9	4,05	**
3º	112,6	119,5	109,4	4,16	**
4º	118,6	125,8	110,3	5,77	**
5º	125,4	132,0	114,5	7,36	**



#### 4.1.3. Número de colmos por hectare

O número de colmos por metro de sulco deu uma boa informação sobre o comportamento das plantas dentro dos sulcos, mas em realidade foi o número de colmos por área ou por hectare que apresentou mais estreita correlação com os dados da produção econômica (cana e açúcar por hectare).

Este parâmetro produziu consistentes e sistemáticos efeitos de espaçamentos, densidades e variedade durante os 5 ciclos do experimento. Independente dos tratamentos, houve visível aumento da população com o transcorrer dos cortes (Figura 9).

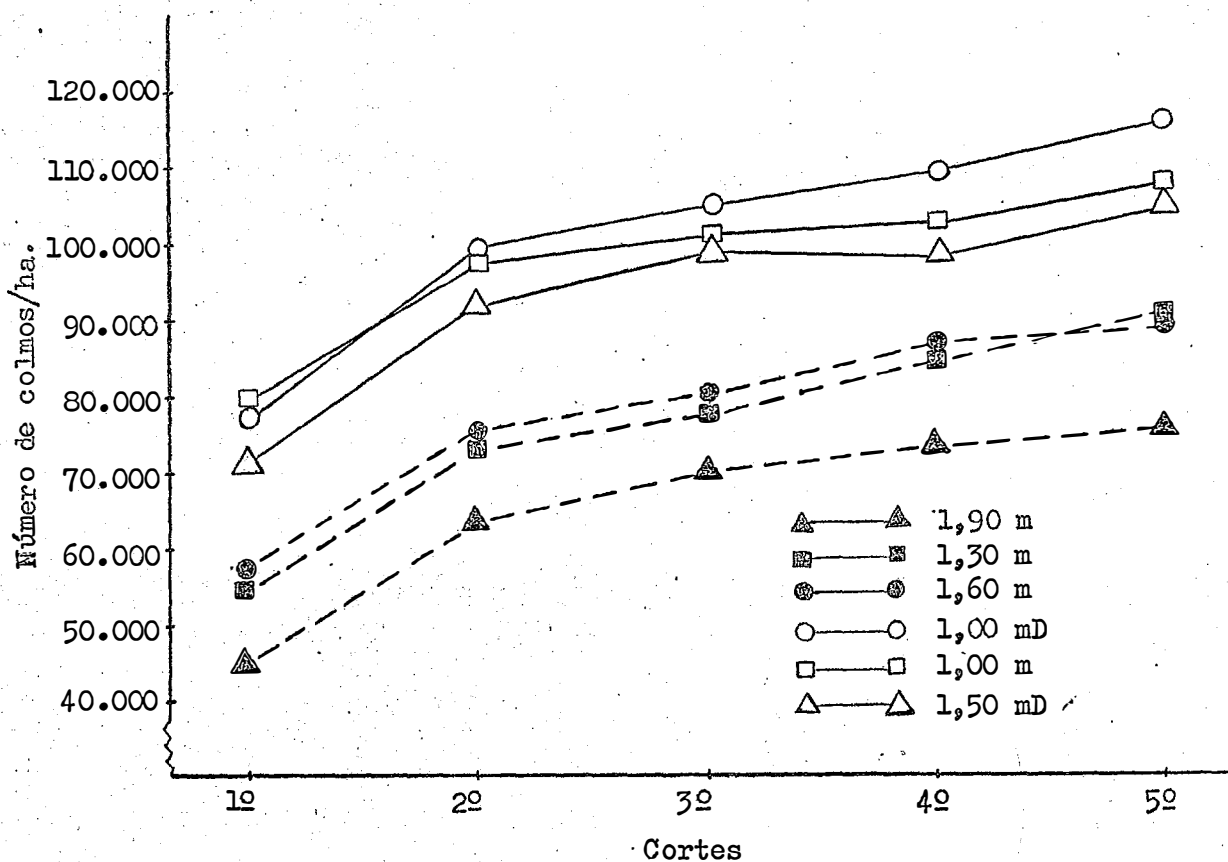
O grupo dos 3 espaçamentos mais juntos 1,00 m, 1,00 m D e 1,50 m D foi sempre significativamente superior ao nível de 1% (teste F) e 5% (teste Tukey), ao outro grupo que envolveu os espaçamentos mais largos, inclusive os padrões, Quadro 11).

A consistência das diferenças entre estes tratamentos para o número de gemas brotadas por hectare e para número de colmos por hectare através os 5 ciclos, levaria a supor uma consequência única do "stand" inicial.

Vimos, porém, através dos resultados de número de colmos por metro, que os espaçamentos mais largos proporcionaram maior número de colmos por metro nos 5 cortes e que as diferenças permaneceram significativas a 1%, a despeito de um aumento na d.m.s. (Quadro 8).

No caso de colmos por hectare, observa-se que o aumento de colmos, de corte para corte, nas distâncias maiores, foi proporcionalmente maior do que nos menores, sem no entanto superá-los.

Figura 9. Efeitos de espaçamentos sobre o número de colmos/ha para os 5 cortes.



Quadro 11. Médias do número de colmos/ha para espaçamentos nos 5 cortes.

Cortes	Espaçamentos - (Metros)						D.M.S.	C.V. %	F
	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00 D	1,50 D			
10	77.116	57.661	54.388	45.955	79.555	71.250	3.282	3,60	**
20	99.188	76.322	75.777	64.011	97.800	92.077	8.842	7,40	**
30	105.644	81.844	80.805	70.788	101.788	99.583	9.531	7,49	**
40	109.105	87.011	85.361	74.322	103.011	99.650	11.369	8,65	**
50	116.116	89.366	90.011	76.561	108.744	106.672	13.219	9,56	**

Estas observações levam a admitir-se que, além do efeito de "stand" em favor dos menores espaçamentos, um comportamento diferente durante os 5 ciclos favoreceu as distâncias maiores, seja em virtude de melhores condições de perfilhação seja por reduzida mortalidade.

O diminuto aumento de colmos nos espaçamentos duplos, nos anos sêcos (3º para o 4º corte) com restabelecimento da mesma taxa de crescimento para o 5º corte, evidencia o fato de que a competição pelo menos por água estava presente.

THOMPSON e DUTOIT (1965); BOYCE (1968) e outros, citam a água como fator limitante para espaçamentos juntos. O parágrafo anterior mencionou esse fato, mas a superioridade sempre presente do espaçamento de 1,00 metro simples sobre 1,50 m D, com o mesmo número de sulcos e plantas, também realça a bem provável competição pela luz. As observações de PARANHOS (1971) em Porto Rico confirmam esse fato, justificando aquela diferença, pelo prematuro "fechamento" da parte interna dos sulcos duplos, com conseqüente deficiência em luz.

Os efeitos das densidades de plantio foram os mesmos de sôbre colmos/metro, isto é, linear crescente até o 3º corte, quadrático no 4º e não significativo no 5º corte. Este fato era esperado pois, enquanto para espaçamentos entre linhas a mudança de número de colmos/metro para colmos/ha envolvia alteração no número de sulcos, para o caso de densidades o número de colmos/ha é função direta do número de colmos por metro.

Para o caso de densidade pode-se observar a visível

tendência da menor densidade ir se recuperando com aumentos maiores do número de colmos/ha de corte para corte. Estes aumentos parciais levaram a anular a significância das diferenças no 5º corte, Figura 10 e Quadro 12.

A única interação significativa ocorreu entre espaçamento x densidade, a 5% no 2º corte, indicando que com 12 gemas por metro o aumento de colmos por hectare para 1,00 m D foi menor. Não se encontrou justificativa para a redução de colmos a 1,30 metro, na densidade de 12 gemas por metro.

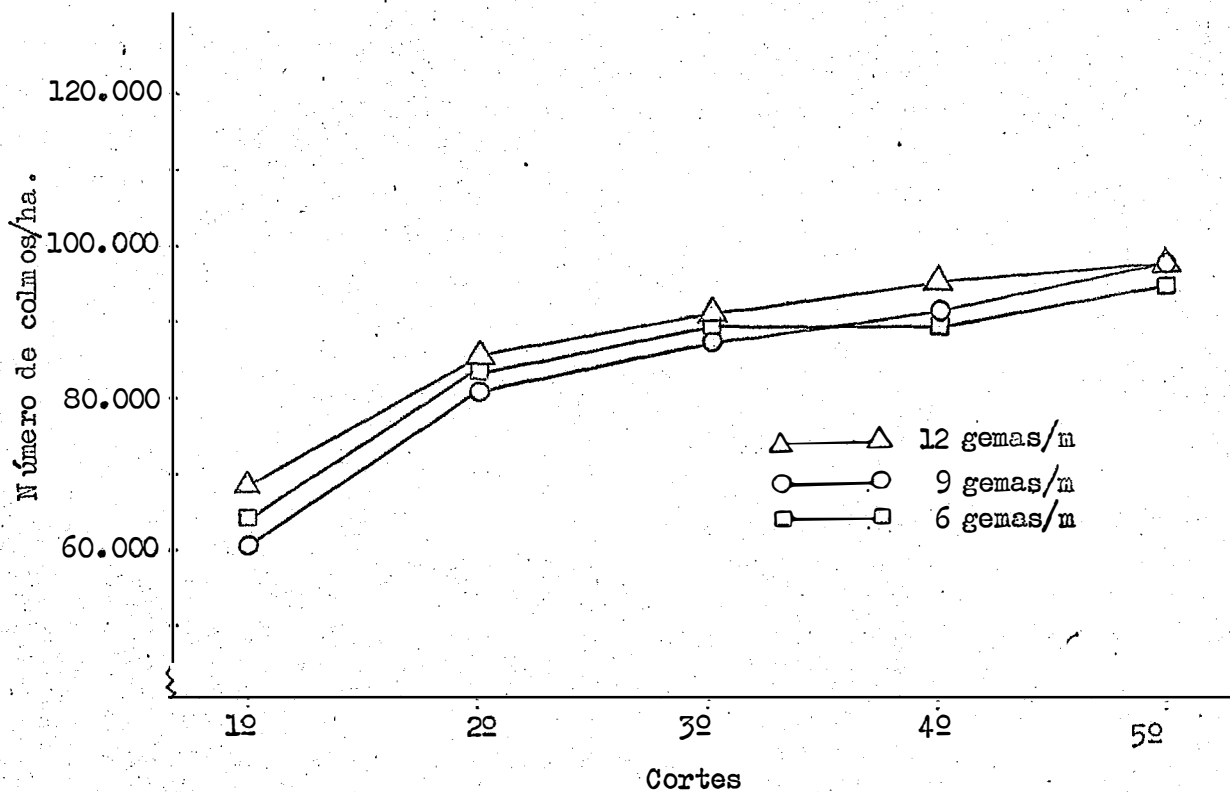
As características varietais também aqui se impuseram nitidamente, com a CB 41-76 superando sistematicamente a CB 36-24 e CB 40-69, em ordem decrescente. Os resultados não sugerem nenhuma interação significativa que justificasse correlação de sistema radicular, ou posição de fôlha com maior ou menor resistência à sêca, refletida em número de colmos por hectare. O Quadro 13 e a Figura 11 mostram as médias e os aumentos de colmos, com os cortes.

#### 4.1.4. Pêso médio dos colmos

A avaliação desta variável foi interessante em vários aspectos.

Os espaçamentos entre linhas não apresentaram nenhuma diferença estatística significativa que indicasse efeitos prejudiciais das menores distâncias ou favoráveis das maiores. Por dificuldades de ordem material, não foram procedidas medições dos colmos, mas qualquer alteração

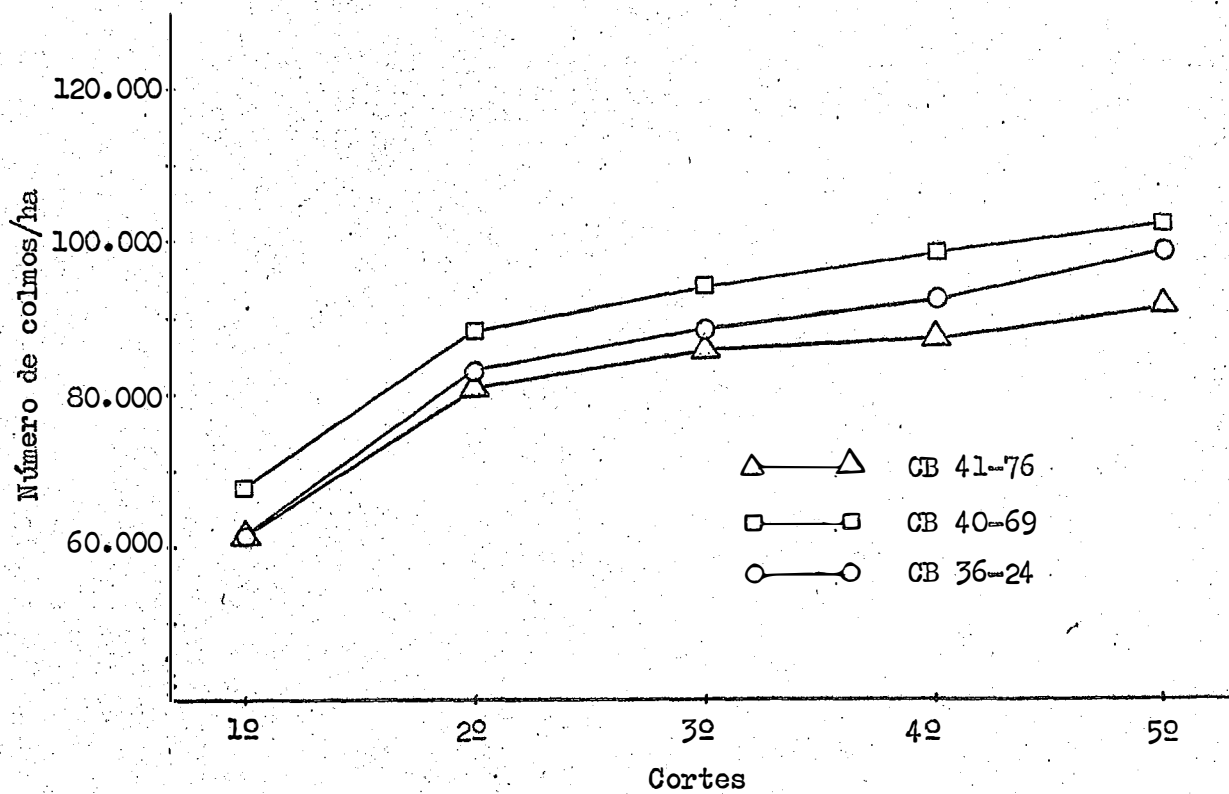
Figura 10. Efeitos de densidades de plantio no número de colmos/ha para os 5 cortes.



Quadro 12. Médias do número de colmos/ha para 6, 9 e 12 gemas/metro de sulco, nos 5 cortes.

Cortes	Densidade			C.V. %	F
	6	9	12		
1º	60.011	64.205	68.747	6,34	**
2º	82.508	84.080	86.000	3,79	**
3º	88.761	89.558	91.908	4,66	**
4º	92.897	91.275	95.058	4,92	**
5º	98.502	96.669	98.563	7,45	n.s.

Figura 11. Variação do número de colmos/ha para as variedades CB 41-76, CB 40-69 e CB 36-24 através dos 5 cortes.



Quadro 13. Médias do número de colmos/ha para variedades nos 5 cortes.

Cortes	Variedades			C.V. %	F
	CB 40-69	CB 41-76	CB 36-24		
1º	62.447	68.511	62.005	6,34	**
2º	83.091	88.269	81.227	3,79	**
3º	88.891	94.661	86.675	4,66	**
4º	93.425	98.800	87.005	4,92	**
5º	98.705	104.513	90.516	7,45	**

em comprimento ou diâmetro do colmo, que porventura tenha havido, não foi suficiente para alterar seu peso unitário (Quadro 14).

Estes resultados obtidos demonstram que os espaçamentos utilizados alteraram a população de colmos mas não suas características. Os aumentos de peso dos colmos, obtidos com aumento dos espaçamentos, observados na Estação Experimental da VICTORIA MILLING COMPANY, (1966 e 1967) nas Philipinas, possivelmente sejam válidos somente para as condições mais tropicais predominantes naquela região, Hawaii e outras.

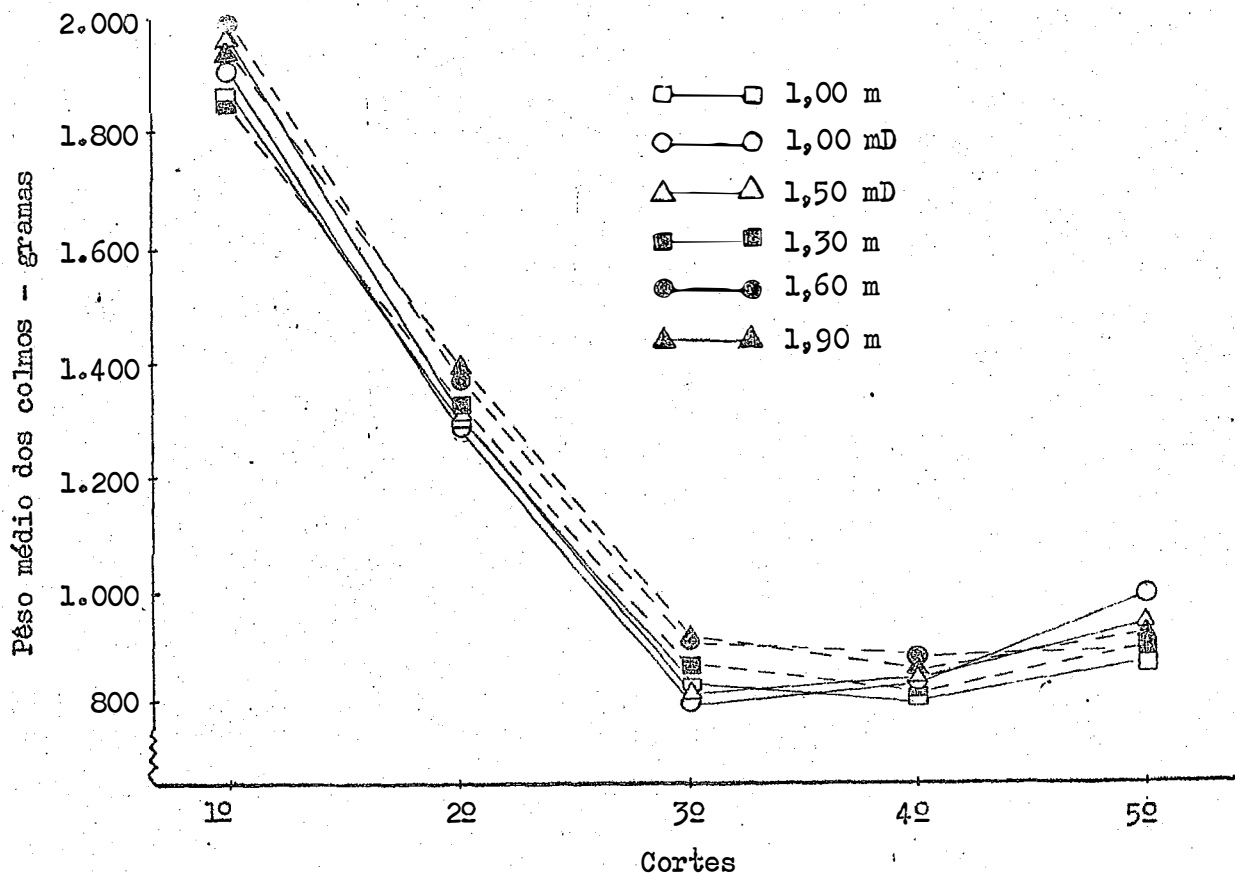
BOYCE (1968), THOMPSON e DUTOIT (1965), mencionam efeitos depressivos na qualidade dos colmos em condições de déficit de água. Por outro lado as distâncias por eles testadas começaram com 0,30 m até 1,35 m. A comparação com as condições de nosso experimento, cujo menor espaçamento foi 1,00 D, com boa disponibilidade de água e boa fertilidade, justifica a ausência dos efeitos citados.

O peso dos colmos decresceu com os cortes, (Figura 12) e nos 3º e 4º cortes, com menores índices pluviométricos, as interações espaçamento x densidade e densidade x variedade se evidenciaram, com visível tendência para diminuição do peso nas maiores populações por área (menores espaçamentos e altas densidades).

A precipitação normal no 5º corte, anulou as interações e os pesos voltaram ao nível do 3º corte.

Se distância entre sulcos não alterou o peso médio, o mesmo não aconteceu com a densidade de plantio. O aumento de gemas por metro no plantio, reduziu significativa e linearmente os pesos médios nos

Figura 12. Efeitos de espaçamentos no peso médio dos colmos, em gramas, através dos 5 cortes.

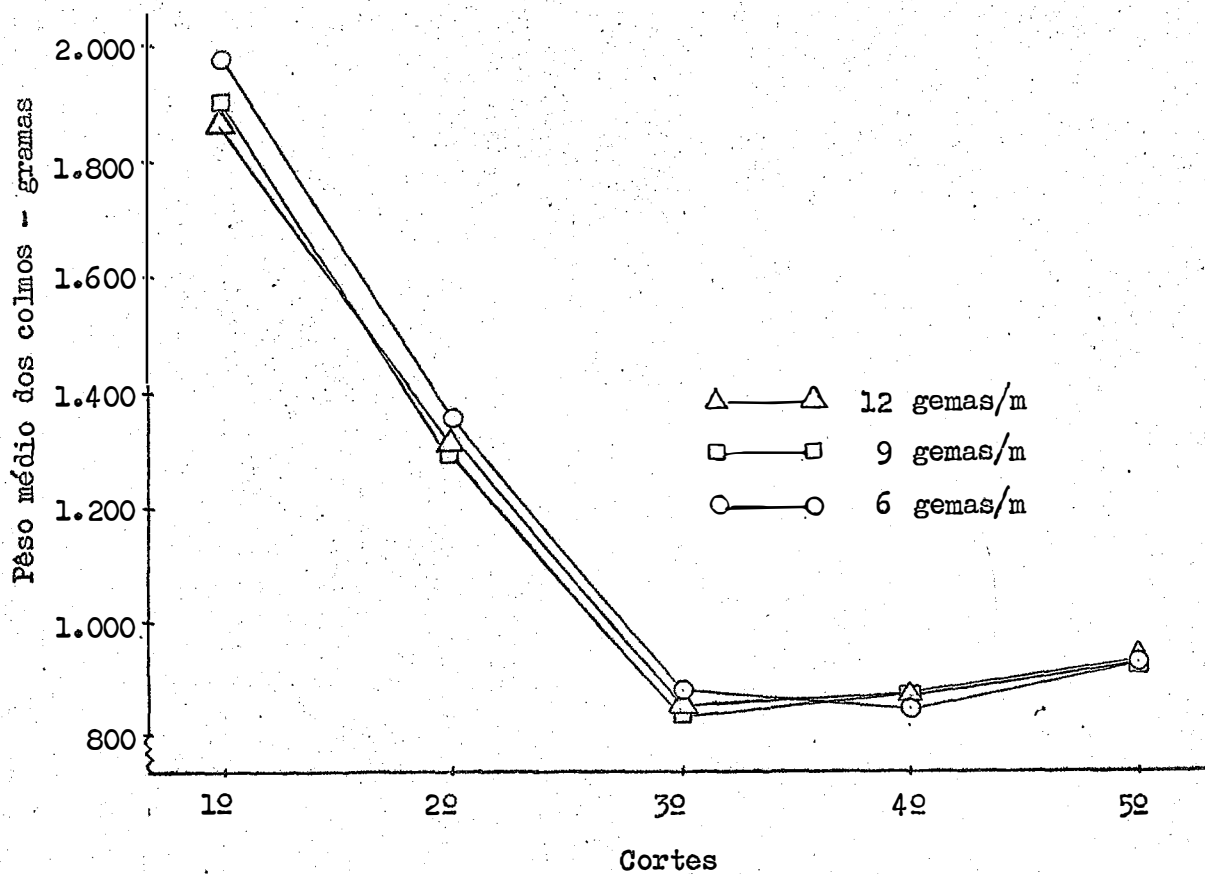


Quadro 14. Médias do peso médio dos colmos em gramas, para espaçamentos, em 5 cortes.

Cortes	Espaçamentos -- (Metros)						D.H.S. 5%	C.V. %	F
	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00 D	1,50 D			
1º	1,871	1,851	1,988	1,959	1,903	1,971	0,407	14,99	n.s.
2º	1,307	1,321	1,394	1,395	1,286	1,315	0,146	7,77	n.s.
3º	0,835	0,873	0,895	0,923	0,816	0,823	0,123	10,15	n.s.
4º	0,809	0,829	0,885	0,878	0,830	0,863	0,099	8,25	n.s.
5º	0,895	0,900	0,912	0,965	0,996	0,956	0,131	9,95	n.s.



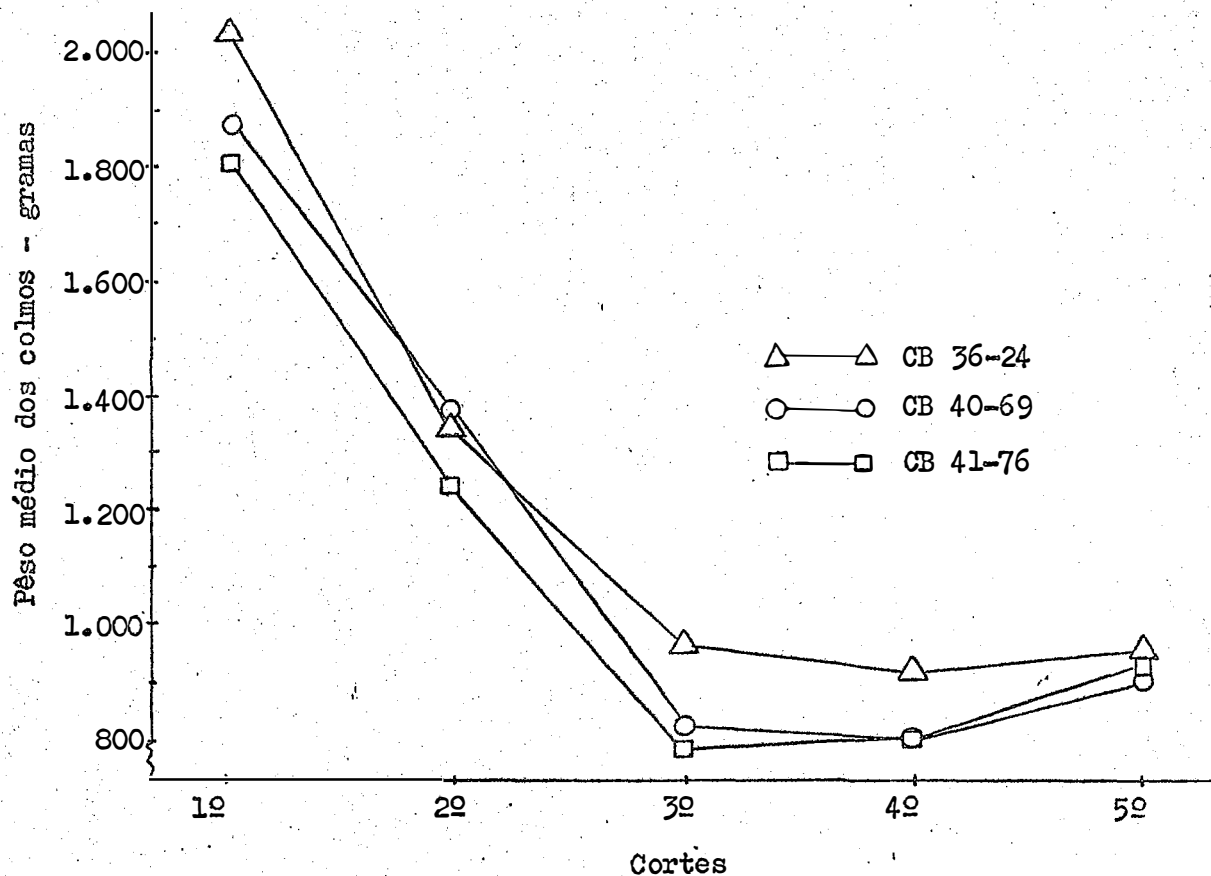
Figura 13. Efeitos de densidades de plantio de 6, 9 e 12 gemas/metro, no peso médio dos colmos, em gramas, em 5 cortes.



Quadro 15. Médias do peso médio dos colmos em gramas, para densidades de plantio em 5 cortes.

Cortes	Densidades			C.V. %	F
	6	9	12		
1º	1,988	1,912	1,871	5,31	**
2º	1,371	1,310	1,328	5,34	**
3º	0,875	0,846	0,862	7,49	n.s.
4º	0,836	0,859	0,853	6,77	n.s.
5º	0,931	0,935	0,947	7,49	n.s.

Figura 14. Pêso médio dos colmos, em gramas, para as variedades CB 40-69, CB 41-76 e CB 36-24, nos 5 cortes.



Quadro 16. Médias do pêso médio dos colmos em gramas, para variedades nos 5 cortes.

Cortes	Variedades			C.V. %	F
	CB 40-69	CB 41-76	CB 36-24		
1º	1,875	1,803	2,093	5,31	**
2º	1,387	1,256	1,366	5,34	**
3º	0,827	0,790	0,965	7,49	**
4º	0,816	0,803	0,928	6,77	**
5º	0,917	0,930	0,965	7,49	**

dois primeiros cortes. Seis gemas por metro produziu os maiores pesos médios dos colmos (Figura 13) Quadro 15.

Embora os efeitos tenham se diluído a partir do 3º corte, os resultados levam a dar maior importância à distância dentro do sulco do que entre sulcos, quando se trata desta variável.

Entre as variedades, a CB 36-24, de colmos mais grossos, comprovou sua característica. Com exceção do 2º corte, seus colmos foram sempre significativamente mais pesados que as outras duas.

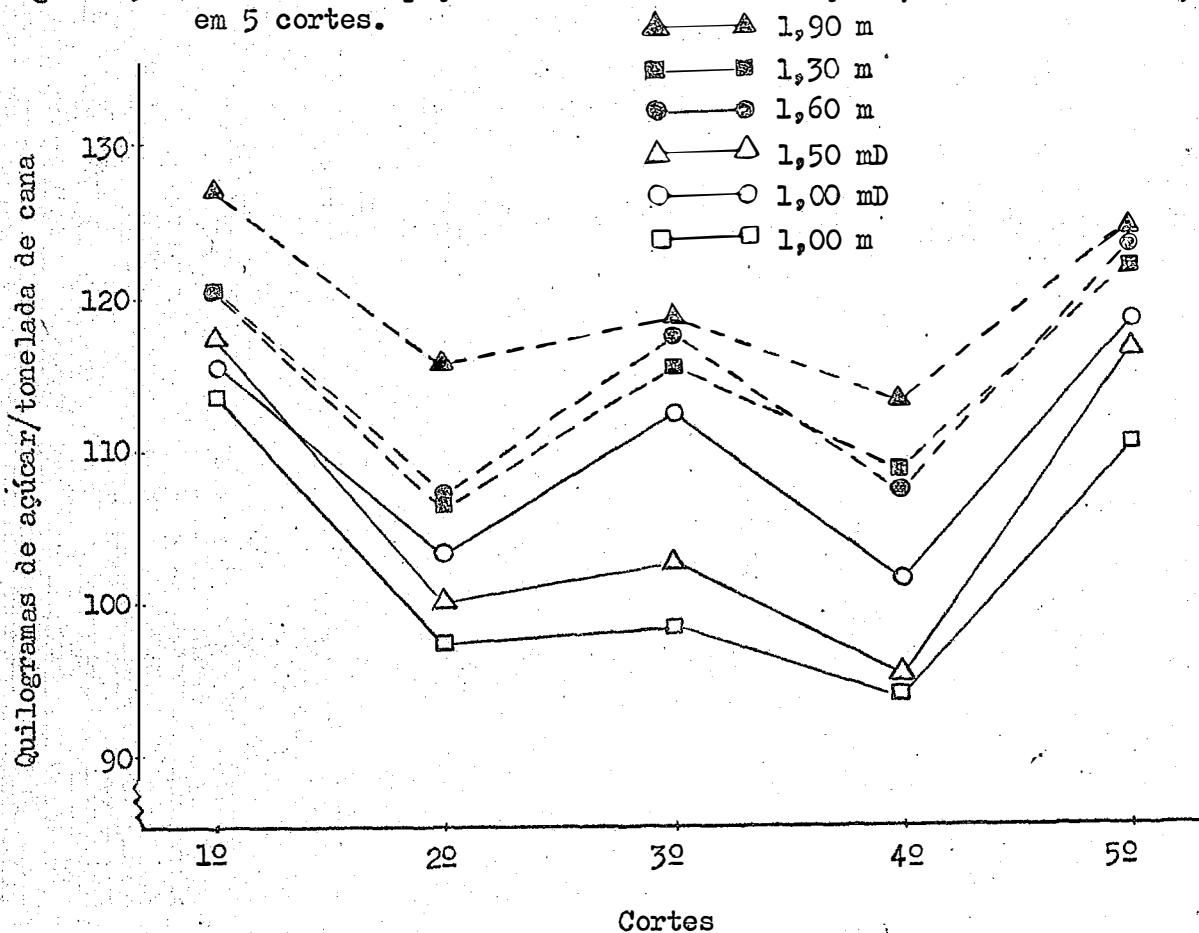
Observa-se, neste experimento, a validade da observação de DILLEWIJN (1952) de que há uma tendência para as variedades de maior perfilação terem colmos mais leves. Realmente, a CB 41-76, que produziu as menores populações, também apresentou os menores pesos por colmo (Figura 14 e Quadro 16).

#### 4.1.5. Quilogramas de açúcar por tonelada de cana

A riqueza da cana, expressa em quilogramas de açúcar por tonelada de cana, demonstrou ter sido influenciada pelos tratamentos, conforme o corte.

Assim, os espaçamentos não afetaram a riqueza no 1º corte, porém do 2º ao 5º corte houve sempre diferenças significativas ao nível de 5%. Estas diferenças, se verificaram principalmente entre os extremos, ou seja 1,90 metros como espaçamento mais largo, produzindo mais açúcar por tonelada de cana do que o menor espaçamento 1,00 D. Os espaçamentos intermediários não demonstraram diferenças apreciáveis, devendo ser notado que 1,00 m simples nunca diferiu estatisticamente nem dos

Figura 15. Efeitos de espaçamento no conteúdo de açúcar/tonelada de cana, em 5 cortes.



Quadro 17. Médias da riqueza da cana expressa em quilogramas de açúcar/tonelada de cana, para espaçamentos em 5 cortes.

Cortes	Espaçamentos - (Metros)						D.M.S. 5%	C.V. %	F
	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00 D	1,50 D			
1º	114,99	119,88	119,14	126,03	113,55	117,03	13,47	8,05	n.s.
2º	103,20	107,91	106,25	115,88	97,07	100,38	15,54	10,47	*
3º	112,06	117,77	115,85	118,52	98,72	103,65	14,75	9,40	*
4º	101,44	107,03	108,74	113,87	94,90	95,17	19,87	13,60	*
5º	118,44	123,77	122,61	124,33	110,02	116,86	13,40	7,95	*

mais juntos, nem dos mais largos (Figura 15 e Quadro 17).

A possível diferença em favor de 1,90 metro, talvez resida nas melhores condições de luminosidade e aeração que favoreceriam melhor desenvolvimento dos colmos e mais completa translocação de açúcares e maturação. Não se pode porém desprezar o fato de os espaçamentos mais juntos, através de maior densidade por área do sistema radicular, apresentarem melhor aproveitamento dos fertilizantes. Este fato já evidenciado por varios autores, inclusive HUMBERT (1968), poderia ter proporcionado maior absorção de adubos nitrogenados nos espaçamentos duplos, causando uma redução da sacarose.

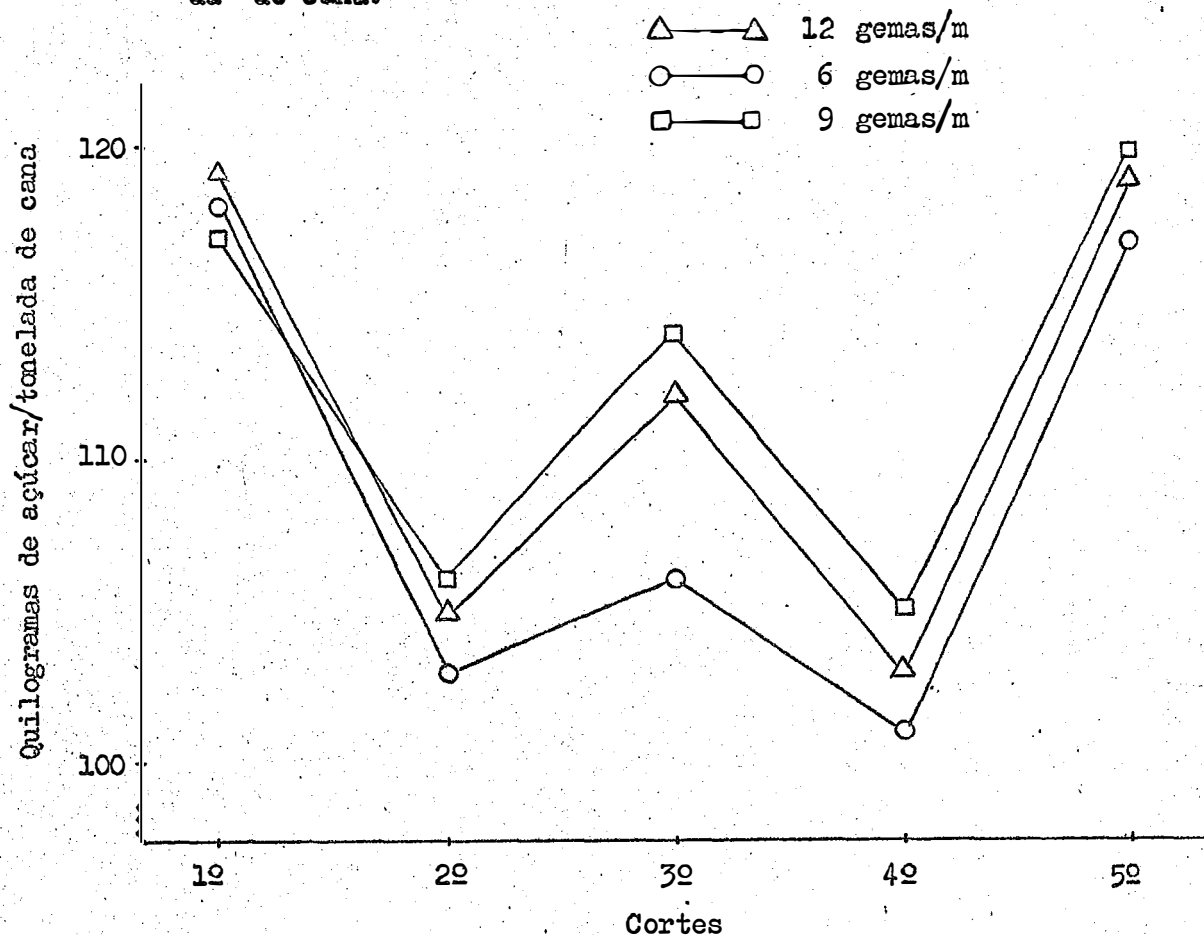
O 4º corte revelou uma discrepância entre o teste F, que indicou significância a 5% e o teste Tukey, para o qual a d.m.s. de 19,87, aproximou-se mas não foi superada pela diferença entre as médias de espaçamentos.

No 5º corte uma interação espaçamento x variedade apontou a CB 40-69 como mais rica nas maiores distâncias, em oposição a CB 36-24; a CB 41-76 foi intermediária.

Com relação às densidades de plantio, o comportamento foi diverso, com significância somente nos 3º e 4º cortes, em favor de 9 gemas por metro.

Ao contrário dos espaçamentos entre linhas, para os quais os mais amplos promoveram maior riqueza, no caso de densidades, as menores ou com maior distância dentro da linha foram as mais pobres (Figura 16 e Quadro 18).

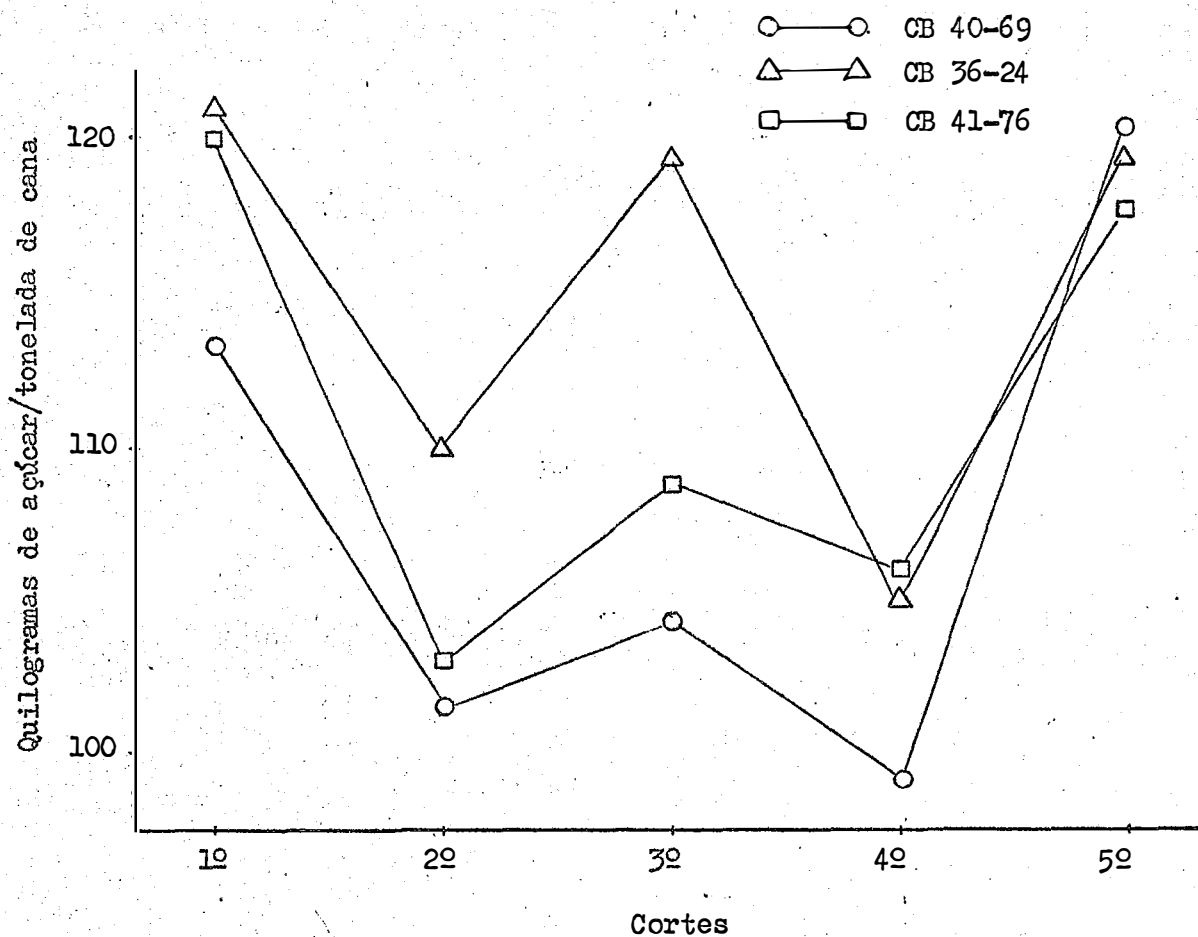
Figura 16. Efeitos das densidades de plantio, no conteúdo de açúcar/tonelada de cana.



Quadro 18. Médias de quilogramas de açúcar/tonelada de cana para densidades de plantio, em 5 cortes.

Cortes	Densidades - Gemas/metro			C.V. %	F
	6	9	12		
10	118,09	117,46	119,76	6,72	n.s.
20	103,03	106,56	105,75	8,64	n.s.
30	106,69	114,31	112,29	8,71	**
40	101,74	105,57	103,27	6,76	**
50	117,52	120,63	119,87	5,15	**

Figura 17. Efeitos de variedades no conteúdo de açúcar/tonelada de cana.



Quadro 19. Médias da riqueza em açúcar/tonelada de cana, para variedades em 5 cortes.

Cortes	Variedades			C.V. %	F
	CB 40-69	CB 41-76	CB 36-24		
10	113,55	120,54	121,22	6,72	**
20	101,90	103,21	110,23	8,64	**
30	104,83	108,94	119,52	8,71	**
40	99,06	106,12	105,39	6,76	**
50	120,66	117,93	119,42	5,15	n.s.

Dois cortes, 3º e 4º, apresentaram interação significativa de densidade com variedade. No 3º corte, a CB 41-76 decresceu a sua riqueza, quando a densidade aumentou de 9 para 12 gemas por metro. No 4º corte também a CB 36-24 teve tal comportamento. A CB 40-69 teve melhor resposta às altas densidades do que as outras duas.

As 3 variedades diferiram entre si, como era esperado. No 4º corte a CB 40-69 foi inferior às outras duas que não diferiram entre si, e no 5º corte, com marcante reação a alta precipitação, as diferenças não foram significativas (Figura 17 e Quadro 19).

A observação das Figuras 15, 16 e 17 revela um comportamento interessante do conteúdo em açúcar. Independente dos espaçamentos, densidades, variedades e mesmo do ano agrícola correspondente, a riqueza variou sistematicamente de modo alternativo, caindo do 1º ao 2º corte, subindo no 3º, para cair novamente no 4º corte, para elevar-se no 5º corte, em níveis por vezes superiores àqueles do 1º corte.

#### 4.1.6. Toneladas de cana por hectare

Os espaçamentos afetaram significativa e uniformemente a produção de cana em toneladas por hectare, nos 5 ciclos do experimento.

Nos anos agrícolas de precipitação total acima da média, e que corresponderam aos 1º, 2º e 5º cortes, observam-se dois grupos de tratamentos: o dos espaçamentos estreitos 1,00 m, 1,00 m D e 1,50 m D, significativamente superior ao outro grupo constituído pelas distâncias maiores 1,30, 1,60 e 1,90 m, e que incluiu os padrões. Os tratamentos



dentro de cada grupo não diferiram entre si. (Figura 18 e Quadro 20).

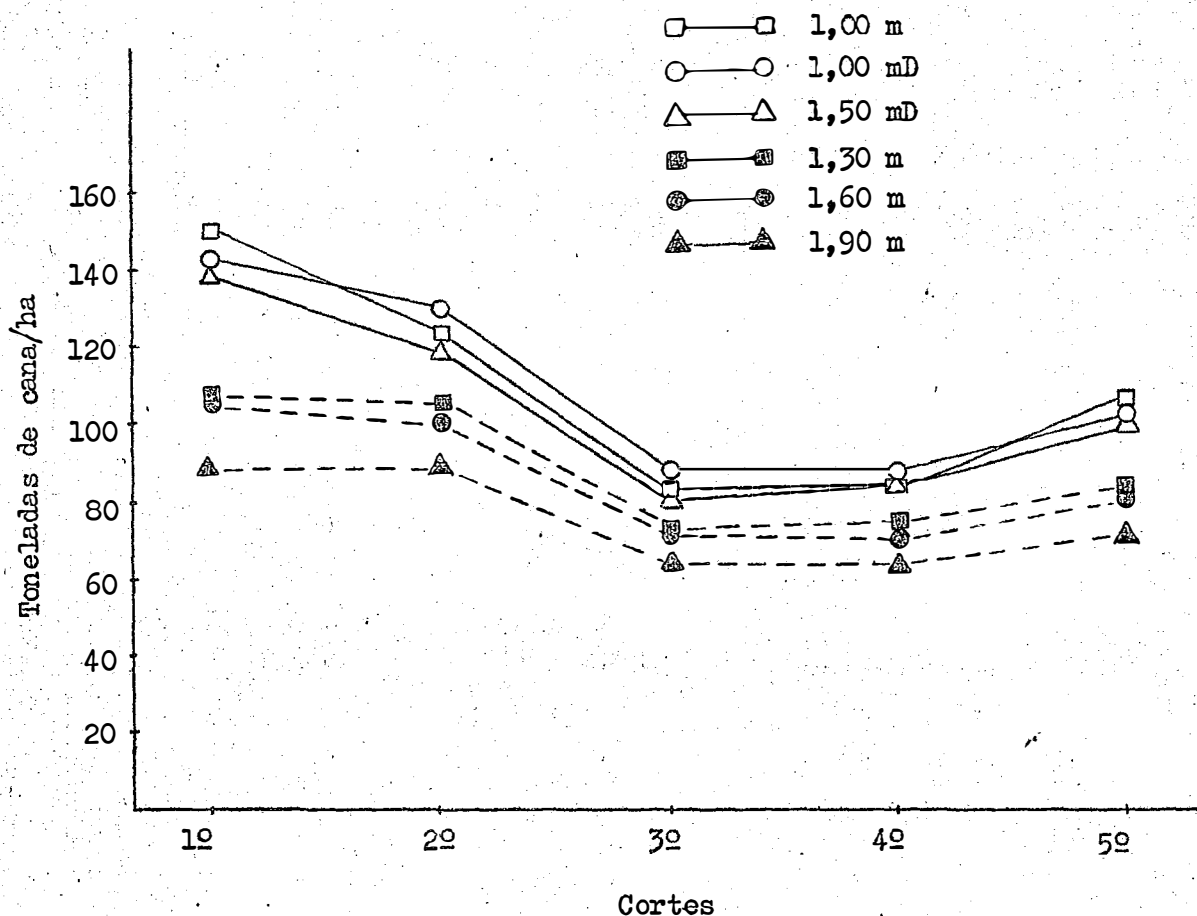
Nos 3º e 4º cortes, com as quedas pluviométricas abaixo da média citada por BLANCO e GODOY (1967), as diferenças entre espaçamentos reduziram-se sensivelmente. No 3º corte, somente 1,00 m superou o segundo grupo. Os dois espaçamentos duplos superaram apenas o 1,90 m. No quarto corte, 1,90 m produziu menos que 1,00, 1,00 D e 1,50 D, mas estes e mais 1,30 m e 1,60 não diferiram entre si.

O coeficiente de variação para o resíduo  $A$  variou de 11,25% no 3º corte até 16,90% no 4º corte. (Quadro 20).

Para espaçamentos entre linhas, os resultados parecem confirmar a assertiva de THOMPSON (1962) de que número de colmos/ha controlam a produção. De fato, uma vez que não houve significância para o peso médio de colmos entre espaçamentos, as diferenças em tonelagem de cana seriam função direta da população de colmos por hectare. A comparação das Figuras 9 e 18 e respectivos Quadros, demonstra a similaridade da posição dos tratamentos, com exceção de 1,30 e 1,60 m que se inverteram, sem significância.

Com um C.V. oscilando entre 6,62% e 8,94% os efeitos das densidades de plantio se fizeram sentir significativamente no 1º corte de modo linear e crescente com as densidades. Efeito semelhante ocorreu no 4º corte. O segundo, 3º e 5º cortes evidenciaram tendência de 9 gemas por metro inferiorizar-se às outras duas, com significância porém só no 2º corte. Não se encontrou explicação convincente para este fato (Figura 19 e Quadro 21).

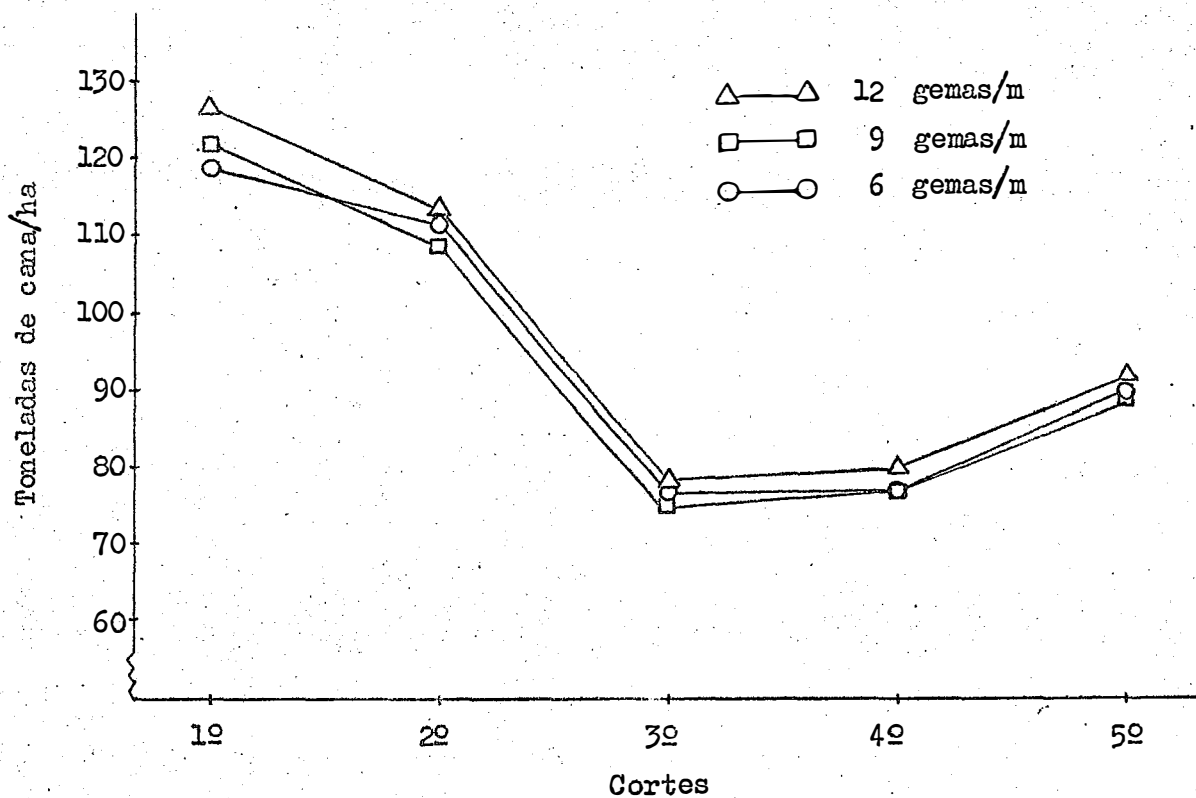
Figura 18. Efeito de espaçamentos na produção de cana/hectare.



Quadro 20. Médias da produção de cana em toneladas por hectare para espaçamentos, nos 5 cortes.

Cortes	Espaçamentos - (Metros)						D.M.S. 5%	C.V. %	F
	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00 D	1,50 D			
1º	143,24	106,15	107,81	89,98	150,74	139,73	26,02	14,99	**
2º	129,48	100,94	106,50	89,34	125,63	120,94	20,09	12,69	**
3º	88,04	71,07	72,14	65,15	83,21	82,02	12,22	11,25	**
4º	88,08	71,76	75,03	65,28	85,51	85,75	18,75	16,90	*
5º	103,68	80,99	81,97	73,81	107,41	101,96	15,62	12,07	**

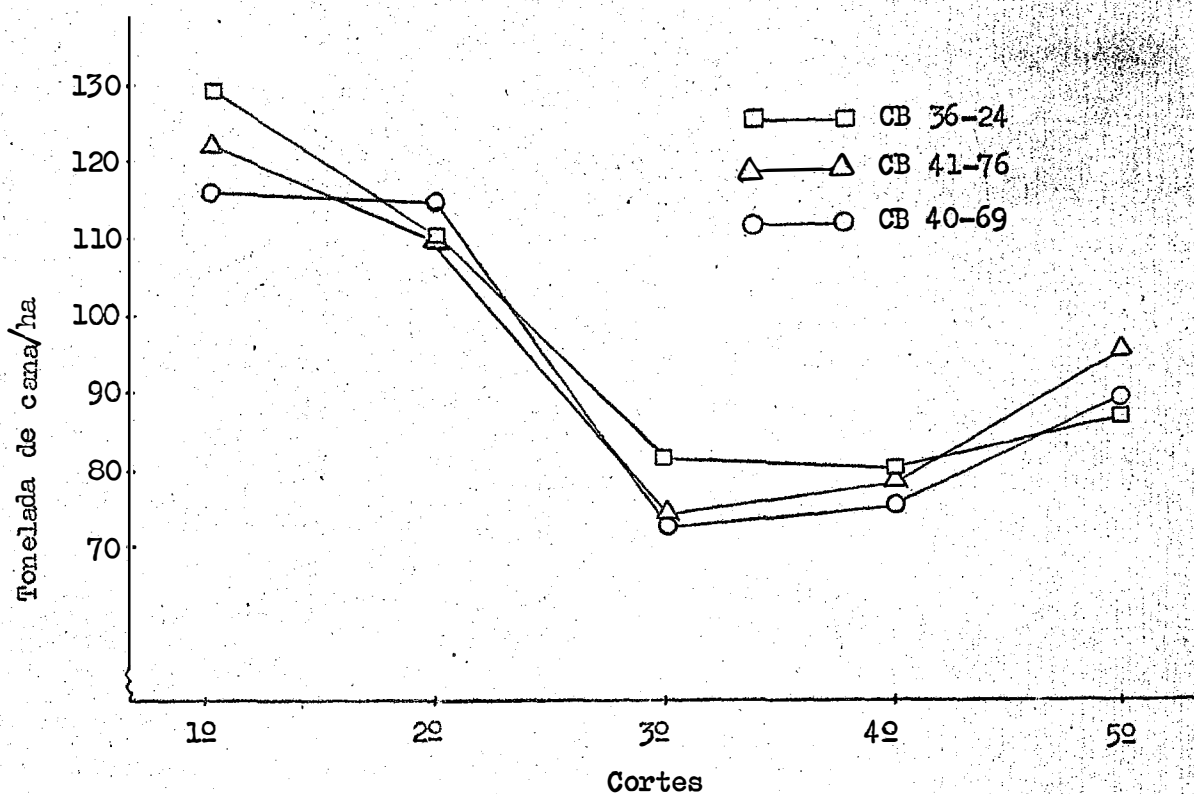
Figura 19. Efeitos de densidades de plantio na produção de cana/ha, em 5 cortes.



Quadro 21. Médias da produção de cana em ton/ha para densidades de plantio em 5 cortes.

Cortes	Densidades - gemas/m			C.V. %	F
	6	9	12		
1º	119,16	122,29	127,38	6,62	**
2º	112,81	109,53	114,08	7,80	*
3º	77,18	75,16	78,48	8,94	n.s.
4º	77,39	77,85	80,46	6,75	*
5º	91,85	90,21	92,84	7,71	n.s.

Figura 20. Efeitos de variedades na produção de cana/ha, em 5 cortes.



Quadro 22. Médias da produção de cana em toneladas por hectare, para variedades em 5 cortes.

Cortes	Variedades			C.V. %	F
	CB 40-69	CB 41-76	CB 36-24		
1º	116,86	122,94	129,03	6,62	**
2º	115,38	110,22	110,81	7,82	*
3º	73,26	74,68	82,88	8,94	**
4º	76,05	79,23	80,42	6,75	**
5º	90,95	96,82	87,14	7,71	**

Uma vez que densidades de plantio produziram efeitos no pêso unitário dos colmos e também na população, a produção final de cana em tonelada por hectare sofreu interferência de ambos os fatores. Assim para o 1º corte, enquanto o pêso médio decresceu com o aumento das densidades, a população de colmos por hectare aumentou na mesma direção e a tonelagem de cana por hectare também aumentou significativamente. Neste caso do 1º corte predominaram os efeitos da maior população. No 2º corte parece ter havido mais influência do pêso unitário, e no 3º, a despeito da não significância do pêso de colmos e da significância para aumento de número de colmos por hectare a tonelagem de cana não apresentou variação estatisticamente significativa.

O comportamento das variedades não foi constante. Houve sempre diferenças significativas mas em ordens diversas. No 1º corte a CB 36-24 superou a CB 41-76 e esta a CB 40-69. No 2º corte a CB 40 - 69 foi que superou as outras duas, que não diferiram entre si. No 3º corte a CB 36-24 voltou à primeira posição, posição esta que também ocupou no 4º corte, juntamente com a CB 41-76. O 5º corte trouxe a CB 41-76 para o primeiro lugar e as outras não diferiram entre si. A CB 36-24, mais resistente à sêca, apresentou amplitude de variação menor com os diferentes anos agrícolas, ao passo que a CB 41-76 demonstrou responder melhor aos fatores externos principalmente água (Figura 20 e Quadro 22).

Ao contrário do que se esperava obter, à semelhança de outras regiões, nossos resultados não indicaram nenhuma interação entre espaçamentos, densidades e variedades, para esta variável. Este fato reforça a suposição já levantada em outro item deste capítulo, de que

talvez os espaçamentos e as densidades usados tenham estado aquém dos limites de competição requeridos para realçar as características varietais e prejudicar as produções.

#### 4.1.7. Tonelada de açúcar por hectare

Conforme descrito em material e métodos a tonelagem de açúcar por hectare é composta pelo produto da produção de cana em tonelada por hectare, pela sua riqueza em quilograma de açúcar, por tonelada de cana, dividido por 1.000.

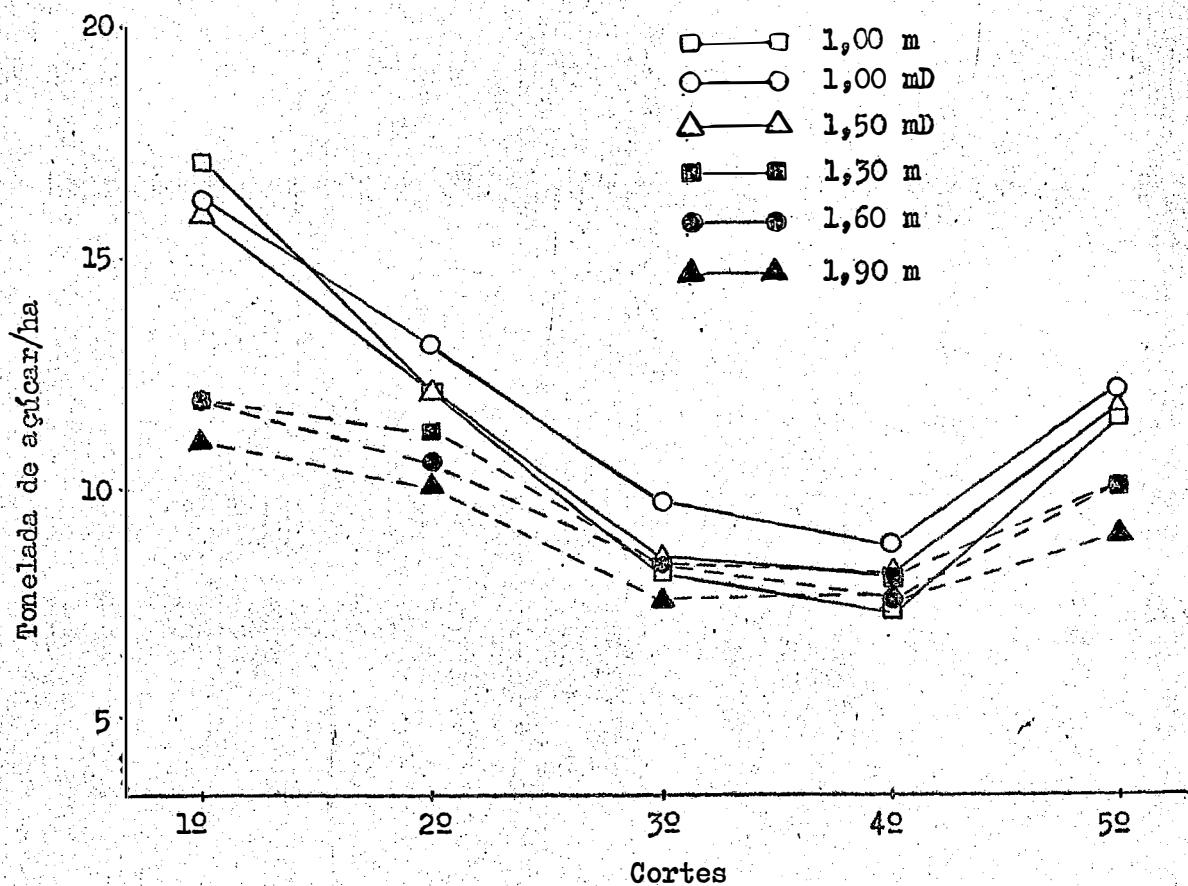
Em vista disso, já era esperado que, tonelada de açúcar por hectare fôsse o reflexo das variações observadas para os seus dois compoentes. Em consequência dos mais marcantes efeitos de espaçamentos na produção de cana do que na sua riqueza, tonelada de açúcar por hectare resultou mais relacionada àquela variável.

Nos 1º, 2º e 5º cortes observa-se significativa superiodidade de produção de açúcar por hectare, nos espaçamentos menores 1,00 m, 1,00 m D e 1,50 m D. Embora o espaçamento duplo a 1,00 nem sempre tenha apresentado as mesmas diferenças que 1,00 m e 1,50 m D ele também foi sempre superior a 1,90 e 1,30 m. (Quadro 23 e Figura 21).

Comparando-se estes 3 cortes com a curva da Figura 1 verifica-se que estes cortes corresponderam exatamente aos anos de maiores precipitações pluviométricas.

Com a redução das chuvas, as diferenças entre os tratamentos também diminuíram, caindo para 5% de significância e somente entre

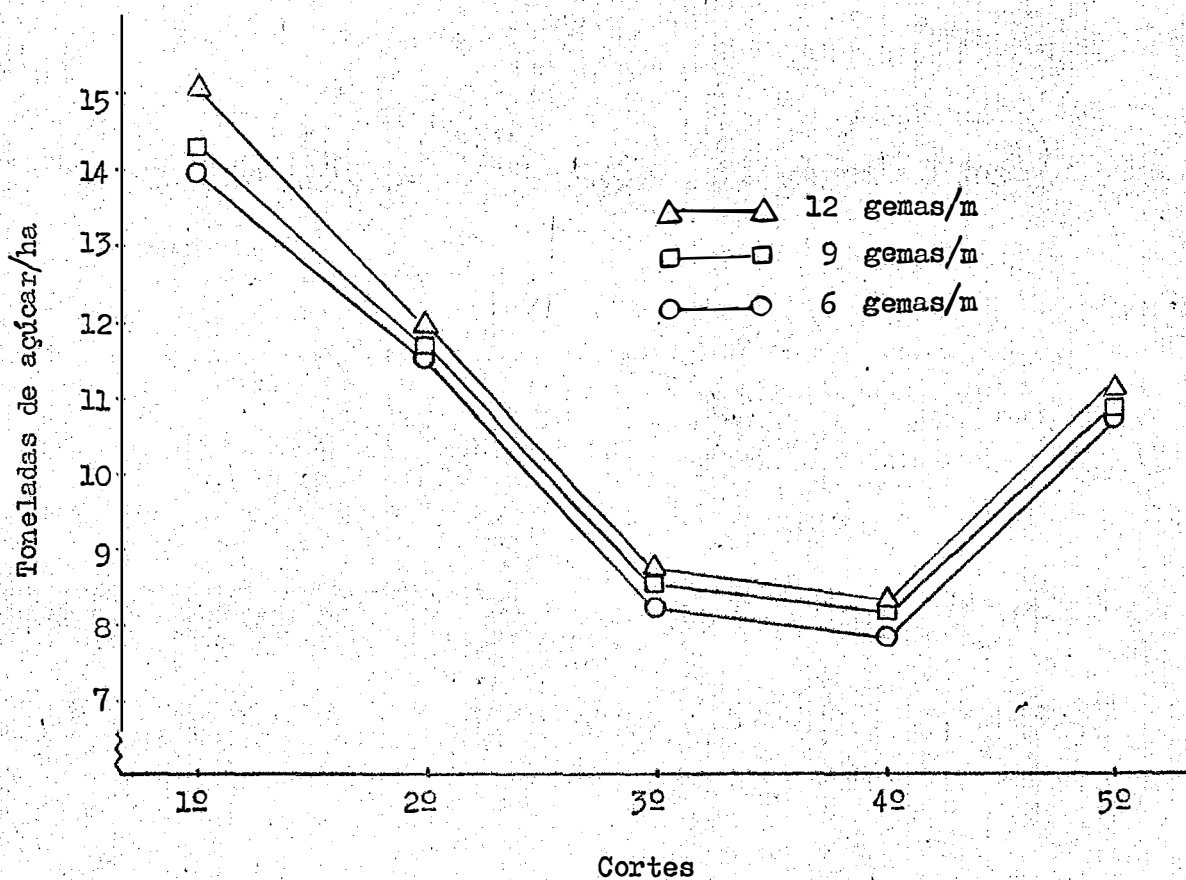
Figura 21. Efeitos de espaçamentos na produção de açúcar/ha, em 5 cortes.



Quadro 23. Médias da produção de açúcar em toneladas por hectare para espaçamentos, em 5 cortes.

Cortes	Espaçamentos - (Metros)						D.M.S. 5%	C.V. %	F
	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00D	1,50D			
1º	16,44	12,71	12,77	11,29	17,07	16,32	1,91	9,39	**
2º	13,40	10,85	11,30	10,31	12,18	12,14	1,44	8,76	**
3º	9,94	8,38	8,39	7,71	8,21	8,59	1,76	14,65	*
4º	8,97	7,67	8,13	7,41	8,08	8,17	3,27	28,73	n.s.
5º	12,26	9,95	10,05	9,17	11,77	11,89	1,83	11,96	**

Figura 22. Efeitos de densidades de plantio na produção de açúcar/ha, em 5 cortes.

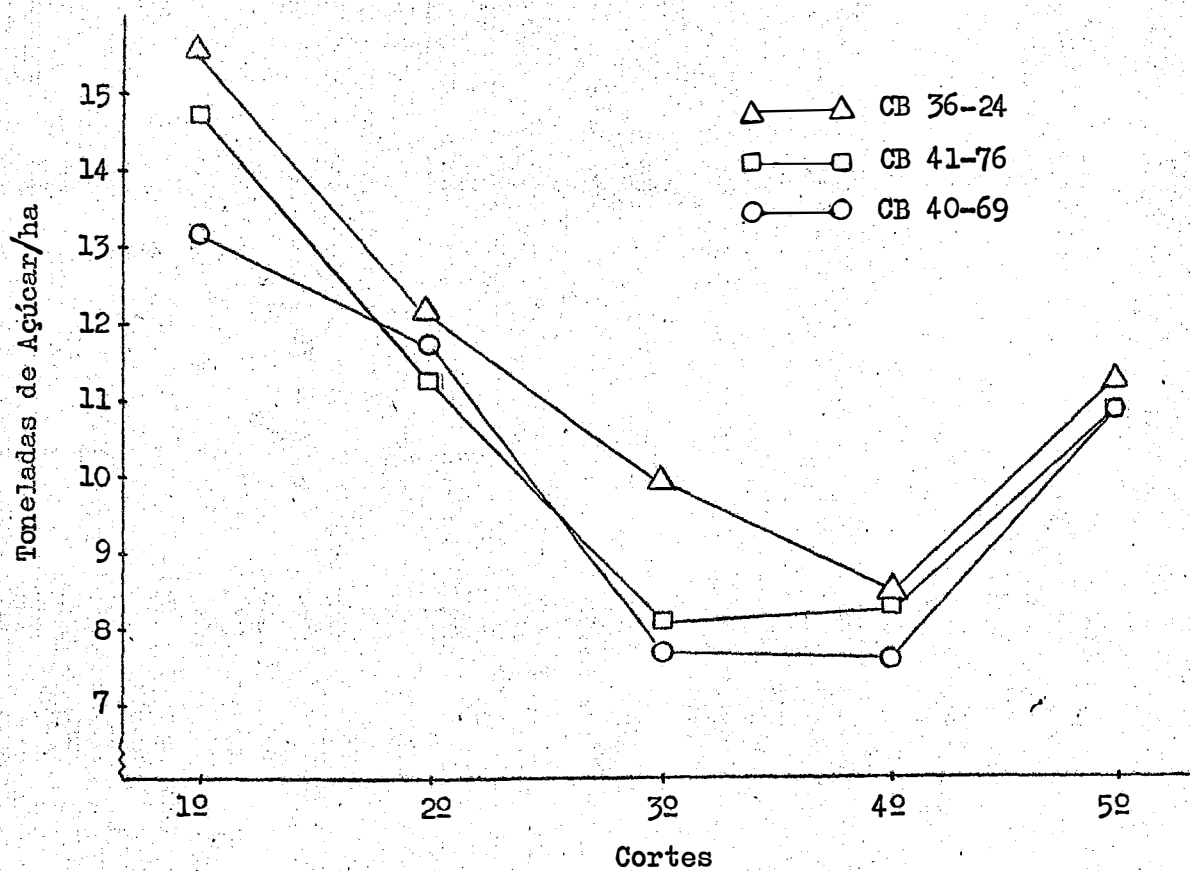


Quadro 24. Médias da produção de açúcar em toneladas por hectare, para densidades de plantio e cortes.

Cortes	Densidades - gemas/m			C.V. %	F
	6	9	12		
1º	13,96	14,26	15,08	9,10	**
2º	11,53	11,60	11,96	12,92	n.s.
3º	8,26	8,57	8,78	15,50	n.s.
4º	7,83	8,14	8,25	10,27	*
5º	10,72	10,80	11,03	8,66	n.s.



Figura 23. Efeitos de variedades na produção de açúcar/ha, em 5 cortes.



Quadro 25. Médias da produção de açúcar em toneladas por hectare para variedades, nos 5 cortes.

Cortes	Variedades			C.V. %	F
	CB 40-69	CB 41-76	CB 36-24		
1º	13,14	14,68	15,49	9,10	**
2º	11,68	11,29	12,11	12,92	*
3º	7,66	8,06	9,89	15,50	**
4º	7,47	8,34	8,41	10,27	**
5º	10,87	11,31	10,37	8,66	**

1,00 m e 1,90 m no 3º corte, para não serem significativas no 4º corte. Deve-se observar, porém, que a tendência para maior produção de açúcar por hectare nos espaçamentos mais juntos, também aqui se fez presente. Além da queda de produção nestes 3º e 4º cortes, também os coeficientes de variação aumentaram para 14,65% no 3º e quase o dobro 28,73% no 4º corte, sendo esta a possível causa da não significância das diferenças observadas. A volta de boas condições de produção no 5º corte, restabeleceu o mesmo comportamento do 1º corte.

Apesar da menor frequência de diferenças significativas entre densidades de plantio, observa-se que com esta variável houve uma maior participação da riqueza da cana como componentes do açúcar por hectare do que com relação aos espaçamentos. A não significância para riqueza no 1º corte garantiu o efeito linear crescente para açúcar por hectare, semelhantemente ao comportamento da produção de cana por hectare. O reduzido efeito quadrático para tonelada de cana por hectare no 2º corte e a não significância para riqueza, fez com que a tonelagem de açúcar por hectare para densidades não diferisse significativamente entre si. No 3º corte a não significância dos resultados talvez tenha sido consequência de um fato já mencionado. Neste corte embora sem significado estatístico, a densidade de 9 gemas produziu a menor tonelagem de cana, enquanto a riqueza bem superior à do 2º corte, teve efeito quadrático em favor de 9 gemas. Estas compensações, e mais uma elevação do C.V. para 15,5% seriam as causas de não significância dos efeitos lineares crescentes no 3º corte. No 4º corte o aumento linear crescente com as densidades foi significante a 5%, para ficar novamente apenas em tendência no 5º corte, (Quadro 24 e Figura 22).

Com relação às variedades, o comportamento foi pouco mais estável. No 1º e 3º cortes, a CB 36-24 superou a CB 41-76 e esta a CB 40-69. No 2º, as diferenças foram ao nível de 5% só entre a CB 36-24 e as outras 2 que não diferiram entre si. No 4º corte a CB 40-69 é que foi inferior às demais, e no 5º a CB 41-76 é que superou a CB 36-24, que no entanto não diferiu da CB 40-69 (Figura 23 e Quadro 25).

Não houve interações significativas, indicando não ter havido um espaçamento ótimo para determinadas densidades e variedades.

#### 4.2. Análise das médias dos cortes

A fim de esclarecer, em termos mais amplos, os efeitos realmente predominantes, processamos uma análise das médias dos cortes, cujos resultados vão a seguir apresentados em função das três principais variáveis estudadas.

##### 4.2.1. Espaçamentos

a) Com um coeficiente de variação de 3,66% e uma d.m.s. de 11,39, esta variável confirmou os resultados obtidos separadamente nos cortes, para número de colmos por metro. As maiores distâncias, 1,90 m e 1,60 m entre linhas, sem diferirem entre si, produziram no total dos 5 cortes maior número de colmos por 10 metros de sulco do que os demais tratamentos; 1,30 m e 1,00 m também não diferiram entre si, mas foram superiores a 1,00 m D que, por sua vez, ainda foi significativamente inferior a 1,50 m D. Estes resultados sugerem que uma redução na distância entre linhas age desfavoravelmente na eficiência da perfilhação, ou

por não proporcionar as condições ideais iniciais ou por posterior aumento de mortalidade dos perfilhos.

Para o nosso caso, embora ambas as justificativas possam estar presentes, parece que a primeira é predominante. A comparação do número de brotos germinados por 10 metros de sulco e o número de colmos por 10 metros, no primeiro corte, evidencia um maior aumento nos espaçamentos mais largos, sugerindo que a perfilhação ali foi mais intensa, (Quadro 26).

Quadro 26. Efeitos de espaçamentos no aumento da população inicial para a final do 1º corte.

	Espaçamentos (metros)					
	1,30	1,60	1,90	1,00	1,00 D	1,50 D
brotos germinados por 10 metros	40,03	39,32	39,37	42,77	41,77	41,96
Colmos por 10 me- tros - 1º corte	82,3	90,6	91,9	77,1	66,2	71,2
Aumento %	105,7	133,0	133,8	80,5	58,7	69,9

A não significância entre 1,00 m e 1,50 m D indicaria que, embora mais próximos, os sulcos duplos a 1,50 m D não induziram competição exagerada. O espaçamento de 1,00 m D já demonstra os efeitos mais acentuados dessa competição.

Nos trabalhos de RAHEJA e AZEES (1948), THOMPSON e DUPOIT (1965), FU, SOO e HSIEH (1965) S.A.S.A. EXPERIMENT STATION, (1967), PATIL

(1958) e outros, verifica-se que o citado aumento do índice de mortalidade, nas distâncias menores, se refere a espaçamentos de 0,30, 0,60 e 0,90 m, e em condições tropicais mais acentuadas, quando a perfilhação geralmente é mais intensa.

Nas condições do nosso experimento, em que a menor distância é de 1,00 m e o clima é sub-tropical, o maior número de colmos por metro seria, portanto, melhor explicado pelas melhores condições de perfilhação dos espaçamentos largos, do que por maior índice de mortalidade dos mais juntos, muito embora esta também possa ter ocorrido. A observação de que os aumentos do número de colmos por metro, nos anos mais secos foi menor nos espaçamentos duplos, sugere a hipótese de que, em condições adversas, a competição entre plantas pode aumentar e que a disponibilidade de água deve ser considerada com a devida atenção quando se aumenta a população.

b) A análise conjunta também confirmou o efeito de espaçamentos para o número de colmos por hectare, oposto ao de colmos por metro linear. Isto é, as menores distâncias produziram as maiores populações de colmos por hectare.

Os espaçamentos utilizados como padrões, 1,30 e 1,60 m, não diferiram entre si e foram superiores a 1,90 m. Foram porém significativamente inferiores quando comparados com 1,00 m, ou 1,00 m D ou 1,50 m D separadamente.

A comparação entre as médias dos 5 cortes revelou um fato bastante importante para futuras considerações sobre técnica cultural: o

aumento de população com a sequência dos cortes. Do 1º ao 5º corte o aumento foi de aproximadamente 50%.

A menor população foi de 66.327 colmos por ha a 1,90 m, enquanto a maior, de 101.434, foi obtida a 1,00 m. Esta última, bem como a dos sulcos duplos, está bem próxima da população citada por BURR(1957) e HUMBERT (1968), como o ótimo para o Hawaii.

Deve ser considerado que os dados de WILLIAMS e FORTE (1940), para as Guianas, também foram aqui confirmados, com os sulcos duplos superando os padrões.

Conforme já foi discutido na análise dos cortes, verifica-se que a principal diferença em favor dos espaçamentos menores, foi determinada pela diferença de "stand", gerada pelos números variados de sulcos para cada tratamento. A diferença de 7.588 colmos entre 1,00 m e 1,50 m D, que têm o mesmo número de sulcos, leva a crer que, nos espaçamentos duplos, houve condições menos favoráveis a uma maior perfilhação (ou mais favoráveis a uma maior mortalidade), enquanto os maiores aumentos de colmos por hectare, de corte para corte, nas maiores distâncias, sugere melhores condições para perfilhação.

A não diferença entre 1,30 e 1,60 m indicaria que a redução de sulcos por área, de 1,30 a 1,60 m, foi compensada por maior perfilhação. Além de 1,60 m, a luz deixou de ser limitante, razão pela qual não houve compensação suficiente com a redução de sulcos a 1,90 m.

c) Apesar da redução do número de colmos por metro e aumento de colmos por hectare para as menores distâncias, os diferentes espaçamentos não afetaram o peso médio dos colmos.

Embora sem significância estatística, a análise das médias revelou uma tendência para os espaçamentos mais largos apresentarem um maior peso médio dos colmos. Esta tendência poderia reforçar a explicação dada anteriormente de que, com maiores distâncias entre sulcos, haveria condições mais favoráveis ao desenvolvimento dos colmos. Em termos gerais, pode-se admitir que, para as condições de nosso experimento, a concorrência entre as plantas, nos diversos espaçamentos, não foi suficiente para afetar o peso médio dos colmos.

Estes resultados discordam dos obtidos pela VICTORIA MILLING CO. (1966), em que o maior peso dos colmos dos espaçamentos mais largos compensou o maior número de colmos (mais leves) dos espaçamentos menores.

Verificou-se também significativa redução do peso médio dos colmos do 1º ao 3º e 4º cortes, com parcial recuperação no 5º corte. A drástica redução ocorrida nos anos mais secos (3º e 4º cortes), para todos os tratamentos, revela os efeitos da deficiência de água, sem porém apresentar interação com espaçamentos.

ROUILLARD (1969), em Mauritius e PARANHOS (1971), em Porto Rico, não encontraram efeitos de espaçamentos entre 0,90 m e 1,50 m, quando boas condições de umidade e fertilidade foram proporcionados. Estes resultados vêm em apoio à nossa tese inicial de que os índices de fertilizantes utilizados e as condições normais de umidade podem contornar ou pelo menos minimizar os comumente citados efeitos de afinamento de colmos nas altas populações.

d) Os resultados das análises das médias dos fatores de produção (número de colmos e peso unitário) para os 5 cortes, refletiram

diretamente na produção de cana em tonelada por hectare. Assim, uma população bem maior de colmos de peso médio igual ou apenas ligeiramente inferior, garantiu aos espaçamentos menores 1,00, 1,00 D e 1,50 mD, significativo aumento sobre os mais largos, que incluíam os padrões (1,30, 1,60 m) e 1,90 m.

A não significância das diferenças para o peso médio fez com que a produção fôsse predominantemente uma consequência da população final dos colmos. E como já foi demonstrado, a maior população nestes tratamentos é consequência do maior número de sulcos ou metros lineares de sulcos por área.

Estes resultados concordam com os de CHEN (1966) que também obteve aumento da tonelagem de cana com aumento da população e confirmam a assertiva de THOMPSON (1962) de que o número de colmos é o principal fator que governa a produção.

A diferença entre a média dos 3 espaçamentos menores, simples e duplos, igual a 109,033 toneladas por hectare, superior em 23% às 3 distâncias maiores 83,866, justifica maiores atenções à viabilidade prática daquelas distâncias não só pela produção, mas como meio de adaptação da cultura às máquinas utilizadas.

A comparação das médias dos cortes revela redução da tonelagem de cana com a sequência dos cortes. Tendo sido observado que a população de colmos aumenta com os cortes, e o seu peso unitário diminuiu verificou-se que a redução da tonelagem de cana é causada pelas diferenças entre redução e aumento dos 2 fatores de produção.



O confronto dos aumentos ou reduções das médias entre cortes sucessivos, traduzidos em porcentagem, para as três variáveis, peso, número de colmos por hectare e tonelada cana por hectare, é apresentado no Quadro 27.

Quadro 27. Variação da produção de cana, em função das variações da população de colmos e seu peso médio.

Cortes	Variação do peso médio	Aumento nº colmos/ha	Variação de Cana ton/ha
1º - 2º	- 30,5%	+ 30,8%	- 8,2%
2º - 3º	- 35,6%	+ 6,9%	- 31,3%
3º - 4º	- 1,4%	+ 3,3%	+ 2,1%
4º - 5º	+ 10,5%	+ 5,2%	+ 16,6%

A redução de tonelada de cana por hectare do 1º ao 2º corte é um pouco superior à diferença entre os componentes, mas as variações entre os cortes subsequentes estão bastante aproximados.

Esta situação sugere novos estudos para verificar a possibilidade de reduzir ao mínimo o decréscimo do peso médio dos colmos, como meio de manter ou mesmo aumentar a produção de cana. As interações E x D, ou E x V, ou D x V não se manifestaram.

e) ROUILLARD (1969), BOYCE (1968), PARANHOS (1971) e FREEMAN (1968), citam em seus trabalhos o fato de distâncias entre sulcos não terem afetado a riqueza da cana.

Estes resultados não se repetiram em nosso experimento

pois 1,90 m produziu açúcar por tonelada cana significativamente superior a 1,00 m D. Os demais tratamentos embora sem diferirem estatisticamente também revelaram uma tendência de reduzir a riqueza com a diminuição dos espaçamentos.

O estudo de número de colmos por metro linear revelou melhores condições para perfilhação e desenvolvimento dos colmos nas maiores distâncias. Estes mesmos fatores contribuiriam para melhor e mais completo desenvolvimento dos colmos e sua maturação, o que justificaria a maior riqueza naqueles tratamentos. As observações de RAHEJA (1956) de que "espaçamentos mais largos proporcionam mais luz durante período mais longo, favorecendo maior produção de açúcar", estão de acordo com nossos resultados.

A menor riqueza nos espaçamentos duplos, com destaque para 1,00 m D, aponta condições desfavoráveis ocorrendo naquelas circunstâncias. As distâncias menores devem ter produzido populações mais heterogêneas, causando uma queda da pureza do caldo. WIGHTAM (1955), e S.A.S.A. EXPERIMENT STATION (1967), apontam efeitos de espaçamento no tipo de colmos constituintes da população final, o que poderia afetar a qualidade do caldo.

Não deve também ser desprezada a possibilidade de os sulcos duplos, por envolverem um maior e mais concentrado volume de raízes, terem apresentado maior eficiência na absorção dos nutrientes, principalmente do nitrogênio. Esta maior absorção de N, se em excesso, poderia acarretar redução da sacarose, fato este bastante conhecido.

As médias dos cortes para quilogramas de açúcar por tonelada de cana variaram alternativamente na sequência dos cortes, independente da variedade, espaçamento, densidade e mesmo das condições de clima. De 118 kgs por tonelada no 1º corte, ela caiu para 105, subiu para 112 no 3º, produziu 101 no 4º corte e tornou a subir para 119 no 5º corte. Uma análise estatística revelou significância a 1% para este fato.

f) Os efeitos de distâncias entre sulcos sobre a produção final de açúcar, expressa em toneladas de açúcar por hectare, demonstraram que a tonelada de cana por hectare e a riqueza, são os reais componentes daquela variável.

Com um C.V. de 8,09% e uma D.M.S. de 1,31, as médias finais para os 5 cortes demonstraram ser 1,90 m, 1,60 m e 1,30 m significativamente inferiores a 1,00 m, 1,00 m e 1,50 m. Em cada grupo, os tratamentos não diferiram entre si.

Tendo como componentes a riqueza da cana e a tonelagem de cana por hectare, a tonelagem de açúcar por hectare, (Quadro 28) leva a concluir que, devido à maior amplitude de variação da tonelagem de cana, este fator teve ação mais marcante na composição da tonelada de açúcar por hectare.

A redução da produção de cana no 3º corte, compensada em parte por um aumento na riqueza, fez reduzir a significância de tonelada de açúcar por hectare, entre os espaçamentos, de 1% para 5%. Para o 4º corte, com maior déficit de água, também a riqueza caiu, tornando aquelas diferenças sem significado estatístico. Confirma-se, deste

Figura 24. Efeito médio de espaçamentos no número de colmos/10 m.

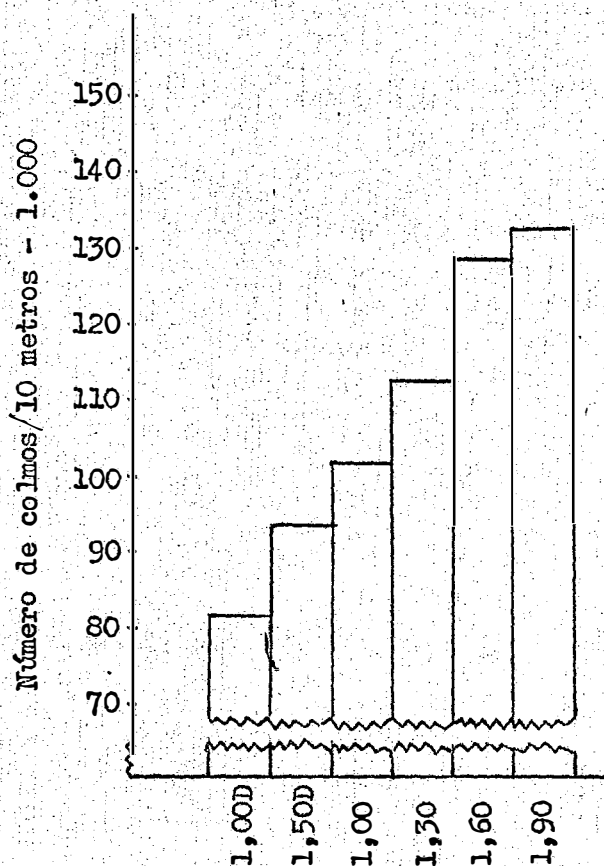
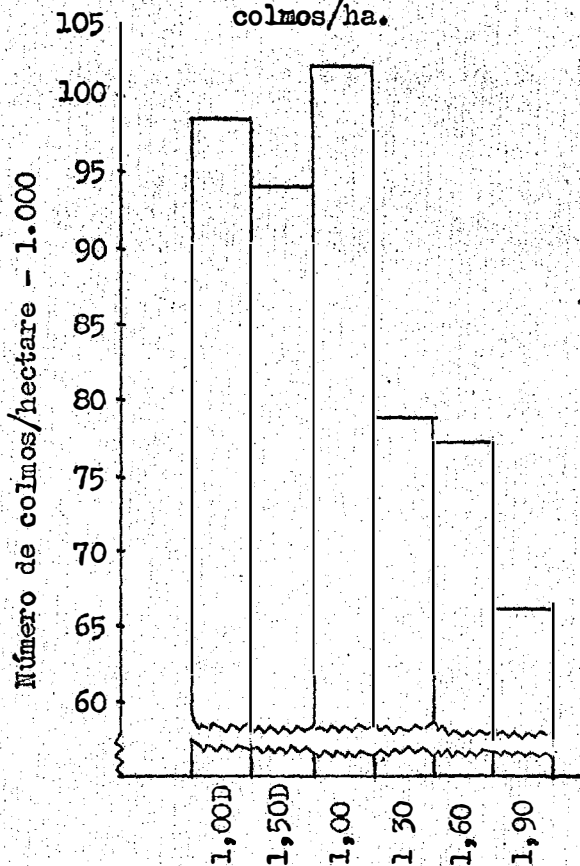


Figura 25. Efeito médio de espaçamentos no número de colmos/ha.



Quadro 28. Efeitos médios de espaçamentos, obtidos pela análise das médias de cinco cortes para todas as variáveis estudadas.

Espaçamen- tos metros	Número de colmos/10m	Número de colmos/ha	Pêso médio colmos - g	Tonelada cana/ha	Quilogra ma açú- c./ ton.cana	Tonela- das açú car/ha
1,00	101,4	101.434	1.143	110,5	110,03	12,2
1,30	112,0	78.441	1.154	86,1	115,27	9,9
1,60	128,7	77.268	1.215	88,6	114,52	10,1
1,90	132,5	66.327	1.223	76,7	119,72	9,1
1,00 D	81,7	98.180	1.166	110,5	102,85	11,4
1,50 D	93,8	93.846	1.185	106,0	106,62	11,4
d.m.s. 5%	11,3	6.786	0.126	13,75	13,94	1,3
C.V. %	7,44	5,59	7,60	10,09	8,86	8,70
Significân- cia F	**	**	n.s.	**	*	**

Figura 26. Efeito médio de espaçamentos na produção de cana por hectare.

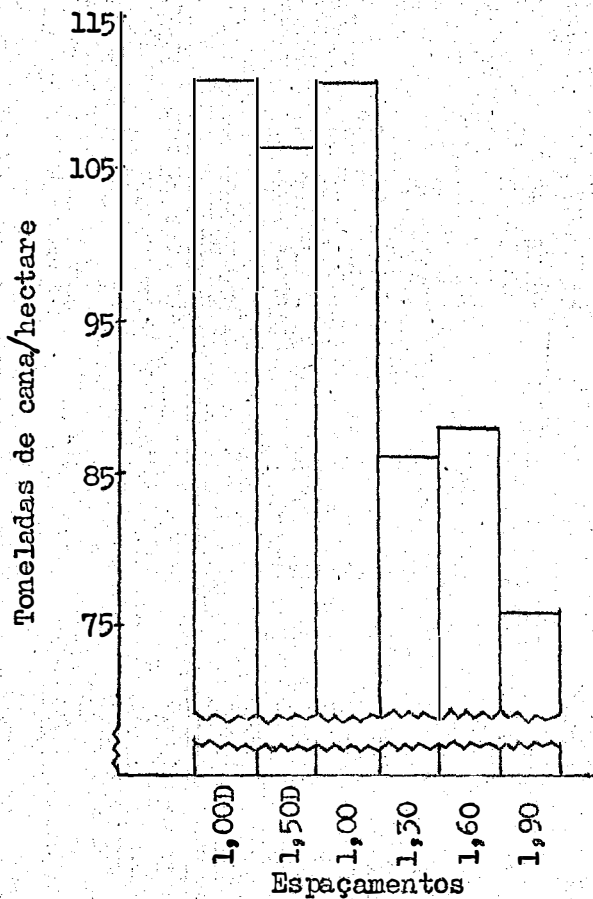


Figura 27. Efeito médio de espaçamentos no peso médio dos colmos.

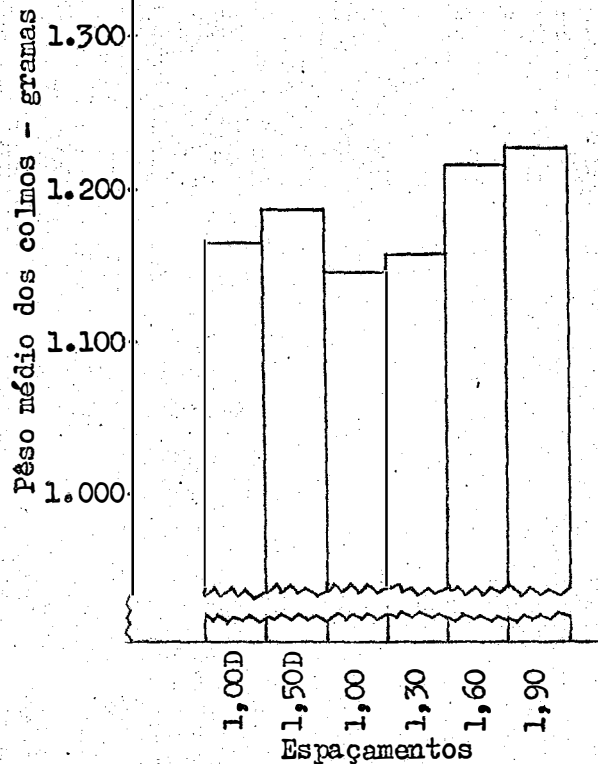


Figura 28. Efeito médio de espaçamentos na riqueza da cana.

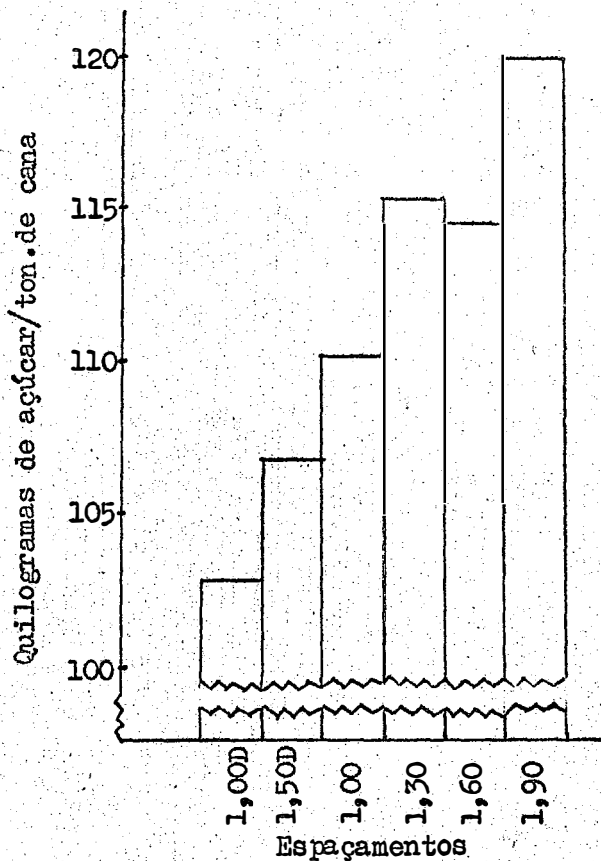
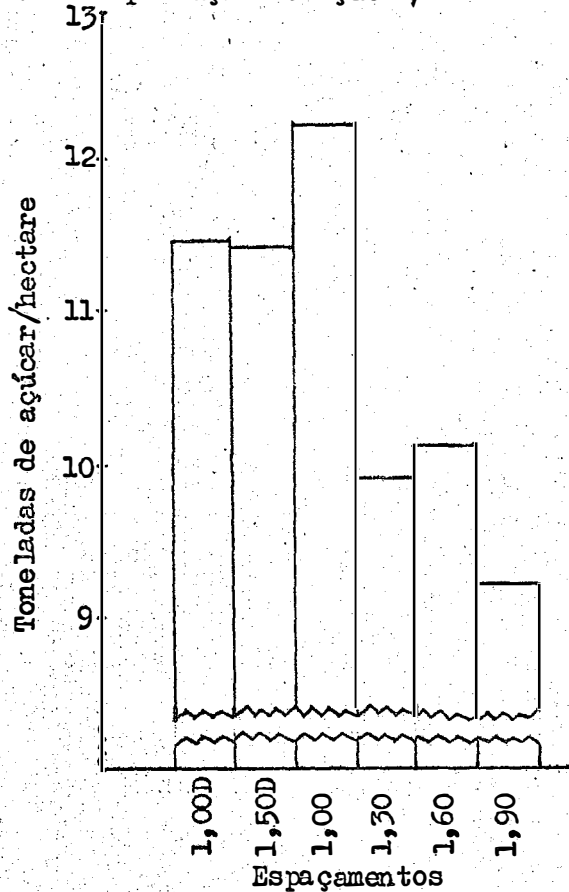


Figura 29. Efeito médio de espaçamentos na produção de açúcar/ha.



modo, para esta importante variável, a afirmativa de THOMPSON (1962) de que os benefícios ou vantagens dos menores espaçamentos podem ser totalmente anulados, se a unidade se tornar fator limitante da produção.

A maior produção de cana e de açúcar por hectare foi a 1,00 m entre sulcos seguida dos espaçamentos duplos que superaram os padrões (1,30 e 1,60 m) em 1,3 e 1,5 toneladas por hectare. Em que pese o aumento de despesas decorrente da maior população de plantas dos espaçamentos menores, diferenças da ordem das obtidas colocam aquelas distâncias dentro das considerações econômicas não só de atender as características das máquinas utilizadas, como também de um real fator de aumento de produção.

#### 4.2.2. Densidades

a) O estudo das médias dos efeitos de densidades de plantio sobre o número de colmos por metro resultou em um efeito global linear crescente com as densidades, significativa a 5%. Apesar do efeito linear, as densidades de 6 e 9 gemas não diferiram estatisticamente, ambas porém sendo diferentes de 12 gemas por metro. Este efeito foi constante até o 3º corte, sendo quadrático no 4º e diluindo-se no 5º.

Enquanto as menores distâncias entre sulcos provocaram uma redução do número de colmos por metro, o aumento da densidade dentro do sulco (redução das distâncias entre tolêtes) produziu um aumento correspondente. A significância da interação espaçamento x densidade, evidencia melhor resposta das altas densidades (12 gemas) nos espaçamentos maiores. Este fato sugere que a maior densidade deveria estar causando alguma limitação ao desenvolvimento das plantas.

É digno de observar-se que, entre 6 e 9 gemas, não houve significativo acréscimo do número de colmos por metro. Maior aumento verificou-se entre 9 e 12 gemas por metro. Uma vez que as altas densidades não chegaram a ser prejudiciais, deduz-se que os efeitos de densidades, nos 5 cortes, foram consequência das diferenças iniciais de população, havendo porém uma tendência de 6 gemas por metro reduzir as diferenças na sequência dos cortes (Quadro 9).

b) Uma vez que o número de colmos por metro iria refletir no número de colmos por hectare, esperava-se o mesmo comportamento estatístico desta variável. Neste caso também a significância ficou apenas entre os extremos, ou seja 6 e 12 gemas por metro. Com um aumento crescente com os cortes a população média de 64.321 no 1º corte atingiu 97.912 colmos por hectare no 5º corte. Porém, as populações médias para os cortes, obtidas com 6 e 12 gemas por metro foram respectivamente 84.536 e 88.055 colmos por hectare. Pelas referências de HUMBERT (1968) e BURR (1951) de que 40 a 50.000 colmos por acre seria a população de colmos para as condições do Hawaii, observa-se que as nossas não diferiram muito, com 84 - 88.000 colmos por hectare obtidos com aumento de densidade e até 101.000 colmos por hectare com redução de espaçamentos (Quadros 28 e 29). Os trabalhos de FU (1965) revelam que, onde as condições não favorecem a perfilhação intensa, as densidades de plantio podem ser aumentadas.

Para BAINS (1959), a melhor produção foi obtida com 35.000 tolêtes de 2 gemas, ou seja 70.000 gemas por hectare, que corresponde à dose média de 9 gemas por metro, a 1,30 m.

Acredita-se que, para nossas condições, as densidades de 12 gemas por metro não chegaram a interferir na perfilhação, mas não se encontrou explicação satisfatória para o fato da não diferença entre 6 e 9 gemas por metro e até para a inferioridade deste tratamento intermediário nos 4º e 5º cortes. Os efeitos de densidades tendem a se diluir com a sequência dos cortes.

c) Com um C.V. de 3,89%, a análise conjunta revelou efeito da densidade no peso médio dos colmos. Embora tenha havido efeito linear decrescente com aumento das densidades no 1º e 2º cortes, a análise conjunta revelou efeito significativo apenas entre 6 gemas e as outras duas densidades, cujas médias foram iguais. Esta igualdade de médias nas maiores densidades e a significância apenas a 5%, vem reforçar observação já feita em outro capítulo de que as populações iniciais ou densidades de plantio estiveram apenas próximas ou aquém do limite necessário para afetar negativamente os fatores de produção.

Ao contrário dos resultados de PAO (1966) e da VICTORIA MILLING CO. (1966), o pequeno aumento do peso médio nas baixas populações não foi suficiente para compensar o aumento da população nas altas densidades.

Pelos Quadro 15 e Figura 13 pode-se observar a redução do peso médio dos colmos, na sequência dos cortes. Nos anos mais secos (3º e 4º cortes) a redução do peso foi realmente mais acentuada e as diferenças entre tratamentos reduzidos. Esta é mais uma evidência da limitação que a deficiência de água pode causar, muito embora nada tenha indicado que as maiores populações tenham sentido maior efeito das secas.



d) Embora menos acentuado que para espaçamentos, os efeitos de densidades sôbre os componentes da produção de cana por hectare foram semelhantes. Assim, o menor efeito sôbre o pêsco médio dos colmos fez com que a produção de cana fôsse mais influenciada pela população de colmos por hectare. A ausência de qualquer tipo de interação demonstrou a independência das variáveis nos níveis estudados.

Seis e nove gemas por metro não causaram nenhuma diferença na produção de cana. Doze gemas por metro produziram porém aumento significativo de 3 toneladas por hectare sôbre 6 gemas e 3,6 toneladas por hectare sôbre 9 gemas/metro.

Considerando que o experimento decorreu dentro de condições normais e que as densidades de 6 e 9 gemas por metro foram escolhidas por preencherem a faixa mais comumente utilizada na prática, é lícito admitir-se que, baseados nestes resultados, aquelas densidades estariam abaixo dos índices necessários para produções máximas.

e) As análises individuais para a riqueza da cana revelaram significância somente nos 3º e 4º cortes, com efeito quadrático. Nove gemas por metro apresentou as maiores riquezas. A análise das médias porém, com um C.V. de 4,07%, mostrou que a menor densidade foi significativamente inferior, ao nível de 5% às outras duas que não diferiram entre si.

Este resultado foi oposto ao obtido com espaçamentos entre sulcos; 6 gemas por metro foi o tratamento em que os tolêtes guardaram maior distância dentro dos sulcos e que apresentou menor riqueza; os espaçamentos mais largos entre sulcos (1,90 m) foi o que produziu mais

açúcar por tonelada de cana.

Uma vez que as médias para espaçamentos envolveram as 3 densidades, pode-se admitir que a população no sulco automaticamente limitou a amplitude de perfilhação; a maior disponibilidade de luz entre linhas proporcionou então melhor desenvolvimento e maturação dos colmos já formados.

Para o caso de densidade, as médias envolveram os espaçamentos; portanto é lícito admitir-se que u'a menor população dentro do sulco proporcionou condições para que a perfilhação se estendesse por período maior, produzindo uma população de colmos mais heterogênea e afetando a qualidade do caldo.

Os dados da ESTAÇÃO EXPERIMENTAL da SOUTH AFRICAN SUGAR ASSOCIATION (1967), vem em apoio desta explicação, demonstrando que maiores distâncias em plantio quadrado (que envolve maior distância entre toletes) proporcionaram perfilhação até 12 semanas além das menores distâncias.

Resultados iguais aos nossos foram obtidos por MATHUR et al. (1968) que os explicou pela predominância de brotos mães ou primários na população final.

Também WIGHTAM (1955), fêz ver que em função dos espaçamentos pode-se obter predominância de certos tipos de colmos na população final, o que teria influência na qualidade do caldo.

A menor população de colmos, também para a menor densidade, faz crer que os efeitos na perfilhação, anteriormente mencionados, seriam somente em dilatação do período da perfilhação mas não na sua intensidade.

Figura 30. Efeito médio de densidades e variedades no número de colmos/10m

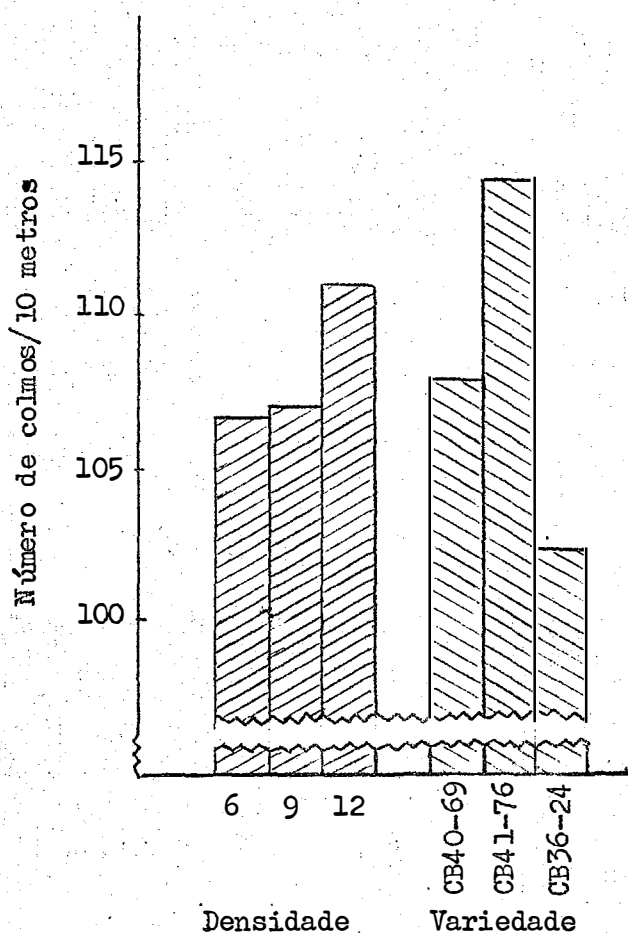
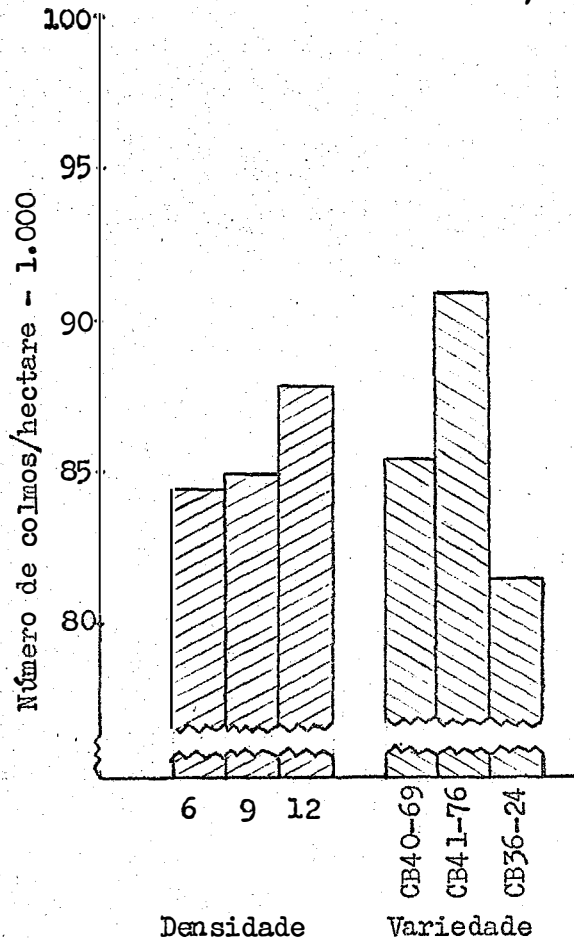


Figura 31. Efeito médio de densidades e variedades no número de colmos/ha



Quadro 29. Efeitos médios de densidades de plantio, obtidos pela análise das médias de cinco cortes para todas as variáveis estudadas.

Densidade gemas/m	Número de colmos/10m	Número de colmos/ha	Peso médio colmos/g	Toneladas cana/ha	Quilogramas açúcar/ton.cana	Toneladas açúcar/ha
6	106,7	84.536	1.200	95,6	109,41	10,4
9	107,1	85.157	1.172	95,0	112,90	10,6
12	111,3	88.055	1.172	98,6	112,19	11,0
C.V. %	3,66	3,48	3,8	5,91	4,07	8,09
F						
6 x 12	**	**	*	*	*	**
9 x (6 + 12)	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.

Figura 32. Efeito médio de densidades e variedades no peso médio dos colmos.

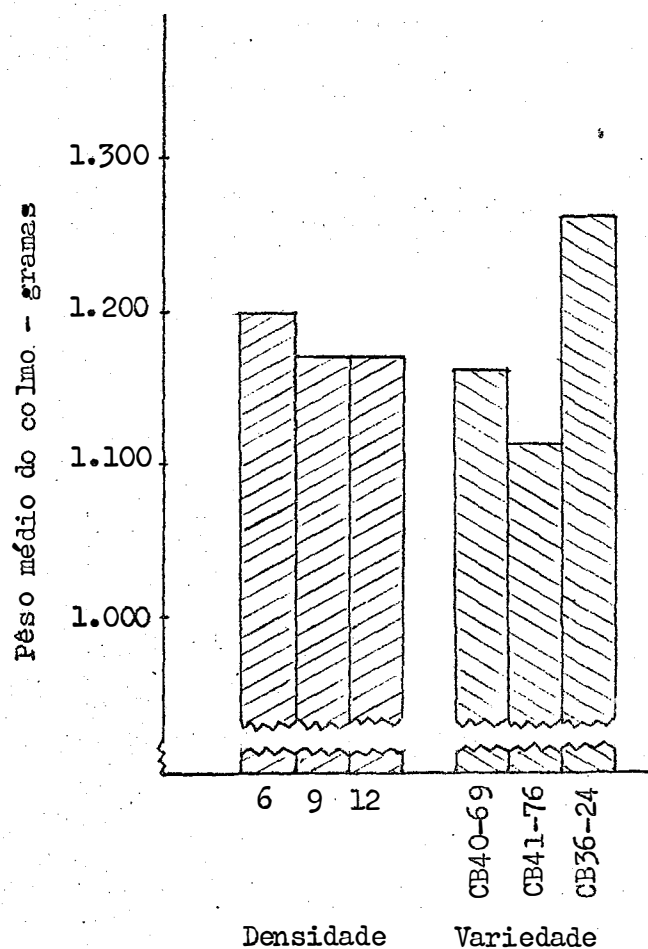
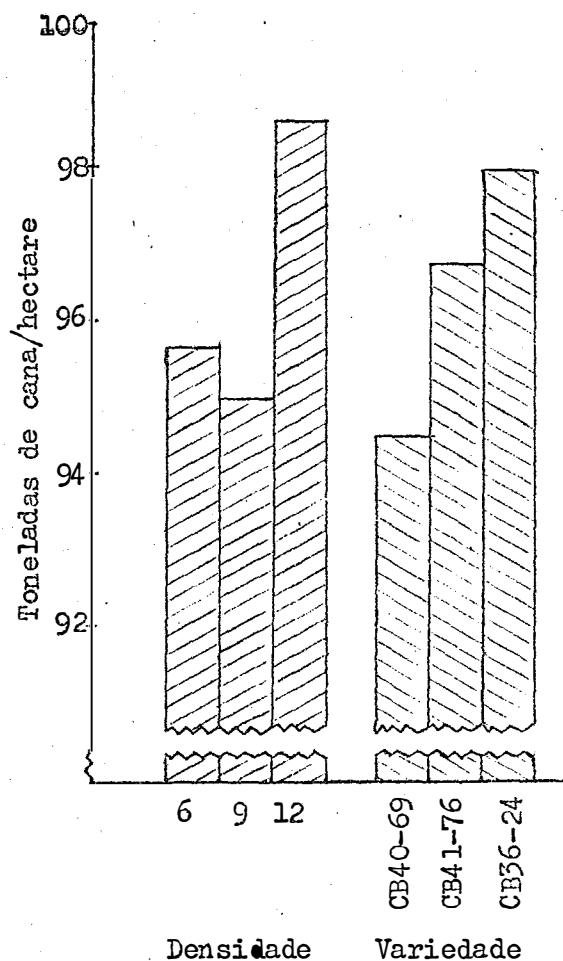


Figura 33. Efeito médio de densidades e variedades na produção de cana/ha.



Quadro 30. Efeito médio de variedades, obtido pela análise das médias de cinco cortes para todas as variáveis estudadas.

Variedades	Número de colmos/10 m	Número de colmos/ha	Pêso médio colmos - g	Toneladas cana/ha	Quilogramas açúcar/ton.cana	Toneladas açúcar/ha
CB 40-69	107,8	85.312	1.164	94,5	108,00	10,1
CB 41-76	114,6	90.951	1.116	96,7	111,35	10,7
CB 36-24	102,6	81.486	1.263	98,0	115,16	11,2
C.V. %	3,66	3,48	3,89	5,91	4,07	8,09
F						
-41x 36	**	**	**	n.s.	**	*
40x (41+ 36)	n.s.	n.s.	**	*	**	**

Figura 34. Efeito médio de densidades e variedades na riqueza da cana.

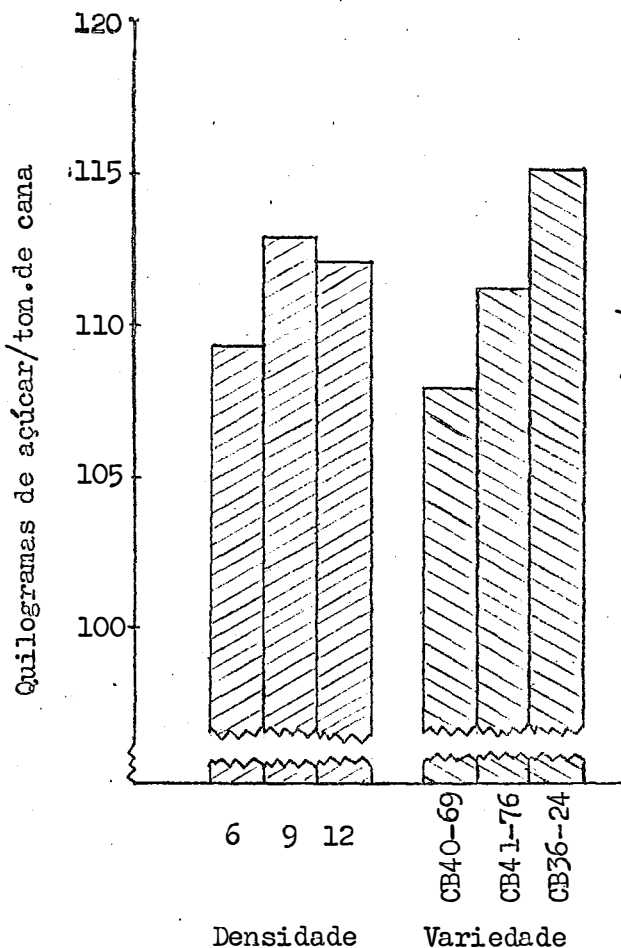
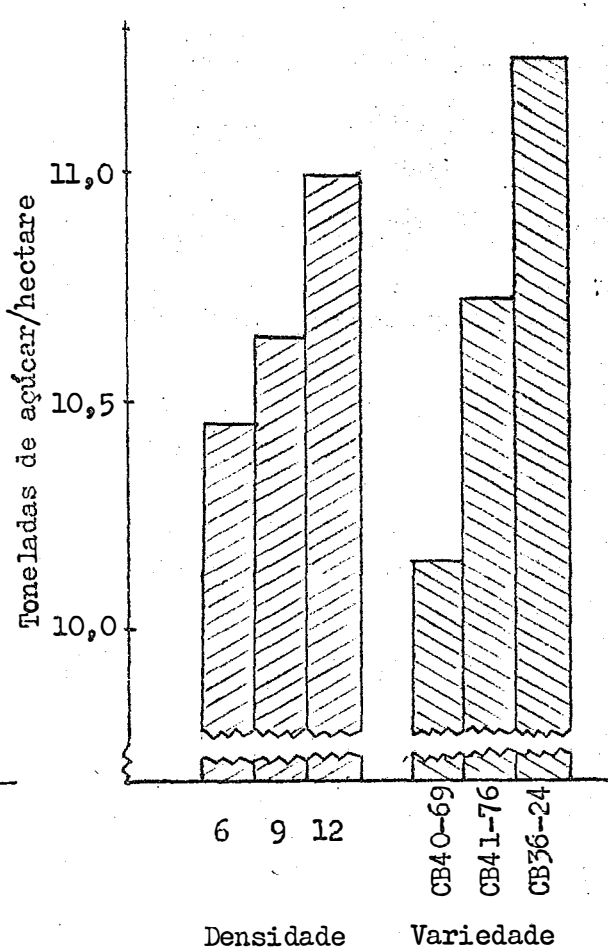


Figura 35. Efeito médio de densidades e variedades na produção de açúcar/ha



Quadro 31. Significado médio das interações D x V, E x D, E x V, E x V x D, para os cinco cortes, para todas as variáveis estudadas.

Interações	Número de colmos/10 m	Número de colmos/ha	Peso médio colmos - g	Toneladas cana/ha	Quilogramas açúcar/ton.cana	Toneladas açúcar/ha
D x V	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.
E x D	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
E x V	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
E x V x D	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
D.M.S. 5% E x D	6,81	-	-	-	-	-
D.M.S. 5% D x V	-	-	-	-	4,15	-

A riqueza de cana variou alternadamente com os cortes, sem contudo registrar significância para a interação corte x densidade.

f) As variações de tonelada de cana por hectare e sua riqueza, em favor das maiores densidades proporcionaram como era de se esperar, uma produção de açúcar por hectare também estatisticamente superior para a maior densidade, sobre as outras duas. Seis e nove gemas por metro não diferiram estatisticamente, mas foram significativamente inferiores a 12 gemas por metro (Quadro 29).

Uma vez que este experimento compreendeu apenas uma época de plantio e adubação uniforme para todas as parcelas, não se obtiveram elementos que permitissem comprovar as observações de URGEL (1966) e THOMPSON (1962) de que, para níveis elevados de fertilidade é melhores condições de crescimento, as maiores populações (menor espaçamento e maior densidade) podem conduzir a maior competição e reduzir a produção final.

Segundo aqueles autores e observações generalizadas de várias regiões, diferentes condições proporcionadas por diferentes épocas de plantio podem levar a comportamentos diversos da população, com marcante reflexos na produção.

#### 4.2.3. Variedades

As esperadas interações entre variedades x espaçamentos e variedades x densidades, evidenciando a existência de espaçamento e densidade específicos para cada variedade, não se verificaram. FREEMAN (1968) na Georgia também não encontrou estas interações mas o fato é bastante enfatizado por ORTEGA Y MONZON (1962), URGEL et al (1966), ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE TUCUMAN (1964), e QUEENSLAND (1962), que evidenciaram respostas

nítidamente diferentes para variedades, conforme os espaçamentos.

a) Ante a ausência das citadas interrelações na maior parte das variáveis, seus efeitos são função das próprias características varietais.

Desta forma, para o número de colmos por metro e por área, as 3 variedades apresentaram sempre o mesmo comportamento. Isto é, a comparação das médias dos cortes revelou aumentos significantes do 1º para o 2º e do 2º ao 3º cortes. Do 3º ao 5º cortes os aumentos revelaram a mesma tendência, mas não foram de significado estatístico.

Em cada corte e igualmente para estas duas variáveis, a CB 41-76, reconhecidamente de maior perfilhação, superou a CB 36-24. A CB 40-69 não diferiu das outras duas. A CB 36-24 teve menor aumento do número de colmos através os cortes do que as demais.

b) Com respeito ao peso médio dos colmos, a CB 36-24, tendo perdido apenas no 2º corte, revelou na análise conjunta significativa superioridade sobre as duas outras. Sendo a CB 36-24 reconhecidamente de colmos mais grossos que as outras duas, o fato confirmou a tendência revelada por V. DILLEWIJN (1952) de que as variedades de colmos grossos tendem a perfilhar menos. Não se observou nada no transcorrer do experimento que pudesse apontar a CB 36-24, nas altas densidades; como mais resistente ao período de seca, devido ao seu mais desenvolvido sistema radicular. Também essa hipótese, formulada como possível razão para as interações entre espaçamento e densidade, não se verificou.

c) Com exceção do 2º corte, a CB 36-24 superou as demais em todos os cortes, em produção de cana por hectare. Essa significância

porém não foi suficiente para diferenciá-la estatisticamente, quando da análise das médias dos 5 cortes. A CB 36-24, foi superior apenas à CB 40-69, que por sua vez não diferiu da CB 41-76.

Desta forma, com um C.V. de 5,91%, a CB 36-24 produziu na média dos 5 cortes, 1,3 toneladas a mais que a CB 41-76 e 3,5 toneladas a mais que a CB 40-69.

Para o caso de espaçamentos, a produção de cana por hectare esteve mais relacionada com a população de colmos enquanto que para densidade, a população e o peso médio dos colmos contribuíram igualmente. No caso de variedades pode-se observar que o peso dos colmos teve grande influência, pois a CB 36-24 com menor população, mas com colmos mais pesados, apresentou a maior tonelagem de cana por hectare.

d) A variedade CB 36-24 conhecida como de riqueza inferior à padrão CB 41-76, superou esta, praticamente em todos os cortes, e confirmou, na análise conjunta, sua significativa superioridade sobre a CB 41-76, e sobre a CB 40-69.

A CB 36-24 variou mais acentuadamente a sua riqueza, de corte para corte. A CB 40-69 apresentou marcante recuperação com a maior precipitação ocorrida no 5º corte, superando as demais. Este fato reforça a sua característica de maior dependência às condições de umidade, provavelmente em decorrência de um sistema radicular mais superficial e limitado.

e) As diferenças em tonelagem de açúcar por hectare, significativas em favor da CB 36-24 do 1º ao 4º cortes, também se mostraram



consistentes quando da análise conjunta dos diversos cortes. Sua maior riqueza e maior produção de cana em toneladas, lhe garantiram 1,09 toneladas de açúcar a mais que a CB 40-69 e apenas 0,51 toneladas de açúcar a mais que a CB 41-76. Quadro 30.

## 5. CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES GERAIS

Em termos gerais, pode-se dizer que as condições que prevaleceram durante todo o transcorrer do presente experimento favoreceram o desenvolvimento normal das plantas, permitindo que as observações feitas nos cinco ciclos refletissem realmente os efeitos dos tratamentos estudados.

Os níveis de fertilidade proporcionados pelas adubações e os bons índices pluviométricos garantiram uma produção média, para os 5 cortes, de 96,4 toneladas de cana por hectare e 10,7 toneladas de açúcar por hectare. Estes dados refletem as boas condições gerais do ensaio se compararmos com a média de 60-70 toneladas de cana por hectare, para 3 cortes, comumente encontrada na prática.

Os diferentes índices pluviométricos ocorridos nos cinco cortes, também permitiram observar que a competição por água, nos anos mais secos, é um fator limitante à produção e que o mesmo tende a agravar-se com o aumento da população.

Independente de espaçamentos, densidades, variedades, clima e outros fatores a população de colmos cresceu com a sequência dos cortes, simultaneamente com o decréscimo do peso médio dos colmos; a população que garantiu a produção média de 96,4 toneladas por hectare, foi de 85.916

colmos por hectare e 10,8 colmos por metro linear.

Independente dos tratamentos estudados, também a riqueza apresentou variações com nítida tendência a alternar altos e baixos teores de sacarose por tonelada de cana, com a sequência dos cortes.

Embora em um único caso o C.V. (coeficiente de variação) tenha atingido a 28,7%, em média ele oscilou entre 3,4% a 8,09%. Este fato realça a adequação dos delineamentos escolhidos e dos métodos utilizados.

A ausência de interações expressivas entre espaçamentos, densidades e variedades e a observação de apenas discretos efeitos de competição entre plantas, leva a admitir-se que, para as condições deste ensaio, os espaçamentos e densidades testados estiveram aquém dos limites requeridos para uma competição depressiva nos fatores de produção.

Além das observações e comentários já feitos na discussão dos resultados, os elementos obtidos permitem sintetizar as seguintes principais conclusões com respeito a espaçamentos, densidades e variedades.

a) Os menores espaçamentos 1,00 m, 1,00 m D e 1,50 m D produziram população de colmos e tonelagens de cana e de açúcar significativamente superior aos mais largos, incluindo os padrões 1,30 m e 1,60 m. Por sua superioridade de 20% em produção de cana e 15% em açúcar sobre os padrões, os dois espaçamentos duplos citados podem ser considerados como alternativa para contornar os problemas de bitola das máquinas utilizadas.

b) Os principais efeitos de espaçamentos decorreram das diferenças das populações iniciais, mantendo-se durante os cinco cortes.

c) Espaçamentos entre linhas afetaram principalmente a população de colmos, sem interferir no peso médio desses colmos e apenas discretamente na riqueza.

d) Espaçamentos entre sulcos não afetaram a germinação, mas altas densidades de gemas (tolêtes) dentro do sulco podem ser fator de redução na porcentagem de germinação.

e) A maior densidade de plantio, 12 gemas por metro, produziu maior população, maior tonelagem de cana e de açúcar por hectare, indicando que os padrões de 6 e 9 gemas por metro seriam insuficientes para garantia das produções máximas.

f) Os principais efeitos de densidades também foram na população inicial, diluindo-se no transcorrer dos cortes.

g) Densidades de plantio afetaram basicamente as características da população, reduzindo o peso médio dos colmos às maiores densidades e reduzindo a riqueza na menor densidade.

h) O aumento de distâncias entre sulcos tende a aumentar o número de colmos por metro e o conteúdo em sacarose, enquanto a redução de densidades de plantio, dentro do sulco, tende também a reduzir o número de colmos por metro, por hectare e a sua riqueza. Todos estes efeitos porém pouco afetaram a produção final.

i) População de colmos por área e o peso médio dos colmos são os principais componentes da produção de cana e açúcar por área.

j) As diferenças entre as 3 variedades estudadas foram totalmente decorrentes de suas próprias características, independentes da existência de espaçamento ou densidades ótimas para cada variedade.

## 6. RESUMO

Com o objetivo de estudar os efeitos de espaçamentos entre linhas e densidades de plantio na população e produção de três variedades de cana-de-açúcar, foi instalado na Estação Experimental de Piracicaba, em 1965, um experimento com parcelas subdivididas, com as parcelas envolvendo 6 espaçamentos (1,00, 1,30, 1,60, 1,90, 1,00 duplo e 1,50 m duplo) e as sub-parcelas em arranjo fatorial para 6,9 e 12 gemas por metro como densidades de plantio e as variedades CB 40-69, CB 41-76 e CB 36-24.

As avaliações dos efeitos dos tratamentos e suas interações foram feitas durante 5 cortes consecutivos, através da determinação da porcentagem de germinação, número inicial de plantas por metro e por hectare (só para o primeiro corte); número de colmos por metro de sulco e por hectare; peso médio dos colmos; riqueza da cana em quilos de açúcar por tonelada de cana; produção de cana e açúcar em toneladas por hectare.

As condições climáticas predominantes nos 6 anos de duração do experimento foram satisfatórias e permitiram observações em anos agrícolas com precipitação pluviométrica dentro, acima e abaixo da média regional.

Além das análises individuais de cada corte separadamente, foi feita uma análise estatística das médias dos cortes cujos resultados

permitiram as seguintes principais conclusões:

a) As três menores distâncias entre sulcos produziram maior número de colmos por hectare; maior tonelagem de cana e de açúcar por hectare do que as três maiores;

b) os espaçamentos entre sulcos não afetaram o peso médio dos colmos e apenas discretamente a riqueza da cana em favor dos mais largos;

c) os espaçamentos duplos apresentaram índices de produção que lhes permitem serem considerados como alternativa para contornar problemas de bitola das máquinas na motomecanização.

d) as maiores densidades de plantio proporcionaram maior população, menor peso médio dos colmos e maior produção de cana e de açúcar por hectare;

e) não houve interações significativas entre variedades x espaçamentos, espaçamentos x densidades, ou densidades x variedades; as diferenças entre variedades foram decorrentes de suas próprias características;

f) independente de espaçamentos, densidades ou variedades as populações de colmos aumentaram e os pesos médios dos colmos diminuíram sistematicamente com a sequência dos cortes, enquanto que a riqueza da cana em sacarose variou alternativamente desde a cana planta até o 5º corte.

## 7. SUMMARY

The effects of spacing between rows and within rows (planting density) on the population and production of three sugar cane varieties, were proposed to be studied in an experiment set up on the Sugarcane Experiment Station, in Piracicaba, S. Paulo, Brazil.

It was chosen a split-plot design using six plots for spacings between rows (1,00 m, 1,30 m, 1,60 m, 1,90 m, 1,00 - 0,50 - 1,00 (double row) and 1,50 - 0,50 - 1,50 m (double row) and 6, 9, and 12 buds per linear meter (planting rate) in a factorial arrangement with the varieties CB 40-69, CB 41-76, and CB 36-24 as sub-plots.

The evaluation of the effects of the treatments and their interactions, were performed for 5 cuts (planting cane and 4 ratoons), by determining: percent of germination, initial number of plants per linear meter and per hectare (only for the first cut), number of millable stalks per linear meter and per hectare, the mean weight of the stalks, sucrose content of the cane, tons of cane and sugar per hectare.

The climatic conditions prevailing during the span of the experiment (six years) were favorable to plant growth and allowed observations under good and deficient water regimens (natural rainfall).

In addition to the statistical analysis for each cut separately, the analysis for the means of the 5 cuts led to the following general conclusions:

a) The three closer row spacings produced significant higher number of millable stalks per hectare and higher tonnage of cane and sugar per hectare than the wider spacings;

b) Spacing between rows did not affect the mean weight of the stalks and just a discrete effect on the sucrose content of the cane was observed in favor of the wider spacing (1,90 m);

c) The superiority of the double-row spacings upon the checks (1,30 and 1,60 m) for production of cane and sugar, suggests those spacings as a mean to counteract problems of field mechanization;

d) The higher planting density (12 buds/meter) produced higher plant population at harvest time; lower mean weight of the stalks and higher tonnage of cane and sugar than the 6 and 9 buds/meter;

e) The interaction between varieties x spacings, varieties x planting density, spacing x planting density, did not materialize; Differences among varieties were consequence of their own characteristics;

f) Independent of spacings, varieties, planting densities and climate, it was observed a consistent increase in the stalk population with the sequence of the cuts. In the same way the mean weight of the stalks decreased significantly and the sucrose content of the cane varied alternately from planting cane to the 4th ratoon.



### 8. BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE Jr., J.M. 1940. Relatório da Secção de Cana de Açúcar do Instituto Agronômico de Campinas, S. Paulo : 1-80.
- ARCENEUX, G. 1935. "A simplified method of making theoretical sugar yield calculations". Int. Sugar Jour. 37; 264-265.
- ARRUDA, H.C. 1961. "Contribuição para o estudo da técnica cultura da cana-de-açúcar no Estado de S. Paulo". Tese de doutoramento apresentada à E.S.A. "Luiz de Queiroz" da Universidade de S. Paulo.
- BAINS, A.S. 1959. "Effect of spacing and seed rate on the growth and yield of sugarcane under varying levels of nitrogen": Indian Sugar, 9.
- BARTLETT, G.S. 1965. "A discussion of major considerations resulting from the introduction of mechanical cane harvesters into the South African Sugar Industry", Proceedings of 12th I.S.S.C.T. pp. 271-6.
- BLANCO, H.G. e GODOY, H. 1967. "Cartas das chuvas do Estado de S. Paulo". Secção de Climatologia Agrícola. Instituto Agronômico de Campinas.
- BOYCE, J.P. 1968. "Plant crop results of a row spacing experiment at Pangola", Proc. Ann. Congress South African Sugar Tech. Assoc. 42: 136-42.

- BRILLANTE, A.J. 1953. "Spacing-distance of furrow and hill experiment".  
Sugar News 29:163-4.
- BUREAU OF SUGAR EXPERIMENT STATION. 1962. "Queensland Bureau experiments  
with distance apart of cane rows", Queensland Prod. Rev. 52(2):25.
- BURR, G.O. et al. 1957. "The sugarcane plant", Ann. Review of Plant  
Physiology 8:275-308.
- CAMARGO, A.P. e ORTOLANI, A.A. 1964. "Clima das Zonas Canavieiras do  
Brasil". Capítulo V in Cultura e Adubação da Cana de Açúcar. Ins-  
tituto Brasileiro de Potassa.
- CHEN, W.T. 1966. "A study on a method of planting sugarcane on tidal  
land at Yung Lin., I. The influence of various row spacings on cane  
yield", Rep. Taiwan Sugar Exp. Sta. 42:87-96.
- DILLEWIJN, Van C. 1952. The Botany of Sugarcane. The Chronica Botani-  
ca Co., Mass.
- ESTACION EXPERIMENTAL AGRICOLA DE TUCUMÁN. 1963. "Sugarcane planting  
methods", Public. Misc. Estación Experimental Agrícola de Tucumán,  
Argentina, 15:9-13.
- EVANS, H. 1954. "Some preliminary results from field trials designed to  
test the value of various cultural practices under British Guiana  
conditions", Proc. Mtg. British West Indies Sugar Technol. Trinidad.  
pp. 87-95.
- FREEMAN, K.C. 1968. "Influence of row spacings on yield and quality of  
sugarcane in Georgia", Agronomy Jour. 60:424-5.
- FU, H.C., SOO, T.P. e HSIEH, Y.H. 1965. "A study on planting time and  
spacing of summer-planted sugarcane". Rep. Taiwan Sugar Exp. Sta.  
38:1-12.

- GILL, P.S. e ALAM, M. 1962. "Possibilities of reduction of seed-rate in pre-winter planted sugarcane", Indian Sugar 12:111.
- GLOWER, J. 1968. "Further results from the Mount Edgecomb root laboratory", Proc. 42d Cong. South African Sugar Technol. Assoc., pp.123-132.
- HAWAII. 1951. "Hawaii tries new planting scheme", Sugar, 46(3):48.
- HAWAIIAN COMMERCIAL & SUGAR CO. 1951. "Row spacing experiments" Special public., Puanene, Maui, Hawaii.
- HEBERT, L.P., MATHERNE, R.J. e DAVIDSON, L.G. 1965. "Row spacing experiments with sugarcane in Louisiana", Proc. 12th I.S.S.C.T. Congress, pp. 96-102.
- HUMBERT, R.P. 1968. The Growing of Sugarcane. Elsevier Publishing Co.
- KNOWLES, W.H.C. e CAMERON, C. 1950. "Field experiments with sugarcane." Sugar Bulletin British Guiana, Dept. Agric. 18:1-37.
- LOCSIN, C.L. e GUILLERMO, R.J. 1953. "Victoria Milling Corp. experiment No. 150 - Furrow distancing", Sugar New 29:265-8.
- MARCOS, Z.Z. 1971. "Morphologic and Physical properties of fine-textured oxisols - State of São Paulo, Brazil". Tese para Ph.D. - Agronomy - Department - OHIO State University U.S.A..
- MATHERNE, R.J. 1971. "Influence of interrow spacing and planting rate on stalk population and yield of cane in Louisiana". U.S.D.A. Proc. of the XIV Congress of the Intern. Soc. Sugarcane Technol.
- MATHUR, B.K., BHADAURIA, V.S. e SINGH, A. 1968. "Study on the effects of different doses of N and systems of plant on plant cane and its subsequent effect on ratoon crop". Indian Sugar.

- MISRA, G.N. 1965. "A new system of spacing sugarcane rows," Indian Sugarcane Journal 9:193-5.
- MORA, C.R. e URGEL, G.U. 1966. "Influence of rate and time of planting on ratoons of four sugarcane varieties", Philippine Sugar Inst. Quarterly 12(1):2.
- NICKELL, L.G. 1967. "Agricultural aspects of transplanting and spacing". Rep. Hawaiian Sugar Technologist 26:147-155.
- ORTEGA, D. e MONZON, D. 1962. "Distancias y densidades de siembra mas convenientes en 5 variedades de cana de açucar". Est. Exp. de Occidente - Boletin Tecnico No. 10. Maracay, Venezuela.
- PAO, T.P., HUNG, S.L. e YEH, Y.T. 1966. "Studies on the multiplication of sugarcane setts in a spring nursery using top cuttings. III". Rep. Taiwan Sugar Exp. Sta. 39:41-60.
- PARANHOS, S.B. 1971. "Evaluation of the factors affecting or being affected by plant population and distance between rows for the sugarcane plant". Tese para obtenção do M.Sc. - Agronomy Department, Ohio State University, U.S.A.
- PATIL, S.V., TIPPANNAVAR, M.B. e KULKARNI, M.V. 1958. "Effect of spacing cum nitrogen application on the yield of sugarcane in Malnad tract", Mysore Agric. Jour. 33:66-70.
- PEARSON, C.H.O. 1958. "Space planting of sugarcane in relation to moisture". Proc. 32nd Ann. Cong. South Africa Sugar Technol., p. 99.
- RAHEJA, P.C. 1956. "Physiological researches in relation to agronomy of sugarcane in India", Proc. 9th Cong. I.S.C.T. 1:400-418.

- ROHRIG, P.E., ELLIS, T.O. e ARCENEUX, G. 1960. "Results of experiments on distance of planting sugarcane under dry land conditions at Central Romana", Proc. Mtg. B.W.I. Sugar Tech., p. 88.
- ROUILLARD, G. 1969. "Results on spacing experiment", Annual Rep. Mauritius Sugar Ind. Res. Institute, p. 102.
- SOUTH AFRICAN SUGAR ASSOCIATION EXPERIMENT STATION. 1967. "Varieties and plant population" S.A.S.A. Experiment Station Ann. Report, pp. 48-51.
- TANG, K.H., e HO, F.W. 1956. "A comparison study of different planting systems in connection with the mechanized cultivation of sugarcane", Rep. Taiwan Sugar Exp. Stat. 14:36-46.
- \_\_\_\_\_. 1962. "A comparative study of different planting systems in connection with the mechanized cultivation of spring plant cane", Rep. Taiwan Sugar Exp. Stat., 28:97-106.
- \_\_\_\_\_. 1964. "Effect of density of planting on the yield of autumn plant cane and its 1st ratoon", Rep. Taiwan Sugar Exp. Stat., 36: 17-30.
- THOMPSON, G.C. 1962. "Sugarcane plant populations", South African Sugar Jour., 46:961-963.
- \_\_\_\_\_ e DUTOIT, J.L. 1965. "The effects of row spacing on sugarcane crops in Natal", Proc. 12th Cong. I.S.S.C.T., p. 103.
- TSE, C.C. e CHU, J.M. 1964. "Study on the spacing of the new sugarcane variety F. 146", Rep. Taiwan Sugar Exp. Station 36.
- TSENG, P.M. e LOH, C.S. 1956. "Studies on tillering of sugarcane", Proc. 9th I.S.S.C.T., pp. 22-40.

- URGEL, G.U. et al. 1966. "Influence of planting density and furrow distance on the yield of cane and sugar", Philippine Sugar Inst. Quart. 12:19-24.
- VEIGA, F.M. 1950. "Ensaio de espaçamento de Cana de açúcar". Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. Bol. 7:1-24.
- VICTORIA MILLING CO. 1966. 33-50% reduction in cane stand does not decrease yield markedly" Experiment Station Bulletin, Victoria Milling Co., 13(11-12):3.
- \_\_\_\_\_. 1967. "Low planting density and wide rows produce as much as high planting density and narrow rows" Experiment Station Bulletin, Victoria Milling Co. 14(5-6):5.
- WEBSTER, J.N.P. 1931. "Widths of cane rows in various sugarcane countries", Hawaiian Planters' Record 35:217-231.
- WIGHTAM, G.M. 1955. "The effect of spacing on plant population", J. Jamaican Assoc. Sugar Tech. 18:17-21.
- WILLIAMS, C.H. e FORTE, L.A. 1940. "A sementeira da cana-de-açúcar em linhas simples e linhas duplas". Revista A FAZENDA, 256-257.
- YUSUF, N.D. e MUHAMMAD, W. 1954. "Studies on the cultural aspects of sugarcane", Proc. 6th Pakistan Sci. Conf. Karachi, pp. 24-27.