CONTEÚDO DE AÇÚCARES NO COLMO DO MILHO (*Zea mays* L.), EM FUNÇÃO DA AUSÊNCIA DA FRUTIFICAÇÃO

PAULO SÉRGIO LIMA E SILVA

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. ERNESTO PATERNIANI

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Agronomia. Área de Concentração: Genética e Melhoramento de plantas.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Junho - 1982

À memória de meu pai
A minha mãe e irmãos
A minha esposa e
filhos.

Aos Professores
E. Paterniani
e C. Vieira,
em homenagem

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Mossoró, ESAM, pela oportunidade que me foi oferecida, para a realização do curso.

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ESALQ, da Universidade de São Paulo, através do Departamento de Genética, pelo aperfeiçoamento de minha formação científica e cultural.

Ao Dr. Ernesto Paterniani, que além de contribuir para minha formação, deu-me apoio e orientou-me com segurança, consideração e interesse, durante todas as fases do curso.

Ao Dr. Marco Antônio Azeredo César, Prof. do Departamento de Tecnologia Rural da ESALQ, por sua colaboração na realização do trabalho de tese.

Ao amigo e colega de profissão José Torres Filho, Prof. da ESAM, pelos incentivos e inúmeros favores que gentilmente me prestou, durante minha estada em Piracicaba.

A Múcio Silva Reis e aos demais amigos e colegas do curso, pelo apoio e troca de idéias sobre os problemas do melhoramento de plantas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior, CAPES, do Ministério da Educação e Cultura, pela Bolsa de Estudos que me foi concedida.

Pela atenção com que fui distinguido e pela imprescindível colaboração que me prestaram durante o curso e/ou a realização do

trabalho de tese, sou grato aos funcionários da ESALQ ligados à Biblioteca Central, à Seção de Pós-Graduação e aos seguintes Departamentos: Genética; Tecnologia Rural; Solos, Geologia e Fertilizantes; Física e Meteorologia; e Matemática e Estatística.

Pela colaboração na realização de algumas análises relativas a este trabalho de tese, sou grato à Cooperativa Central dos Produtores de Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo, COPERSUCAR. Nesse particular, agradeço especialmente ao Engº Agrº Antônio Carlos Fernandes, Técnico da COPERSUCAR, por seu interesse e dedicação.

À Kathia, minha esposa, e a Mary, minha irmã, pela ajuda, incentivos e dedicação. Ao meu tio Cajuaz, por seu interesse na correção da redação do trabalho de tese.

Finalmente, sou grato à todas aquelas pessoas que, embora não mencionadas, contribuíram direta ou indiretamente para que o curso fosse realizado.

CURRICULUM VITAE

PAULO SÉRGIO LIMA E SILVA, filho de Milton Heloy da Silva e de Maria Consuelo Lima da Silva, nasceu aos 15 dias do mês de janeiro de 1950, em Fortaleza, Estado do Ceará.

Graduou-se Engenheiro Agrônomo em fins de 1971, pela Escola de Agronomia da Universidade Federal do Ceará.

Concluiu Curso de Mestrado em Fitotecnia, em julho de 1976, na Universidade Federal de Viçosa-Minas Gerais, defendendo tese intitulada "Comportamento de Variedades e Seleções de Arroz Sob Regime de Irrigação por Submersão e em Diferentes Níveis de Adubação Nitrogenada".

Trabalhou como Extensionista da Associação de Crédito e Assistência Rural de Minas Gerais, durante o ano de 1972. Em 1973, passou à Associação Nordestina de Crédito e Assistência Rural da Bahia. Permaneceu como Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária durante o período de 1974 a 1978. Desde aquele ano, ingressou na Escola Superior de Agricultura de Mossoró, onde atualmente é Professor Assistente.

Em março de 1980, iniciou Curso de Doutorado em Agronomia, na Área de Genética e Melhoramento de Plantas, na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	x
SUMMARY	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Cultivo de Milhos com Alto Teor de Açúcares no Colmo e Elevada Produção de Grãos	4
2.2. Cultivo de Milhos com Alto Teor de Açúcares no Colmo, mas que não Formam Espigas	5
2.2.1. Supressão da Frutificação Visando ao Estudo de Processos Fisiológicos	6
2.2.2. Supressão da Frutificação da Planta, Visando sua Utilização como Silagem ou Fonte de Alcool	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1. Localização, Clima e Solo	20
3.2. Delineamento, Unidade Experimental e Tratamentos	21
3.3. Plantio, Desbaste, Adubação e Capinas	23
3.4. Avaliação das Características Estudadas	23
3.4.1. Características Agronômicas	24
3.4.2. Características Tecnológicas	27
3.5. Análises Estatísticas	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1. Análises Estatísticas	38
4.2. Características Agronômicas	39

	Página
4.2.1. Floração	39
4.2.2. Produção de Milho no "Estado Verde"	41
4.2.3. Produção de Milho Maduro	43
4.2.4. Presença de Coloração Vermelho-Púrpura nas Folhas Acima da Espiga	46
4.2.5. Altura de Inserção da Espiga (AE), Al- tura da Planta (AP), e Índice AE/AP	48
4.2.6. Acamamento	50
4.3. Características Tecnológicas	53
4.3.1. Produção de Colmos	53
4.3.2. Umidade do Colmo	55
4.3.3. Quantidade de Caldo	58
4.3.4. Porcentagem de Sacarose Real no Caldo Extraído	61
4.3.5. Porcentagem de Sacarose Aparente no Caldo Extraído	63
4.3.6. Porcentagem de Açúcares Redutores no Caldo Extraído	66
4.3.7. Porcentagem de Açúcares Totais no Cal- do Extraído	68
4.3.8. Brix em Porcentagem do Caldo Extraído	70
4.3.9. Pureza do Caldo	73
4.3.10. Porcentagem de Fibra	78
4.3.11. Porcentagem de Sacarose Aparente em Re- lação ao Peso Fresco do Colmo	82
4.3.12. Porcentagem de Açúcares Redutores em Relação ao Peso Fresco do Colmo	84

4.3.13. Porcentagem de Açúcares Totais em Re- lação ao Peso Fresco do Colmo	86
4.3.14. Porcentagem de Sólidos Solúveis em Re- lação ao Peso Fresco do Colmo	86
4.3.15. Pureza do Colmo	89
4.3.16. Porcentagem de Sólidos Solúveis em Re- lação ao Total de Matéria Seca	91
4.3.17. Produção de Alcool	93
4.4. Considerações Gerais	95
4.4.1. Condições Ambientais	95
4.4.2. Comparação dos Resultados Obtidos com as Duas Análises	97
4.4.3. Efeitos da Seleção para Alto Teor de A- çúcares no Colmo	100
4.4.4. Efeitos da Supressão da Frutificação	104
4.4.5. Interação Cultivares x "Tratamentos de Espiga"	111
4.4.6. Alternativas para Produção de Alcool a Partir dos Colmos do Milho	112
5. CONCLUSÕES	115
LITERATURA CITADA	118
APÊNDICE	131

CONTEÚDO DE AÇÚCARES NO COLMO DO MILHO (*Zea mays* L.), EM
FUNÇÃO DA AUSÊNCIA DA FRUTIFICAÇÃO

Paulo Sérgio Lima e Silva

Orientador: Prof. Ernesto Paterniani

RESUMO

Neste estudo, objetivou-se avaliar o potencial do colmo de cultivares de milho, quanto ao teor de açúcares e de produção de álcool, em função da supressão parcial e total da frutificação. Pesquisas nesse sentido são desejáveis porque fornecem dados sobre o potencial energético da planta e geram informações sobre processos fisiológicos do milho.

O ensaio foi conduzido em Piracicaba-SP, utilizando-se o delineamento de blocos casualizados com parcelas subdivididas e 6 repetições. Nas parcelas, foram cultivadas 8 cultivares, incluindo: 1 híbrido duplo, 2 híbridos simples e 5 variedades de polinização-aberta. Às subparcelas foram aplicados os seguintes tratamentos: (a) IP = inflorescência feminina protegida; (b) IR = inflorescência feminina removida; (c) MV = colheita de milho "verde"; e (d) MM = colheita de milho maduro.

Os colmos, colhidos aos 109 dias do plantio, foram submetidos a duas análises: a primeira realizada imediatamente após a colheita das plantas, e a segunda depois de um período de 15 horas de armazenamento. Foram avaliadas 19 características.

Foi concluído que:

1. Os resultados das análises realizadas imediatamente após a colheita e depois de 15 horas de armazenamento dos colmos foram bem concordantes, para a maioria das características avaliadas.

2. Diferenças significativas entre cultivares e entre "tratamentos de espiga" foram encontradas para quase todas as características avaliadas. A interação cultivares x "tratamentos de espiga" foi significativa em poucas características.

3. Em geral, as variedades de polinização livre (principalmente as populações selecionadas para alto teor de açúcares no colmo) foram superiores aos híbridos simples e estes ao híbrido duplo, para grande parte das características tecnológicas avaliadas.

4. Os tratamentos IP, IR e MV não diferiram entre si e superaram, significativamente, o tratamento MM, na maioria das características interessantes na avaliação do colmo como fonte de álcool.

5. Nas plantas que receberam os tratamentos IP, IR e MV foram obtidos, com a primeira análise, os seguintes valores médios, em porcentagem do peso fresco do colmo: 4,6% de sacarose aparente, 1,1% de açúcares redutores, 6,6% de açúcares totais, 9,6% de sólidos solúveis e 794 l/ha de álcool. Nas plantas que receberam o tratamento MM, os valores obtidos foram: 3,6% de sacarose aparente, 1,0% de açúcares redutores, 5,5% de açúcares totais, 7,7% de sólidos solúveis e 616 l/ha de álcool.

6. De acordo com os resultados obtidos, seria possível produzir: (a) com frutificação normal: de 4257 a 6701 Kg/ha de grãos e de 384 a 855 l/ha de álcool; (b) com frutificação suprimida totalmente: de 573 a 1011 l/ha de álcool; (c) com frutificação suprimida parcialmente: de 573 a 1011 l/ha de álcool e de 45625 a 65313 espigas (ou de 7273 a 10600 Kg/ha de espigas) de milho "verde".

SUGAR CONTENT IN THE STALKS OF MAIZE (*Zea mays* L.), IN
FUNCTION OF THE SUPPRESSION OF FRUTIFICATION

Paulo Sérgio Lima e Silva

Adviser: Prof. Ernesto Paterniani

SUMMARY

A study was carried out to evaluate the potential of the stalks of eight maize cultivars, for sugar content and alcohol production, in function of the partial and total suppression of the frutification. The informations obtained are considered important not only to know more about the energetic potential, but also increase the knowledge of the physiologic processes of the corn plant.

The experiment was carried out in Piracicaba-SP, Brazil, during the 1980/81 season, using a randomized block design with split-plots and six replications. Plots represented the eight cultivars as follows: one double cross, two single crosses, and five open-pollinated populations. The following "ear treatments" were applied to sub-plots: (a) female shoots protected to avoid pollination (IP); (b) female shoots removed (IR); (c) ears of "green" corn at the milk stage removed (MV); and (d) mature kernels produced (MM).

Data from the stalks were obtained in two occasions: immediately after harvest of the plants (first analysis), and fifteen

hours later (second analysis).

It was concluded that:

1. For most of the traits studied, the results of the two analysis were very similar.

2. Significant differences among cultivars as well as among "ear treatments" were obtained for nearly all traits. Cultivars x "ear treatments" interaction was significant only for few traits.

3. In general, the open pollinated varieties (mainly the populations selected for high sugars content in the stalks) were superior to the single crosses and these to the double cross, for most of the tecnologic traits evaluated.

4. The IP, IR and MV treatments did not differ and were superior to the MM treatments for most of the traits studied.

5. The plants that received IP, IR and MV treatments showed on the average, with the first analysis: 4.6% apparent sucrose, 1.1% reducing sugars, 6.6% total sugars, 9.6% soluble solids, in percent of the fresh weight of the stalks, and 794 l alcohol/ha. The data obtained from the plants that received the MM treatments were as follows: 3.6% apparent sucrose, 1.0% reducing sugars, 5.5 total sugars, 7.7% soluble solids, and 616 l alcohol/ha.

6. The results obtained in this study show the possibility of to produce: (a) with normal frutification: of 4257 to 6701 Kg/ha of mature kernels and of 384 to 855 l alcohol/ha; (b) with total supression

of the frutification: of 573 to 1011 l alcohol/ha; (c) with partial suppression of the frutification; of 573 to 1011 l alcohol/ha, besides of 45625 to 65313 (or of 7273 to 10600 Kg) "green" corn ears/ha.

1. INTRODUÇÃO

Em fins de 1973, com o início dos elevados aumentos nos preços internacionais do petróleo, acentuou-se o problema energético brasileiro. Isso porque o Brasil vinha adotando o petróleo como sua principal fonte de energia, apesar de ter que importar a maior parte deste produto, para seu consumo. Essa situação, a par das perspectivas de esgotamento das reservas petrolíferas mundiais, fez com que várias soluções fossem consideradas. Particularmente, foi dada atenção a diversas formas alternativas de energia, tanto àquelas que, diferentemente do petróleo, são renováveis, quanto a outras que, embora esgotáveis, apresentam razoável potencialidade de serem obtidas internamente (BRASIL, 1978).

O interesse pela utilização no Brasil do álcool etílico, como fonte de energia renovável, foi motivado basicamente por duas razões (BRASIL, 1978): em primeiro lugar, devido à crise mundial de petróleo e, em segundo lugar, devido à retração ocorrida, a partir de 1974, no mercado internacional do açúcar. Assim, considerando-se estes dois problemas, equacionou-se uma política de substituição energética apoiada no etanol, política esta que viria a ser consubstanciada através do

Programa Nacional do Alcool (PNA), instrumento instituído oficialmente pelo Governo, em 1975, com objetivos e metas traçadas explicitamente.

Com uma estrutura agro-industrial bem desenvolvida, ao lado da problemática da queda dos preços internacionais do açúcar, era natural, portanto, que a cana-de-açúcar fosse eleita pelo PNA como a principal fonte de álcool combustível. Todavia, foi considerada também a possibilidade do aproveitamento da mandioca, sorgo sacarino, babaçu, e outras culturas, com os mesmos propósitos (BRASIL, 1978).

Nota-se, então, que a crise do petróleo tem estimulado o uso de fontes alternativas de energia, incluindo o emprego de espécies vegetais como fonte energética renovável. Dentre essas espécies, o milho pode ser considerado como uma possível opção, procurando-se obter álcool a partir dos colmos. Em relação a algumas outras culturas capazes de fornecer álcool, o milho apresenta as vantagens de ser uma cultura de ciclo curto, de cultivo fácil, bem conhecida e cultivada praticamente em todo o Brasil. Além do mais, trabalhos preliminares (VALVA, 1979) evidenciaram ser o milho uma planta promissora, do ponto de vista da obtenção de álcool, a partir de seu colmo.

Qualquer que seja a finalidade da utilização da parte aérea vegetativa de plantas de milho, deve-se decidir quanto a se plantar cultivares que além de apresentarem altos teores de açúcares no colmo, mostrem também elevada produção de grãos, ou a se cultivar milho com alto teor de açúcares no colmo, mas que não formem grãos.

Com relação ao presente estudo, o problema que se apresenta é, então, o da avaliação do potencial da cultura, seja apenas como fonte de álcool, seja como fonte de álcool e de grãos, "verdes" ou maduros. Experimentalmente, tal avaliação requer a supressão parcial ou total da frutificação do milho. Pesquisas nesse sentido são desejáveis porque, além de fornecerem dados sobre o potencial energético da planta, possibilitam aumentar os conhecimentos sobre processos fisiológicos do milho.

No presente trabalho, objetivou-se estudar os efeitos da supressão parcial e total da frutificação do milho, ou seja, da formação de grãos, sobre o comportamento de cultivares, principalmente, quanto àquelas características de interesse na avaliação do colmo como fonte de álcool combustível.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultivo de Milhos com Alto Teor de Açúcares no Colmo e Elevada Produção de Grãos

SINGLETON (1948) foi um dos primeiros a visualizar a possibilidade do cultivo de milho com alto teor de açúcares no colmo e elevada produção de grãos. Após analisar o teor de açúcares do colmo de uma série de linhagens, ele concluiu que seria possível incorporar o alto teor de açúcares em híbridos, de modo que a cultura produzisse espigas e, como subproduto, açúcar.

Influenciados pelos trabalhos de SINGLETON (1948), BLANCO *et alii* (1957) efetuaram, durante um período de 5 anos, intensivos trabalhos de seleção, visando o desenvolvimento de híbridos com alta produção de grãos e que apresentassem, após a colheita, plantas com alto teor de açúcares no colmo. Eles constataram, entre outras coisas, que:

a) Os melhores híbridos obtidos possibilitaram as seguintes produções: 13980 Kg de grãos, 20000 Kg de folhas verdes, 50000 Kg de

plantas verdes (sem espigas), 3398 Kg de sólidos solúveis, e 2378 Kg de açúcares ou 1426 l de álcool;

b) Alta porcentagem de sólidos solúveis no suco do colmo, após a maturação, foi correlacionada com resistência a doenças do colmo e de raízes;

c) Em híbridos com alto teor de açúcares no colmo, a porcentagem de proteína nos grãos foi aumentada, sem sacrifício do rendimento de grãos, contrariando os resultados de outras pesquisas que mostram que a porcentagem de proteína dos grãos diminui, com o aumento da produção de grãos.

2.2. Cultivo de Milhos com Alto Teor de Açúcares no Colmo, mas que não Formam Grãos

O cultivo de milhos com alto teor de açúcares no colmo, mas que não formam grãos deve ser feito com híbridos macho-estéreis, sem genes restauradores da fertilidade. Segundo VALVA (1979), esta seria a alternativa mais interessante para as condições brasileiras atuais. Para ele, um milho sem presença de grãos e com alto teor de açúcares no colmo poderia ser utilizado para a produção de álcool, sendo industrializado, sem muitos problemas, pelas usinas de cana-de-açúcar, na época de entre-safra, aproveitando as instalações já existentes.

Experimentalmente, o impedimento da frutificação do milho tem sido conseguido através de uma das seguintes maneiras (HUNTER, 1978):

- a) Uso de citoplasmas macho-estéreis;
- b) Remoção das inflorescências femininas;
- c) Proteção das inflorescências femininas com sacos, antes da emergência dos estilo-estigmas.

Os trabalhos que têm sido realizados sobre a supressão da frutificação podem ser agrupados, de um modo geral, em duas classes:

a) Estudos cuja finalidade básica é a obtenção de conhecimentos relativos aos processos fisiológicos do milho. É nesta classe que se enquadra a grande maioria dos trabalhos realizados;

b) Estudos que visam, fundamentalmente, à possibilidade da utilização de plantas de milhos que não formam grãos como, por exemplo, forragem ou fonte de álcool.

É evidente que a classificação supra-referida é um tanto arbitrária, já que pesquisas mais aplicadas, objetivando a utilização da planta de milho, também geram conhecimentos sobre fisiologia e vice-versa, isto é, trabalhos sobre processos fisiológicos podem fornecer subsídios a uma eventual utilização da planta. Todavia, para os propósitos desta revisão, a classificação acima parece útil, e será usada.

2.2.1. Supressão da Frutificação Visando ao Estudo de Processos Fisiológicos

Com relação ao estudo de processos fisiológicos, os trabalhos realizados sobre supressão da frutificação do milho procuram determinar, principalmente, as alterações nas relações fonte-depósito da

■lanta.

Segundo WILSON (1972), os conceitos de fonte e depósito têm sido usados em vários sentidos, embora a aplicação mais usual deles seja com relação a ganho ou perda de assimilados, em um sentido amplo. Para esse pesquisador, no contexto de assimilados, três critérios parecem ser utilizados para definir fontes e depósitos:

a) Transporte: fontes são regiões que exportam assimilados, enquanto que depósitos os importam;

b) Morfologia: devido ao fato de que folhas "maduras" tendem a ser associadas com produção e exportação de assimilados, enquanto outras partes - raízes, meristemas, frutos, e órgãos de armazenamento, durante sua fase de acumulação - tendem a estar associadas com importação e utilização de assimilados, os termos fonte e depósito são aplicados a partes particulares da planta. A definição de fonte e depósito, do ponto de vista da morfologia, segundo WILSON (1972), pode trazer dificuldades. Assim, um dado órgão pode, simultaneamente, importar e exportar assimilados, e produzir e utilizar assimilados. Em diferentes estágios do desenvolvimento, ou mesmo em diferentes momentos do dia, um ou outro processo pode predominar;

c) Metabolismo: fontes produzem assimilados, por fotossíntese ou por mobilização de materiais estocados, enquanto depósitos utilizam assimilados na respiração e crescimento (e em armazenamento, de acordo com algumas definições).

Tentando encontrar uma definição que possa ser aplicada de um modo geral e permita mensuração, WILSON (1972) propõe definir fontes e depósitos em termos de perdas e ganhos de uma dada substância, em uma parte determinada da planta. Assim, reconhecendo que uma parte particular do vegetal pode atuar simultaneamente como fonte e depósito, WILSON (1972) sugere que o *status* fonte-depósito seja representado por sinal, definindo fonte como positivo e depósito como negativo. O *status* fonte-depósito, em termos de transporte e metabolismo é, então, definido por:

$$\begin{aligned} \text{a) Transporte: } \textit{Status} \text{ fonte-depósito} &= \\ &= (E_1 - E_g) + (T_1 - T_g); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Metabolismo: } \textit{Status} \text{ fonte-depósito} &= \\ &= C_g - C_1, \end{aligned}$$

onde, respectivamente, E_g e E_1 representam ganho e perda por influxo e efluxo para o ambiente, T_g e T_1 importação e exportação por translocação, e C_g e C_1 indicam síntese e utilização por conversão química.

2.2.1.1. Alterações no Sistema Radicular

Dos estudos sobre supressão da frutificação do milho, poucos têm incluído avaliação das alterações no sistema radicular. Isso se deve, provavelmente, às dificuldades inerentes ao estudo desta parte da planta. SPENCER (1941) verificou que o impedimento da frutificação, pela proteção das inflorescências femininas, determinou aumentos de até:

(a) 48% no peso da matéria seca do sistema radicular; e (b) 33 a 52% nas raízes principais, e de 62 a 104% nas raízes laterais, KIESSELBACH(1948) obteve resultados semelhantes, com a remoção das inflorescências femininas. Ele observou que plantas com e sem espigas apresentaram sistema radicular pesando (peso seco/planta), respectivamente, 22 e 26 gramas.

Verifica-se, assim, que tanto a proteção como a remoção das inflorescências femininas da planta de milho levam a aumentos no peso seco do seu sistema radicular.

2.2.1.2. Alterações no Colmo

As modificações ocorridas no caule do milho, em decorrência do impedimento da frutificação têm sido mais estudadas que aquelas ocorrentes em outras partes da planta. Alguns dos estudos têm sido feitos no intuito de estabelecer relações entre tais modificações e resistência das plantas ao acamamento.

SAYRE *et alli* (1931) verificaram que o teor de açúcares totais, dos colmos de um híbrido duplo cujas inflorescências femininas foram protegidas na floração, aumentou até atingir o valor máximo de 10,5%, cerca de um mês após o tratamento. Por outro lado, nas plantas polinizadas, o teor máximo (9,0%) ocorreu aos 20 dias depois da floração. Constataram que a diferença foi devida, principalmente, à redução no teor de sacarose, já que a quantidade de açúcares redutores praticamente não foi alterada, pela proteção das inflorescências. VAN REEN e SINGLETON (1952), por outro lado, observaram que plantas polinizadas e

plantas com inflorescências femininas protegidas apresentaram colmos com, respectivamente: (a) 5,7 e 9,3% de sacarose; (b) 7,3 e 11,4% de açúcares totais; e (c) 10,8 e 14,9% de sólidos solúveis. Tais valores representam médias de 5 linhagens avaliadas aos 35 dias após a polinização. Aumentos no teor de sólidos solúveis, devidos à proteção das inflorescências femininas, foram constatados também por HUME e CAMPBELL (1972), em dois híbridos, e por VALVA (1979), em híbridos simples e duplo, variedades e híbrido intervarietal.

CAMPBELL (1964) foi, provavelmente, o primeiro a estudar os efeitos da supressão da frutificação (proteção das inflorescências femininas) sobre as frações solúvel e insolúvel da matéria seca do colmo do milho. Ele procurou testar a hipótese de que, em híbridos altamente produtivos, uma quantidade desproporcionalmente grande de fotossintatos é destinada às espigas, enquanto uma quantidade pequena é dirigida ao desenvolvimento de tecidos fortalecedores do colmo. Esta seria uma das possíveis explicações para a associação entre alto rendimento e alta incidência de acamamento, além daquela de que, nos híbridos altamente produtivos, um maior *stress* mecânico é imposto ao colmo, devido ao peso das espigas. Utilizando 3 híbridos simples, CAMPBELL (1964) verificou que plantas não-polinizadas apresentaram maior teor de sólidos solúveis que plantas polinizadas, mas não constatou diferenças entre os dois tipos de plantas, quanto ao teor de matéria seca insolúvel, representada por tecidos estruturais e vasculares. Segundo ele, estes resultados refutam a hipótese de que plantas sem produção de grãos destinam parte do excesso de nutrientes para promover maior desenvolvimento dos tecidos estruturais

do caule. A resistência ao acamamento estaria associada com altas concentrações de sólidos solúveis no colmo.

MORTIMORE e WARD (1964), como CAMPBELL (1964), acreditam que as podridões da raiz e do colmo estejam relacionadas com a senescência. A resistência das plantas de milho aos microrganismos causadores dessas podridões dependeria de um certo grau de vigor fisiológico, particularmente nos colmos, durante o período de pós-maturidade. Tal vigor seria função de uma taxa respiratória fixa, apoiada por um contínuo suprimento de carboidratos. A queda do vigor abaixo de certo nível, devido a condições adversas, tornaria a planta suscetível a uma ampla gama de microrganismos saprófitas ou fracamente parasitas, que produziriam uma degradação prematura do colmo. Apoiando estas suposições, MORTIMORE e WARD (1964) verificaram que a restrição da formação de espigas (inflorescências femininas protegidas), em dois híbridos simples (um suscetível e outro resistente à doença, mas com produtividades semelhantes), evitou completamente que as plantas apresentassem caules apodrecidos. Além do mais, baixas populações de plantas reduziram efetivamente a incidência da doença no híbrido suscetível, enquanto altas populações tenderam a diminuir a resistência do outro híbrido. Constatou-se também que o desfolhamento aumentou a quantidade de caules podres em ambos os híbridos.

Todavia, para vários outros pesquisadores (JOSEPHSON, 1962; LIEBHARDT e MURDOCK, 1965; LIEBHARDT *et alii* 1968), a suscetibilidade ao acamamento estaria mais associada com deficiência em potássio do que com microrganismos. Para explicar o colapso do parênquima de colmos e raízes deficientes em potássio, LIEBHARDT *et alii* (1968) postularam

um mecanismo baseado nos seguintes processos:

a) O parênquima do caule e raiz senesce prematuramente, quando K é deficiente, provavelmente, como resultado de um metabolismo anormal do nitrogênio na planta;

b) No período de enchimento dos grãos, grandes quantidades de carboidratos são mobilizadas para a espiga, a partir das raízes e colmos. Esta perda de material é particularmente grande, quando K é deficiente, devido a uma menor taxa de produção de carboidratos, que é especialmente evidente nas folhas inferiores;

c) Como um resultado da exaustiva translocação de material do colmo e raízes para a espiga, o parênquima desintegra-se. Isto resulta em um colmo fraco e leva ao acamamento da planta.

Assim, tem sido verificado que a proteção das inflorescências femininas do milho leva a aumentos no teor de sacarose, de açúcares totais, e de sólidos solúveis do colmo, mas não parece afetar ou alterar muito pouco os teores de açúcares redutores e de matéria seca insolúvel desta parte da planta. Parece provável que tais mudanças estejam associadas ao acamamento. Todavia, não existe concordância entre as hipóteses sugeridas para explicar esta associação. Na realidade, não existem motivos para que tais hipóteses sejam mutuamente exclusivas, ou que somente elas possam explicar a associação. A resistência das plantas de milho ao acamamento é, provavelmente, função de inúmeros fatores ligados à planta, os quais são influenciados de maneira complexa pelas condições ambientes.

2.2.1.3. Alterações nas Folhas

O impedimento da frutificação tem sido associado com vários tipos de alterações nas folhas do milho.

GARBER *et alii* (1936) verificaram que plantas de uma linhagem geneticamente estéril apresentaram folhas com peso seco superior em 20% ao das folhas das plantas normais. Ademais, quando as bainhas foliares foram incluídas na análise, o aumento no peso seco passou a ser de 36%. Similarmente, CAMPBELL (1964) constatou que a acumulação de matéria seca em folhas de plantas com inflorescências femininas protegidas excedeu, significativamente, àquela das plantas normalmente polinizadas.

São conflitantes os resultados dos trabalhos realizados para avaliar a influência da supressão da frutificação sobre o processo fotossintético. VERDUIN e LOOMIS (1944) encontraram concentrações de açúcares acima de 10% (2 a 4 vezes a concentração normal) nas lâminas foliares de plantas com inflorescências femininas protegidas da polinização. Surpreendentemente, segundo eles, o efeito dessa proteção foi mais para aumentar do que para diminuir a absorção de CO_2 . Assim, em nenhum momento, a absorção média das folhas com alto teor de açúcares foi menor do que aquela de folhas com baixo teor de açúcares. Aliás, duas a quatro semanas após a floração, as folhas das plantas que não frutificaram mostraram absorção significativamente maior que a absorção das folhas das plantas não-tratadas. Esses autores acreditam que a fotossíntese em milho não é inibida pela acumulação dos produtos finais. MOSS (1962), por sua vez, encontrou que, na floração, não existiu diferença entre plantas polinizadas e plantas com inflorescências femininas protegidas,

quanto à taxa assimilatória líquida de CO_2 . Todavia, 38 dias depois, plantas com frutificação suprimida mostravam apenas 55% da taxa assimilatória de plantas com frutificação normal. Próximo à maturidade, essa taxa foi baixa em ambos os tipos de plantas, porém foi maior nas não-polinizadas.

Uma diferença interessante entre plantas polinizadas e plantas com frutificação suprimida, que tem sido observada por vários pesquisadores, refere-se à coloração das folhas. Por exemplo, GARBER *et alii* (1936) verificaram que, na colheita, as folhas de plantas estéreis apresentavam forte coloração avermelhada, em contraste com as folhas normais, nas quais essa coloração pouco se manifestou. MOSS (1962), por outro lado, constatou que, próximo à maturidade, as plantas com inflorescências femininas protegidas possuíam folhas verdes e colmos e margens foliares de cor púrpura, enquanto plantas polinizadas mostravam folhas secas, típicas de plantas maduras. Semelhantemente, ALLISON e WEINMAN (1970) notaram que, em plantas cujas inflorescências femininas foram protegidas ou removidas, as folhas acima da espiga desenvolveram coloração vermelho-púrpura. Ademais, poucas plantas mostraram esta coloração em uma ou duas folhas abaixo da espiga. Segundo eles, tal coloração seria devida, provavelmente, à acumulação de antocianina.

2.2.1.4. Alterações na Planta como um Todo

Em geral, a supressão do desenvolvimento dos grãos resulta em maior armazenamento de fotossintatos no colmo, folhas, e raízes, mas tende a reduzir o produto fotossintético total. Assim, GARBER *et alii*

(1936) observaram que o peso seco por planta de uma linhagem geneticamente estéril foi de apenas 95,5 g, em contraste com aquele de plantas normais que atingiu o valor de 138,7 g. Similarmente, KIESSELBACH (1948) verificou que, em plantas nas quais as inflorescências femininas tinham sido removidas, o peso de matéria seca por planta nas frações raízes e colmo mais folhas foi de, respectivamente, 26 e 159 g. Nas plantas com espigas, ele obteve pesos de 22, 103 e 98 g de matéria seca para, respectivamente, raízes, colmo mais folhas e grãos.

2.2.2. Supressão da Frutificação da Planta, Visando sua Utilização como Silagem ou Fonte de Alcool

A parte aérea vegetativa de plantas de milho com alto teor de açúcares no colmo pode servir, entre outras, para as seguintes finalidades: a planta inteira para silagem; as folhas como forragem; o suco do colmo para obtenção de álcool, xarope, etc. e o bagaço do colmo para o fabrico de papel, etc. Todavia, os estudos visando sua utilização distribuem-se, principalmente, em duas categorias: uns para uso da planta como material de silagem e outros para uso do colmo como fonte de álcool combustível.

2.2.2.1. Utilização da Planta de Milho para Silagem

O milho, como material para silagem, tem sido um componente básico de rações para ruminantes, especialmente nas regiões de pecuária mais desenvolvida.

Diversos pesquisadores (MARTEN e WESTERBERG, 1972; HUNTER, 1978; PHIPPS e WELLER, 1979; WILKINSON e PHIPPS, 1979; PHIPPS *et alii*, 1979 e PHIPPS *et alii*, 1981) acreditam que a boa qualidade da silagem de milho esteja relacionada a uma grande quantidade de grãos na forragem. Assim, para MARTEN e WESTERBERG (1972), ao invés de cultivares macho-estéreis com alto teor de açúcares, os melhoristas devem se preocupar em desenvolver cultivares macho-férteis, com alta produção de grãos, quando o objetivo for a produção de silagem. Eles chegaram a essa conclusão após estudo envolvendo um híbrido macho-fértil, com alta produção de grãos, e um macho-estéril com alto teor de açúcares. Nos dois genótipos, plantas sem espigas foram obtidas pela proteção das inflorescências femininas. Por outro lado, plantas com grãos foram conseguidas por polinização natural, no caso da cultivar macho-fértil, e por polinização manual, na outra cultivar. MARTEN e WESTERBERG (1972) constataram que a supressão da frutificação reduziu a concentração total de carboidratos não-estruturais em ambas as cultivares, mas afetou negativamente a digestibilidade *in vitro* apenas no híbrido macho-fértil. Em ambos os híbridos, plantas com grãos produziram 20% mais matéria seca que plantas sem grãos.

Alguns pesquisadores têm conseguido forragem com mais ou menos grãos cultivando genótipos sensíveis a alterações na densidade de plantio, em diferentes densidades. Tais pesquisadores, em concordância com MARTEN e WESTERBERG (1972), têm concluído que grandes quantidades de grãos na forragem, mesmo não afetando a composição química ou o valor nutritivo da forragem fresca (PHIPPS e WELLER, 1979) ou o padrão de

fermentação da silagem (WILKINSON e PHIPPS, 1979), ainda são vantajosas. Isso porque forragens com grandes quantidades de grãos, em relação a forragens com pequenas quantidades de grãos, podem ser colhidas mais cedo, com um teor de matéria seca suficientemente alto para evitar perda extensiva de nutrientes (PHIPPS e WELLER, 1979 e WILKINSON e PHIPPS, 1979), e determinam maior produção de leite (PHIPPS *et alii*, 1979) e maior ganho de peso vivo (PHIPPS *et alii*, 1981), em gado bovino.

Vários outros pesquisadores (CUMMINS e McCULLOUGH, 1971 e BUNTING, 1975), por outro lado, são de opinião de que é exagerada a importância atribuída a uma grande quantidade de grãos, como um requerimento essencial na quantidade e qualidade da forragem de milho. Nesse sentido, CUMMINS e McCULLOUGH (1971) compararam silagens de milhos macho-estéril e macho fértil, evitando a frutificação do tipo macho-estéril pela proteção de suas inflorescências femininas ou isolando-o, no espaço, do plantio de outros milhos. Não existiram diferenças significativas entre os dois tipos de forragem, quanto a uma série de características de interesse no julgamento do valor de uma silagem. Os rendimentos de forragem seca foram similares para os dois tipos de milho, no primeiro ano, tendo o macho-estéril superado o macho-fértil, quanto a este caráter, no ano seguinte. Foi concluído que, para silagem, plantas sem grãos são comparáveis àquelas com grãos. BUNTING (1975), em concordância, verificou que a ausência de grãos teve pouco efeito sobre os teores de nitrogênio, cinzas e matéria seca digestível *in vitro*, mas aumentou o teor de material solúvel em pepsina e de carboidratos solúveis em água. Para ele, pode não ser justificada a crença de que as melhores variedades produtoras de grãos serão também as melhores para a produção de

forragem.

Conforme se observa, são discordantes as opiniões a respeito da importância da quantidade de grãos sobre o valor da silagem de milho. Embora esta discordância venha sendo atribuída a diferenças em condições ambientes (BUNTING, 1975; BUNTING, 1976; DEINUM e KNOPPERS, 1979), é provável que outros fatores, como uso de metodologias diferentes, também contribuam para resultados conflitantes.

2.2.2.2. Utilização do Colmo como Fonte de Álcool

A idéia da utilização do colmo do milho como fonte de álcool combustível não é nova, mas apenas recentemente, com a crise do petróleo, o assunto despertou maior interesse e estudos mais completos começaram a ser realizados.

VALVA (1979) realizou pesquisa envolvendo 10 genótipos e concluiu, entre outras coisas que:

a) A proteção das inflorescências femininas não influenciou a quantidade de caldo e a porcentagem de fibra do colmo das cultivares avaliadas. Todavia, plantas sem grãos apresentaram, em média, 16% a mais de sólidos solúveis no caldo do colmo que plantas com grãos;

b) Os híbridos simples se constituíram no grupo mais promissor, no que se refere ao aproveitamento do colmo para a produção de álcool. Todos, de maneira geral, se caracterizaram por elevadas quantidades de açúcares totais e de caldo, e por baixas porcentagens de fibra;

c) O rendimento em álcool, das cultivares com maiores concentrações de açúcares e produções de colmos por hectare, pode ser considerado como promissor, quando comparado com aqueles da cana-de-açúcar, da mandioca e do sorgo sacarino.

Desta maneira, embora vários trabalhos sobre supressão da frutificação do milho tenham sido realizados, muito poucos têm relação direta e específica com a avaliação do potencial desta cultura como fonte de álcool. Estes poucos, no entanto, têm mostrado que a exploração da cultura nesse sentido parece ser promissora. Estes fatos realçam a importância do assunto em pauta e tornam relevante a realização do presente trabalho.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização, Clima e Solo

O ensaio foi instalado em área experimental da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), da Universidade de São Paulo, durante o ano agrícola 1980/81. A ESALQ localiza-se em Piracicaba-SP, a 22°42'30" de latitude sul, 47°38'00" de longitude oeste, e a uma altitude de, aproximadamente, 580 metros (CERVELLINI *et alii*, 1973).

Com base em dados que abrangeram um período de 54 anos, de 1917 a 1970, CERVELLINI *et alii* (1973) verificaram que a temperatura do ar média anual de Piracicaba está em torno de 20,8°C, com a temperatura máxima entre 24,9 e 29,8°C, e a mínima variando de 9,3 a 19,0°C. Eles observaram ainda que a precipitação pluvial mensal do referido município varia de 23,6 (julho) a 223,4 milímetros (janeiro) e que, da precipitação total anual, 79% caem durante o período de outubro a março. Com dados referentes a um período de 28 anos (1943 a 1970), CERVELLINI *et alii* (1973) constataram que a umidade relativa do ar de Piracicaba encontra-se entre 60 e 76%.

Dados de ocorrência de alguns dos principais fatores climáticos, relativos ao período de novembro de 1980 a março de 1981 e registrados em posto meteoro-agrário da ESALQ, são apresentados nas Figuras 1, 2 e 3 do apêndice.

Os resultados das análises mecânica e química do solo onde foi instalado o ensaio, um Latossol segundo RANZANI *et alii* (1966), são apresentados na Tabela 1A (apêndice).

3.2. Delineamento, Unidade Experimental e Tratamentos

O experimento foi conduzido segundo o delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas e seis repetições.

Cada parcela foi constituída por quatro fileiras de plantas, de 10m de comprimento. Entre fileiras, utilizou-se espaçamento de 1,00m, enquanto as covas de uma mesma fileira foram espaçadas por 0,20m. Como bordadura, considerou-se uma cova nas extremidades de cada fileira.

Nas parcelas, foram cultivadas as seguintes cultivares (assim caracterizadas por PATERNIANI *et alii*, 1977 e por VALVA, 1979):

a) Ag IMS: híbrido simples macho-estéril, com citoplasma Charrua;

b) Ag IGE: híbrido simples normal, correspondente ao Ag IMS;

c) ESALQ 0₂ Sacarino: população de grãos opaco - 2, com um ciclo de seleção para alto teor de açúcares no colmo;

d) ESALQ VD-2: população melhorada do tipo dentado, obtida a partir de germoplasmas introduzidos do CIMMYT, com predominância da raça Tuxpeño;

e) ESALQ VD-2 Sacarino: população resultante da ESALQ VD-2, após um ciclo de seleção para alto teor de açúcares no colmo;

f) ESALQ VF-1: população melhorada com grãos duros (*flint*), obtida a partir de germoplasmas originários de Cuba, Colômbia, e América Central, e de amostras de milho Cateto;

g) ESALQ VF-1 Sacarino: população resultante de ESALQ VF-1, após um ciclo de seleção para alto teor de açúcares no colmo;

h) H-7974: híbrido duplo semidentado, produzido pela Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo.

Cada parcela foi dividida em 4 subparcelas constituídas, cada uma delas, por uma única fileira de plantas, de 10m de comprimento. A estas subparcelas, foram aplicados os seguintes "tratamentos de espiga":

a) IP = inflorescências Femininas Protegidas. Isto é, plantas em que a frutificação foi totalmente suprimida, pela proteção das inflorescências femininas da polinização, com sacos de plástico, por ocasião da floração;

b) IR = Inflorescências Femininas Removidas. Isto é, plantas em que a frutificação foi totalmente suprimida, pela cuidadosa remoção das inflorescências femininas, por ocasião da floração;

c) MV = Colheita de Milho "Verde". Plantas em que a frutificação foi suprimida parcialmente, colhendo-se o milho no chamado "estado verde", durante o período de 78 a 89 dias após o plantio, quando os grãos apresentavam um teor de umidade variando de 66,9 a 74,7%;

d) MM = Colheita de Milho Maduro. Nesse caso, as plantas frutificaram normalmente e as espigas foram colhidas a 106 dias após o plantio, quando os grãos apresentavam um teor de umidade variando de 36,7 a 41,7%.

3.3. Plantio, Desbaste, Adubação e Capinas

O solo do ensaio foi preparado com aração, gradagem e sulcagem. O plantio foi efetuado manualmente em 20/11/1980, utilizando-se 3 sementes por cova. O desbaste foi efetuado 27 dias depois do plantio, de modo a deixar-se apenas uma planta por cova.

O experimento foi adubado com superfosfato simples (18% de P_2O_5) e com sulfato de amônio (20% de N), aplicando-se 10g/planta de cada fertilizante. O primeiro adubo foi aplicado por ocasião do plantio e o segundo (em cobertura) 49 dias depois do plantio.

As parcelas experimentais foram mantidas livres de plantas daninhas por 2 capinas, realizadas aos 28 e 49 dias após o plantio.

3.4. Avaliação das Características Estudadas

Todas as características estudadas foram avaliadas em plantas perfeitamente competitivas. Correções de *stand*, quando necessárias,

foram feitas considerando-se o número de plantas competitivas na unidade experimental por meio de regra de três.

As características avaliadas foram classificadas em agromômicas e tecnológicas. Esta classificação, embora um tanto arbitrária, mostrou-se útil na redação do presente trabalho.

3.4.1. Características Agronômicas

3.4.1.1. Floração

Considerou-se como período para a floração masculina e como período para a floração feminina, o número de dias decorridos do plantio ao dia em que 50% das plantas da área útil de cada parcela apresentaram, respectivamente, pendões e estilo-estigmas emergidos. A diferença entre os dois períodos forneceu o intervalo entre períodos para florações.

3.4.1.2. Presença de Plantas com Coloração Vermelho-Púrpura nas Folhas Acima da Espiga

Este caráter foi avaliado pela média de duas observações realizadas aos 87 e 99 dias depois do plantio. Nessas observações, utilizou-se uma escala de notas de números inteiros de zero a 3. A nota zero indicou unidade experimental sem plantas com folhas com a coloração vermelho-púrpura. Por outro lado, a nota 3 foi atribuída a unidades experimentais com a maioria das plantas com a referida coloração nas folhas. As notas 1 e 2 foram dadas a graus intermediários de avaliação do caráter.

3.4.1.3. Altura da Planta (AP), Altura de Inserção da Espiga (AE), e Índice (AE/AP)

Desde que todo o crescimento vegetativo do milho cessa após a floração (ARNON, 1975), isto é, na época em que foram aplicados os tratamentos relativos à supressão da frutificação, as alturas da planta e da inserção da espiga foram avaliadas na base de parcelas e não na de subparcelas. De qualquer forma, as 4 subparcelas de cada parcela foram incluídas no processo de amostragem. Assim, tanto a altura da planta como a altura de inserção da espiga foram estimadas tomando-se 5 plantas ao acaso, em cada subparcela (20 plantas por parcela). As mesmas plantas foram utilizadas para a medição dos dois caracteres, a qual ocorreu por ocasião da colheita do milho maduro.

Como altura da planta, considerou-se a distância do nível do solo ao ponto de inserção da lâmina da folha mais alta de cada planta amostrada.

A altura de inserção da espiga foi estimada medindo-se a distância do nível do solo ao ponto de inserção da espiga (ou da espiga mais elevada, no caso de plantas prolíficas) das 5 plantas avaliadas.

A posição relativa da espiga na planta foi obtida calculando-se a relação altura de inserção da espiga/altura da planta (Índice AE/AP).

3.4.1.4. Produção de Milho "Verde"

A produção de milho "verde" de cada cultivar foi avaliada contando-se e pesando-se as espigas "comercializáveis", produzidas na

área útil de cada subparcela que recebeu o tratamento MV. As espigas foram colhidas parceladamente, à medida que atingiam o "ponto de milho verde". Por ocasião de cada colheita, determinou-se, usando-se estufa com circulação forçada de ar, o teor de umidade dos grãos. Para isso, utilizou-se uma amostra de 20 grãos obtidos da parte mediana de cada uma de 3 espigas tomadas ao acaso em cada colheita.

3.4.1.5. Produção de Milho Maduro

As espigas produzidas na área útil de cada subparcela que recebeu o tratamento MM foram colhidas manualmente, de uma só vez, e contadas. O teor de umidade dos grãos, por ocasião da colheita, foi determinado usando-se o mesmo procedimento descrito no item 3.4.1.4.

As espigas foram colocadas para secar, até atingirem um teor de umidade abaixo de 15%, pesadas e debulhadas. Em seguida os grãos foram pesados, determinando-se imediatamente após a pesagem o seu teor de umidade, por meio do *Steinlite Eletronic Tester*. Com base nesse teor, o peso dos grãos foi corrigido para um teor de umidade igual a 15,5%, usando-se a seguinte expressão:

$$P = \frac{C(1 - U)}{0,845}$$

Nesta fórmula, C, U e P correspondem, respectivamente, ao peso de campo observado, à umidade de campo determinada, e ao peso de campo corrigido para 15,5% de umidade.

3.4.1.6. Acamamento

O grau de acamamento, avaliado por ocasião da colheita do milho maduro, foi expresso em porcentagem do número de plantas da área útil de cada unidade experimental. Não se fez distinção entre plantas acamadas e quebradas. Ambos os tipos foram reunidos sob a denominação de plantas acamadas.

3.4.2. Características Tecnológicas

As características tecnológicas foram avaliadas durante um período de 8 dias, iniciado aos 109 dias após o plantio. Cada repetição foi analisada em um dia.

Os colmos foram submetidos a duas análises. Uma delas, realizada no Departamento de Tecnologia Rural da ESALQ, foi efetuada imediatamente após a colheita dos colmos, ou seja, aproximadamente às 7:00 horas. A outra análise foi realizada na Cooperativa dos Produtores de Açúcar e do Alcool do Estado de São Paulo, COPERSUCAR, cerca de 15 horas após a colheita dos colmos. Nesse caso os colmos eram colhidos por volta das 16:00 horas de um dia, enfeixados, colocados em galpão coberto, e somente às 7:00 horas do dia seguinte começavam a ser analisados.

Nas duas análises, com poucas exceções, utilizou-se essencialmente a mesma metodologia. A seguir, para cada característica tecnológica avaliada, a metodologia empregada será descrita.

3.4.2.1. Produção de Colmos

A produção de colmos foi estimada a partir do peso dos colmos de 5 plantas, tomadas ao acaso na área útil de cada subparcela. As 5 plantas foram colhidas nos dias seguintes ao dia da colheita de milho maduro (cada repetição foi colhida em um dia, a partir dos 109 dias após o plantio), cortando-as rente ao solo. Os colmos foram obtidos desfolhando-se e despendoando-se as plantas colhidas (no caso do tratamento IP, as inflorescências femininas também foram eliminadas).

3.4.2.2. Umidade dos Colmos

Esta característica foi avaliada apenas para a análise realizada imediatamente após a colheita dos colmos. Após a pesagem, os 5 colmos referidos no item 3.4.2.1. foram desintegrados num picador de cana-de-açúcar, homogeneizando-se, posteriormente, o material desintegrado. Desse material, retirou-se, seguindo recomendações descritas em COPERSUCAR (1980), uma amostra de 100 gramas que foi colocada para secar em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 100-105°C, até apresentar constância de peso. A perda de peso das 100g de colmo correspondeu diretamente à porcentagem de umidade do colmo.

3.4.2.3. Quantidade de Caldo

Do material homogeneizado, mencionado no item 3.4.2.2, tomou-se uma nova amostra, desta feita de 500 gramas. Essa amostra, seguindo-se sugestão apresentada em COPERSUCAR (1980), foi submetida à pressão

de 250 Kg/cm², durante um minuto, em prensa hidráulica, obtendo-se assim caldo e bagaço. Esse bagaço foi pesado imediatamente após a prensagem, obtendo-se o peso do bolo úmido (R_1). A diferença (500g - R_1) forneceu o peso do caldo.

3.4.2.4. Brix em Porcentagem do Caldo Extraído (B)

Parte do caldo obtido na etapa anterior foi usada na determinação do "Brix em Porcentagem do Caldo Extraído" (B) por meio de um refratômetro. Com auxílio de tabela apresentada em COPERSUCAR (1980), a leitura do refratômetro foi corrigida para a temperatura de 20°C.

3.4.2.5. Porcentagem de Fibra (F)

O bagaço de peso úmido R_1 , mencionado no item 3.4.2.3, foi colocado em estufa com circulação forçada de ar, a 100-105°C, até apresentar peso constante, obtendo-se, desta maneira, seu peso do bolo seco (R_2). Com os dois pesos obtidos (R_1 e R_2) e o valor do "Brix em Porcentagem do Caldo Extraído" (B), a "Porcentagem de Fibra" (F) foi estimada com a seguinte expressão, obtida em COPERSUCAR (1980):

$$F = \frac{100 R_2 - R_1 B}{5(100 - B)}$$

3.4.2.6. Porcentagem de Sacarose Aparente no Caldo Extraído (SA)

Parte do caldo extraído, após clarificação, foi levada ao sacarímetro, obtendo-se a leitura correspondente (L). A "Porcentagem de

Sacarose Aparente no Caldo Extraído" (SA) foi obtida com o auxílio da seguinte fórmula, sugerida em COPERSUCAR (1980):

$$SA = \frac{0,26L}{d}$$

Nessa expressão, d, a densidade do caldo extraído, foi obtida de tabelas apresentadas em COPERSUCAR (1980), em função do "Brix em Porcentagem do Caldo Extraído" (B).

3.4.2.7. Porcentagem de Açúcares Redutores no Caldo Extraído (AR)

Na determinação da quantidade de açúcares redutores, utilizou-se a metodologia de LANE-EYNON (COPERSUCAR, 1980), empregando-se parte do caldo mencionado no item 3.4.2.3.

Na análise realizada pelo Departamento de Tecnologia Rural da ESALQ, a "Porcentagem de Açúcares Redutores no Caldo Extraído" (AR) foi calculada com a seguinte expressão:

$$AR = \frac{1000 \cdot t \cdot D_{AR}}{V_{AR} \cdot d},$$

onde:

AR = Porcentagem de açúcares redutores no caldo extraído;

t = Título;

D_{AR} = Diluição do caldo;

V_{AR} = Volume gasto na titulação; e

d = Densidade do caldo.

Na análise realizada pela COPERSUCAR, usou-se a seguinte fórmula, para se estimar a porcentagem dos referidos açúcares:

$$AR = T/V (0,00431 B + 0,99367),$$

sendo:

AR = Porcentagem de açúcares redutores no caldo extraído;

T = Fator de interferência da sacarose, obtido em tabelas apresentadas em COPERSUCAR (1980);

V = Volume gasto (corrigido) na titulação;

B = Brix em porcentagem do caldo extraído; e

$(0,00431 \cdot B + 0,99367)$ = Massa específica do caldo (g/ml).

3.4.2.8. Porcentagem de Açúcares Totais no Caldo Extraído (AT)

Na determinação do teor de açúcares totais, empregou-se a metodologia descrita em COPERSUCAR (1980).

A "Porcentagem de Açúcares Totais no Caldo Extraído" (AT) foi estimada pela seguinte expressão, na análise realizada pelo Departamento de Tecnologia Rural da ESALQ:

$$AT = \frac{1000 \cdot t \cdot D_{AT}}{V_{AT} \cdot d},$$

onde:

AT = Porcentagem de açúcares totais no caldo extraído;

t = Título;

D_{AT} = Diluição do caldo;

V_{AT} = Volume gasto na titulação;

d = Densidade do caldo.

Na análise realizada pela COPERSUCAR, o teor de açúcares totais no caldo foi obtido com a seguinte fórmula:

$$AT = (397,15/V) + 0,484,$$

onde:

AT = Porcentagem de açúcares totais no caldo extraído;

V = Volume gasto na titulação, corrigido com o fator do licor.

3.4.2.9. Porcentagem de Sacarose Real no Caldo Extraído (SR)

Com os dados referentes à "Porcentagem de Açúcares Redutores no Caldo Extraído" (AR) e a "Porcentagem de Açúcares Totais no Caldo Extraído" (AT) a "Porcentagem de Sacarose Real no Caldo Extraído" (SR) foi calculada por:

$$SR = (AT - AR) 0,95$$

3.4.2.10. Pureza do Caldo Extraído

A "Pureza do Caldo Extraído" foi expressa pelas seguintes fórmulas:

a) $P_{SA} = (SA/B) \cdot 100$

b) $P_{SR} = (SR/B) \cdot 100$

c) $P_{AT} = (AT/B) \cdot 100,$

onde:

P_{SA} = Pureza em Sacarose Aparente Porcento de Brix;

P_{SR} = Pureza em Sacarose Real Porcento de Brix;

P_{AT} = Pureza em Açúcares Totais Porcento de Brix;

SA = Porcentagem de sacarose aparente no caldo extraído;

SR = Porcentagem de sacarose real no caldo extraído;

AT = Porcentagem de açúcares totais no caldo extraído; e

B = Brix em porcentagem do caldo extraído.

3.4.2.11. Brix em Porcentagem do Colmo (BC)

Nesse caso, como sugerido por STURION e FERNANDES (1979), utilizou-se a seguinte expressão, para calcular o "Brix em Porcentagem do Colmo" (BC):

$$BC = B (1 - 0,01 F) C_b,$$

onde:

BC = Brix em porcentagem do colmo;

B = Brix em porcentagem do caldo extraído;

F = Porcentagem de fibra; e

C_b = Coeficiente de transformação do Brix do caldo extraído para Brix do caldo absoluto.

3.4.2.12. Porcentagem de Sacarose Aparente no Colmo (SAC)

Seguindo-se também a sugestão de STURION e FERNANDES (1979), obteve-se a "Porcentagem de Sacarose Aparente no Colmo" (SAC) com a seguinte fórmula:

$$SAC = SA (1 - 0,01 F) C_s,$$

sendo:

SAC = Porcentagem de sacarose aparente no colmo;

SA = Porcentagem de sacarose aparente no caldo extraído;

F = Porcentagem de fibra; e

C_s = Coeficiente de transformação da pol do caldo extraído para pol do caldo absoluto.

3.4.2.13. Porcentagem de Açúcares Redutores no Colmo (ARC)

Esta característica foi avaliada empregando-se a seguinte expressão, sugerida por STURION e FERNANDES (1979):

$$ARC = AR (1 - 0,01 F) C_s,$$

onde:

ARC = Porcentagem de açúcares redutores no colmo;

AR = Porcentagem de açúcares redutores no caldo extraído;

F = Porcentagem de fibra; e

C_s = Coeficiente de transformação da pol do caldo extraído para pol do caldo absoluto.

3.4.2.14. Porcentagem de Açúcares Totais no Colmo (ATC)

Nesse caso, foi utilizada a seguinte fórmula, também sugerida por STURION e FERNANDES (1979):

$$ATC = AT (1 - 0,01 F) C_s,$$

onde:

ATC = Porcentagem de açúcares totais no colmo;

AT = Porcentagem de açúcares totais no caldo extraído;

F = Porcentagem de fibra; e

C_s = Coeficiente de transformação da pol do caldo extraído para pol do caldo absoluto.

3.4.2.15. Pureza no Colmo

A "Pureza no Colmo" foi expressa por:

$$P_{SAC} = (SAC/BC) \cdot 100,$$

sendo:

P_{SAC} = Pureza em Sacarose Aparente Porcento de Brix do Colmo

SAC = Sacarose aparente no colmo; e

BC = Brix em porcentagem do colmo.

3.4.2.16. Porcentagem de Sólidos Solúveis em Relação ao Total de Matéria Seca (SSMS)

Para obter-se tal porcentagem, utilizou-se, como VALVA (1979), a seguinte expressão:

$$SSMS = [BC / (BC + F)] \cdot 100,$$

onde:

SSMS = Porcentagem de sólidos solúveis em relação ao total de matéria seca;

BC = Brix em porcentagem do colmo; e

F = Porcentagem de fibra.

3.4.2.17. Produção de Alcool

A produção de álcool por hectare foi calculada com base na produção de colmos por hectare e na quantidade de açúcares totais destes colmos, considerando-se o rendimento teórico ou de Pasteur, conforme sugestão apresentada em COPERSUCAR (1978).

3.5. Análises Estatísticas

Os dados referentes a todas as características estudadas, com exceção daqueles relativos à floração, acamamento, e presença de coloração vermelho-púrpura nas folhas acima da espiga, que resultaram de avaliação meramente visual, foram analisados estatisticamente, pelos métodos convencionais de análise de variância.

Para as características em que foram feitas várias mensurações por unidade experimental, a análise estatística foi realizada com base na média aritmética das mensurações por subparcela, com exceção de altura de inserção da espiga (AE), altura da planta (AP), e relação AE/AP, avaliadas em termos de parcelas.

Dados relativos à altura da planta, altura de inserção da espiga, relação altura de inserção da espiga/altura da planta, número e peso de espigas de milho "verde", e a número e peso de espigas e produção de grãos maduros sofreram análise estatística segundo o modelo de blocos casualizados. Para os demais dados analisados estatisticamente, adotou-se o mesmo modelo, mas considerando-se também o esquema de parcelas subdivididas.

Para a comparação das estimativas das variâncias, usou-se o teste F de G.W.Snedecor, nos níveis de probabilidade de 5 ou 1%. Para a comparação dos contrastes entre médias de tratamentos, utilizou-se o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Um resumo das análises da variância efetuadas é apresentado em apêndice.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análises Estatísticas

Um resumo das análises de variâncias das características agronômicas e tecnológicas é apresentado nas Tabelas 2A a 13A, em apêndice.

Os coeficientes de variação obtidos para as características agronômicas (Tabelas 2A e 3A) são, de maneira geral, de magnitudes semelhantes aos que têm sido obtidos em outros ensaios com milho, em condições comparáveis. Aliás, parecem ser baixos, em relação aos obtidos em outros estudos, os coeficientes de variação encontrados para as alturas de inserção de espiga (AE) e de planta (AP), bem como aquele para a relação AE/AP. Isso pode ter sido devido aos tamanhos de amostra utilizados no presente trabalho. Nesse sentido, DIAS (1978) chegou à conclusão de que 5 plantas deveriam ser tomadas para avaliação da altura de planta, para obter-se C.V. em torno de 5%. No presente estudo, realmente, foram tomadas 5 plantas, mas em cada subparcela, perfazendo um total de 20 plantas/parcela, para a estimação das características citadas.

Poucos trabalhos têm sido realizados para avaliação do potencial do colmo do milho como fonte de álcool. Em alguns destes trabalhos, inclusive, os dados não têm sido analisados estatisticamente. Assim, torna-se difícil avaliar a precisão da análise das características tecnológicas consideradas no presente estudo. Todavia, a literatura pertinente disponível (VALVA, 1979) indica que, em estudos semelhantes, têm sido obtidos coeficientes de variação da mesma magnitude dos aqui encontrados.

É interessante notar que, à exceção da altura de planta, em todas as outras características agronômicas analisadas estatisticamente, o efeito de blocos não foi significativo. O contrário ocorreu com as características tecnológicas (Tabelas 4A a 13A) em que, na grande maioria delas, tal efeito foi significativo. Isto pode ter sido devido ao fato das características tecnológicas terem sido avaliadas na base de uma repetição em cada dia. Este procedimento corresponde a amostragens sucessivas dos colmos em função do tempo, e diversos pesquisadores (WELTON *et alii* 1930; CAMPBELL, 1964; VALVA, 1979) têm mostrado que várias características do colmo do milho são alteradas, com o decorrer do tempo.

4.2. Características Agronômicas

4.2.1. Floração

Os valores médios relativos aos períodos do plantio às florações masculina e feminina, bem como os intervalos entre estes períodos, para as cultivares estudadas, estão apresentados na Tabela 1. Conforme se pode observar, as cultivares se assemelharam mais entre si, quanto ao período para a floração feminina do que quanto àquele para a floração masculina.

TABELA 1. Períodos médios para as florações masculina e feminina, e intervalos entre estes períodos de cultivares de milho. Piracicaba, 1980/81

Cultivares	Período para Floração (Dias)		Intervalo entre Períodos (dias)
	Masculina	Feminina	
Ag IGE	61	66	5
Ag IMS	62	66	4
ESALQ o ₂ Sacarino	60	65	5
ESALQ VD-2	65	68	3
ESALQ VD-2 Sacarino	64	68	4
ESALQ VF-1	64	68	4
ESALQ VF-1 Sacarino	64	68	4
H-7974	63	68	5
Médias	63	67	4

Assim, o período para a floração masculina variou de 60 a 65 dias, ou seja, uma variação com 5 dias de amplitude. Por outro lado, uma amplitude de apenas 3 dias foi verificada entre períodos para a floração feminina.

Atualmente, tem existido tendência para o cultivo do milho em espaçamentos mais densos. Existem evidências (WOOLLEY *et alii*, 1962) de que tais condições ampliam o intervalo entre o início da

liberação do pólen e a emergência dos estilo-estigmas. Por outro lado, tem sido constatado (STINSON e MOSS, 1960; EL-LAKANY e RUSSELL, 1971; BUREN *et alii*, 1974) que genótipos de milho classificados como tolerantes a altas densidades de plantio, usualmente, possuem tal intervalo menor que aquele apresentado por genótipos tidos como intolerantes a plantios densos. Considerando-se esta constatação, para condições de altas densidades de plantio, a cultivar ESALQ VD-2 seria mais vantajosa que as demais estudadas, por apresentar um intervalo entre florações de apenas 3 dias (Tabela 1).

4.2.2. Produção de Milho no "Estado Verde"

A Tabela 2 apresenta os dados relativos à produção de milho "verde" das 8 cultivares avaliadas.

Em todas as cultivares estudadas, à exceção da ESALQ o₂ Sacarino, o milho em "estado verde" foi colhido a partir de 82 dias após o plantio. Na ESALQ o₂ Sacarino, este tipo de milho começou a ser colhido 4 dias antes. De qualquer forma, a última colheita, para todas as cultivares, foi realizada aos 89 dias do plantio. Assim, somente a variedade ESALQ o₂ Sacarino não apresentou período de colheita concentrado no prazo de uma semana (Tabela 2). SAWAZAKI *et alii* (1979) obtiveram resultados mais ou menos semelhantes, na avaliação de 9 cultivares, para a utilização do milho no estágio "verde". O período de colheita dessas cultivares variou de 5 a 8 dias. SAWAZAKI *et alii* (1979) concluíram ainda que, para fins de milho "verde", a faixa ótima de umidade dos grãos, no momento da colheita, seria a de 70 a 80%. No presente

TABELA 2. Médias relativas a período de colheita, teor de umidade dos grãos por ocasião da colheita, número e peso de espigas comercializáveis de milho em "estado verde" de cultivares de milho. Piracicaba, 1980/81.*

Cultivares	Período de Colheita (Dias)	Umidade dos Grãos (%)	Número de Espigas Comercializáveis / ha	Peso de Espigas Comercializáveis (Kg / ha)
Ag IGE	7	73,7	56458 ab	9293,4 abc
Ag IMS	7	72,5	65313 b	10600,4 c
ESALQ O ₂ Sacarino	11	71,2	54167 ab	9574,0 bc
ESALQ VD-2	7	74,7	45625 a	8288,0 ab
ESALQ VD-2 Sacarino	7	73,8	47396 a	8426,0 abc
ESALQ VF-1	7	66,9	54479 ab	8596,3 abc
ESALQ VF-1 Sacarino	7	70,3	48438 a	8223,2 ab
H-7974	7	70,9	50313 a	7273,3 a
Médias	8	71,8	52774	8784,3

* Em cada série de médias, valores seguidos pela mesma letra, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

estudo, o teor médio de umidade dos grãos do milho "verde", por ocasião da colheita, variou de, aproximadamente, 67 a 75%. (Tabela 2).

Diferenças significativas entre cultivares foram observadas quanto ao número e peso de espigas de milho "verde" comercializáveis (Tabela 2). Tanto em número como em peso de espigas, os híbridos simples Ag IGE e Ag IMS e as variedades ESALQ 02 Sacarino e ESALQ VF-1 destacaram-se como as cultivares mais produtivas. As diferenças de até 8% no teor de umidade dos grãos, por ocasião da colheita, devem ter contribuído para as diferenças observadas, entre cultivares, quanto ao peso de espigas.

4.2.3. Produção de Milho Maduro

Os dados referentes à produção de milho maduro, colhido aos 106 dias após o plantio, são mostrados na Tabela 3.

Nota-se, pela referida Tabela, que o teor de umidade dos grãos, por ocasião da colheita, variou menos (de 37 a 42%) que aquele referente ao milho no "estado verde" (de 67 a 75%).

Observa-se ainda pela Tabela 3 que diferenças significativas entre cultivares foram encontradas quanto ao número e peso de espigas e quanto à produção de grãos. No que se relaciona a número de espigas por hectare, o híbrido Ag IMS superou a todas as demais cultivares avaliadas, as quais não diferiram entre si, significativamente. Quanto ao peso de espigas e produção de grãos, o híbrido H-7974 foi suplantado por todas as outras cultivares estudadas, entre as quais não foram constatadas diferenças significativas.

TABELA 3. Médias relativas ao teor de umidade dos grãos (maduros) por ocasião da colheita, número de espigas, peso de espigas e produção de grãos, com 15,5% de umidade, de cultivares de milho. Piracicaba, 1980/81.*

Cultivares	Umidade dos Grãos (%)	Número de Espigas/ha	Peso de Espigas (Kg/ha)	Produção de Grãos (Kg/ha)
Ag IGE	38,8	58021 a	7492,3 b	6218,2 b
Ag IMS	38,0	69479 b	7526,7 b	6281,2 b
ESALQ 02 Sacarino	38,7	51771 a	6824,7 b	5763,3 b
ESALQ VD-2	41,7	55729 a	7745,8 b	6495,1 b
ESALQ VD-2 Sacarino	40,1	54167 a	7977,7 b	6701,2 b
ESALQ VF-1	37,1	59896 a	7070,8 b	5746,1 b
ESALQ VF-1 Sacarino	36,7	52917 a	7075,8 b	5719,8 b
H-7974	37,0	55417 a	5163,2 a	4256,6 a
Médias	38,5	57175	7109,6	5897,7

* Em cada série de médias, valores seguidos pela mesma letra, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

A comparação das Tabelas 2 e 3 indica que nem sempre as melhores cultivares produtoras de grãos são também as melhores do ponto de vista da produção de milho no "estado verde". A comparação das referidas Tabelas mostra ainda que, de um modo geral, o número de espigas de milho "verde" comercializáveis foi menor que o número de espigas de milho maduro. Isso, de certa forma, era esperado. Embora número de espigas de milho "verde" e número de espigas de milho maduro representem 2 amostras das mesmas populações, elas podem diferir, pois são julgadas segundo critérios diferentes. Pode acontecer que espigas que não tenham valor, quando comercializadas como milho "verde", possam ser perfeitamente aproveitadas, quando o interesse for por grãos maduros. Deve ser lembrado que o comércio do "milho verde" é feito na base de espigas individuais, havendo interesse, portanto, em espigas bem granadas, bem formadas, de bom aspecto, e "no ponto" (IKUTA e PATERNIANI, 1970).

Desde que, no presente trabalho, utilizou-se uma população de 50 mil plantas/ha, pode-se deduzir, da Tabela 3, que, em média, todas as cultivares estudadas produziram mais de uma espiga por planta. Destacaram-se, nesse particular, as cultivares ESALQ VF-1 e Ag IMS com, respectivamente, 1,20 e 1,39 espigas por planta. Esta capacidade de plantas de milho produzirem mais de uma espiga por colmo é referida como prolificidade e tem sido considerada uma característica de interesse por, pelo menos, duas razões. Em primeiro lugar, tem sido mostrado (ROBINSON *et alii*, 1951; GOODMAN, 1965; STUBER *et alii*, 1966; LONNQUIST *et alii*, 1966) ser a prolificidade um caráter altamente correlacionado com o rendimento de grãos. Por outro lado, tal caráter parece dar uma

apreciável contribuição para a estabilidade na produção de grãos, isto é, genótipos prolíficos, quando comparados com genótipos não-prolíficos, apresentam menor interação genótipo x ambiente (RUSSELL e EBERHART, 1968; EL-LAKANY e RUSSELL, 1971).

4.2.4. Presença de Coloração Vermelho-Púrpura nas Folhas Acima da Espiga

A Tabela 4 apresenta as médias das notas para avaliação da presença de coloração vermelho-púrpura nas folhas acima da espiga das cultivares estudadas. Os dados parecem indicar que a supressão parcial (colheita de milho "verde" e total (remoção ou proteção das inflorescências femininas) da frutificação determinaram aumento, em relação ao tratamento "colheita de milho maduro", da proporção de plantas com a referida coloração nas folhas em todas as cultivares testadas. Aliás, o impedimento da frutificação parece ter afetado diferentemente as cultivares avaliadas, no que se refere ao citado caráter. Entre a cultivar ESALQ o₂ Sacarino, que apresentou a maior proporção de plantas com folhas com coloração vermelho-púrpura, e as cultivares ESALQ VD-2, ESALQ VD-2 Sacarino, ESALQ VF-1 e ESALQ VF-1 Sacarino, que apresentaram menor número de plantas com a coloração mencionada, distingue-se um grupo constituído pelas demais cultivares, que receberam notas intermediárias.

Diversos pesquisadores (GARBER *et alii*, 1936, MOSS, 1962; ALLISON e WEINMANN, 1970) têm observado essa coloração vermelho-púrpura nas folhas de plantas com as inflorescências femininas protegidas ou removidas. Ao que parece, não existem relatos na literatura de que a

TABELA 4. Médias de notas relativas à avaliação da presença de coloração vermelho-púrpura nas folhas acima da espiga de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos: IP - inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81. (Nota 0 = parcela sem plantas com folhas vermelho-púrpura; Nota 3 = parcela com a maioria das plantas com folhas vermelho-púrpura).

Cultivares	Tratamentos				Médias
	IP	IR	MV	MM	
Ag IGE	2	3	3	1	2,3
Ag IMS	2	3	3	1	2,3
ESALQ o ₂ Sacarino	3	3	3	2	2,8
ESALQ VD-2	2	3	2	1	2,0
ESALQ VD-2 Sacarino	2	3	2	1	2,0
ESALQ VF-1	2	3	2	1	2,0
ESALQ VF-1 Sacarino	2	3	2	1	2,0
H-7974	3	3	3	1	2,5
Médias	2,3	3,0	2,5	1,1	2,2

colheita do milho no "estado verde" também determine o aparecimento desta cor nas folhas.

Para ALLISON e WEINMANN (1970), o aparecimento de tal coloração pode ser considerado um sinal de uma acumulação de carboidratos, anormalmente alta, nas folhas, quando o depósito principal para fotossintatos - os grãos em desenvolvimento - não está presente na planta. Eles verificaram que, nas plantas nas quais as espigas tinham sido removidas, a concentração de açúcares aumentou marcadamente, tanto nas folhas superiores como nas inferiores. Resultados semelhantes foram obtidos por VERDUIN e LOOMIS (1944).

4.2.5. Altura de Inserção da Espiga (AE), Altura da Planta (AP), e Índice AE/AP

Foram encontradas diferenças significativas entre cultivares, quanto à altura de inserção da espiga, altura da planta, e índice altura de inserção da espiga/altura da planta (Tabela 5).

Menores alturas de inserção da espiga foram apresentadas pelas cultivares Ag IGE, Ag IMS e ESALQ 02 Sacarino. Quanto à altura da planta, o híbrido Ag IMS distinguiu-se das demais cultivares, por apresentar as menores plantas. Plantas relativamente altas foram exibidas pelas cultivares ESALQ VD-2, ESALQ VD-2 Sacarino, ESALQ VF-1 e H-7974. Menores alturas de inserção da espiga e da planta parecem ser vantajosas por contribuírem para redução do acamamento de plantas (MIRANDA FILHO, 1974), diminuindo o que tem sido chamado (JOSEPHSON *et alii*, 1976) de "efeito de alavanca". Adicionalmente, menores alturas de

inserção das espigas tornariam mais fácil a colheita mecânica, devido a uma menor quantidade de material vegetal que teria que passar pela colhedeira (JOSEPHSON *et alii*, 1976).

Em todas as cultivares estudadas, a espiga localizou-se na metade superior da planta, conforme se pode deduzir dos índices altura de inserção da espiga/altura da planta, mostradas na Tabela 5.

TABELA 5. Médias de altura de inserção da espiga (AE), altura da planta (AP) e do Índice AE/AP de cultivares de milho. Piracicaba, 1980/81.*

Cultivares	Altura de Inserção da Espiga (AE) (cm)	Altura da Planta (AP) (cm)	Índice AE/AP
Ag IGE	169 a	273 b	0,62 ab
Ag IMS	166 a	259 a	0,64 bc
ESALQ o ₂ Sacarino	173 a	286 bc	0,60 a
ESALQ VD-2	212 e	324 d	0,66 cd
ESALQ VD-2 Sacarino	202 cd	317 d	0,64 bc
ESALQ VF-1	200 c	314 d	0,64 bc
ESALQ VF-1 Sacarino	189 b	298 c	0,64 bc
H-7974	211 de	314 d	0,68 d
Médias	190	298	0,64

* Em cada série de médias, valores seguidos pela mesma letra, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

O híbrido H-7974, apresentando um Índice AE/AP de 0,68, superou a todas as demais cultivares, à exceção da ESALQ VD-2. Baixos Índices AE/AP foram apresentados pelo híbrido Ag IGE e, principalmente, pela variedade ESALQ o₂ Sacarino.

Recentemente, PATERNIANI (1981), utilizando dados de diversas publicações sobre raças de milho, encontrou correlação positiva e significativa entre o Índice AE/AP e o tamanho do pendão, medido pelo número de ramificações. Segundo ele, pendões pequenos ou pouco ramificados determinariam menor deslocamento de fotossintatos para o topo da planta, em relação aos pendões grandes ou muito ramificados. Ele sugeriu a hipótese de que pendões menores proporcionariam condições para o desenvolvimento da espiga na porção inferior do colmo, por condicionarem menor dominância apical. Adicionalmente, mais fotossintatos na parte mediana da planta proporcionariam melhores oportunidades para a manifestação de prolificidade.

4.2.6. Acamamento

A Tabela 6 apresenta as porcentagens médias de acamamento de plantas das cultivares avaliadas, em função da supressão da frutificação.

Pode-se observar, pela referida Tabela, que para uma dada cultivar, existiu uma tendência do tratamento "colheita de milho maduro" determinar maior proporção de plantas acamadas, em relação aos tratamentos IP, IR e MV. Essa tendência tornar-se-á ainda mais clara, se for considerado que alguns dos dados referentes aos tratamentos em

que a frutificação foi totalmente impedida (tratamentos IP e IR) estão super-estimados. Em plantas que apresentaram a inflorescência feminina em posição relativamente elevada, os processos de proteção e remoção das inflorescências determinaram, em alguns casos, a quebra do colmo. As plantas em que isso ocorreu foram computadas como acamadas, por ocasião da colheita do milho maduro.

TABELA 6. Porcentagem média de plantas acamadas de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos: IP = inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81.

Cult ivares	Tratamentos				Médias
	IP	IR	MV	MM	
Ag IGE	27,0	13,3	19,3	50,0	27,4
Ag IMS	21,2	2,8	12,1	44,1	20,1
ESALQ o ₂ Sacarino	13,4	8,5	25,8	28,0	18,9
ESALQ VD-2	21,6	13,2	18,4	35,5	22,2
ESALQ VD-2 Sacarino	9,5	6,6	7,1	16,1	9,8
ESALQ VF-1	13,0	5,9	9,0	18,4	11,6
ESALQ VF-1 Sacarino	14,1	9,3	12,9	21,3	14,4
H-7974	15,2	13,2	11,7	16,0	14,0
Médias	16,9	9,1	14,5	28,7	17,3

A Tabela 6 indica ainda que, num mesmo "tratamento de espiga", o grau de acamamento variou entre cultivares.

Normalmente, o acamamento de plantas de milho deve ser função da ação e interação de inúmeros fatores ligados à própria planta, bem como ao ambiente em que ela vive. Nessa situação, a análise das condições determinantes do acamamento já é complexa. Quando a frutificação é suprimida, o problema deve tornar-se mais complexo ainda.

No tratamento "colheita de milho maduro", o próprio peso da espiga, aumentando o "efeito de alavanca", pode ter contribuído para maiores porcentagens de acamamento. As plantas em que as inflorescências foram protegidas ou removidas ficaram, obviamente, livres de tal peso. Por outro lado, as plantas em que o milho foi colhido no "estado verde" ficaram numa situação intermediária, suportando o peso da espiga durante menos tempo que as plantas que frutificaram normalmente.

Um outro fator que pode ter contribuído para uma maior resistência ao acamamento, das plantas em que a frutificação foi suprimida, refere-se ao desenvolvimento do sistema radicular. Foi demonstrado que tanto a proteção (SPENCER, 1941) como a remoção (KIESSELBACH, 1948), das inflorescências femininas de plantas de milho determinam maior desenvolvimento do sistema radicular, em relação àquele ocorrido nas plantas polinizadas normalmente. Por outro lado, maior desenvolvimento do sistema radicular tem sido associado com maior resistência ao acamamento. Aliás, SPENCER (1941) verificou que o impedimento da frutificação provocou, em relação às plantas com produção normal de milho, aumentos de até 25% na força requerida para arrancar, verticalmente,

as plantas. Como se sabe, esta tem sido considerada uma das maneiras de se avaliar a resistência de plantas de milho ao acamamento.

Conforme já foi dito, entre os vários fatores condicionantes do acamamento do milho, as alturas de planta e de inserção da espiga parecem desempenhar papel importante. Apesar de não haver dúvida de que, mantidos constantes outros fatores, maiores alturas de planta e de inserção da espiga devem levar a maiores porcentagens de acamamento, no presente trabalho, essa relação não parece ter ocorrido de maneira clara. Aliás, no geral, plantas menores apresentaram maiores proporções de acamamento.

4.3. Características Tecnológicas

4.3.1. Produção de Colmos

A Tabela 7 apresenta as produções médias de colmos das cultivares estudadas, em função dos "tratamentos de espiga", conforme avaliações realizadas imediatamente após a colheita dos colmos e cerca de 15 horas depois.

Nas duas avaliações, diferenças significativas, quanto à produção de colmos, foram constatadas entre cultivares e entre "tratamentos de espiga". A interação cultivares x "tratamentos de espiga" não foi significativa.

O comportamento das cultivares foi bastante consistente nas duas avaliações. Em ambas, as populações ESALQ VD-2, ESALQ VD-2 Sacarino, ESALQ VF-1 e ESALQ VF-1 Sacarino destacaram-se como as que

TABELA 7. Produção média de colmos, em Kg/ha, avaliada imediatamente após a colheita e cerca de 15 horas depois, de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos: IP = inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81.*

Cultivares	Tratamentos				Médias
	IP	IR	MV	MM	
COLMOS AVALIADOS IMEDIATAMENTE APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	26833	25333	24333	21667	24542 a
Ag IMS	23667	24000	22500	18333	22125 a
ESALQ o ₂ Sac.	23333	23333	22000	22667	22833 a
ESALQ VD-2	31667	30000	28167	30167	30000 c
ESALQ VD-2 Sac.	34333	30167	32000	28667	31292 c
ESALQ VD-1	30000	30000	29500	28333	29458 bc
ESALQ VF-1 Sac.	30333	31333	30667	28167	30125 c
H-7974	25333	24667	26333	25333	25417 ab
Médias	28187 B	27354 B	26938 AB	25417 A	26974
COLMOS AVALIADOS 15 HORAS APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	23333	23000	21833	18500	21667 a
Ag IMS	22167	22500	20500	16333	20375 a
ESALQ o ₂ Sac.	21667	19500	21167	20167	20625 a
ESALQ VD-2	30167	31333	28833	27667	29500 c
ESALQ VD-2 Sac.	29833	29500	30833	28333	29625 c
ESALQ VF-1	31333	29000	30000	24167	28625 c
ESALQ VF-1 Sac.	29000	28167	25833	26333	27333 bc
H-7974	25167	26000	21167	18667	22750 ab
Médias	26583 B	26125 B	25021 B	22521 A	25063

* Em cada série de médias, valores seguidos pela mesma letra minúscula, nas colunas, e pela mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

mais produziram colmos. Em geral, as cultivares com as menores alturas de planta (Tabela 5) foram as que menos produziram colmos. Todavia, o híbrido H-7974, embora tenha apresentado uma das maiores alturas de planta, mostrou-se inferior, do ponto de vista do rendimento de colmos.

No que se refere aos "tratamentos de espiga", na primeira avaliação, os tratamentos em que a frutificação foi suprimida parcialmente (MV) ou totalmente (IP e IR) não diferiram entre si, mas apenas IP e IR foram superiores, significativamente, à "colheita de milho maduro" (MM). Na segunda análise, os tratamentos IP, IR e MV também não diferiram entre si, mas todos suplantaram o tratamento MM.

4.3.2. Umidade do Colmo

O efeito dos "tratamentos de espiga" sobre a porcentagem de umidade do colmo, avaliada imediatamente após a colheita dos colmos, não foi o mesmo nas 8 cultivares estudadas (Tabela 8). Em outras palavras, a interação cultivares x "tratamentos de espiga" foi significativa.

A comparação das cultivares, em termos de plantas com inflorescências femininas protegidas, mostra que a população ESALQ o₂ Sacarino foi a que apresentou o menor teor de umidade nos colmos, sendo superada significativamente, entretanto, apenas pelas cultivares Ag IGE, Ag IMS, ESALQ VD-2 e H-7974.

Quando se considera o teor de umidade do colmo de plantas com inflorescências femininas removidas, observa-se que a cultivar ESALQ VF-1 Sacarino apresentou o menor teor e que apenas o híbrido

TABELA 8. Porcentagem média de umidade do colmo, avaliada imediatamente após a colheita dos colmos, de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos: IP = inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81. *

Cultivares	Tratamentos				Médias
	IP	IR	MV	MM	
Ag IGE	72,5 c A	69,4 ab A	74,1 ab A	71,4 a A	71,9
Ag IMS	70,1 bc AB	72,2 b AB	75,8 b B	66,6 a A	71,2
ESALQ O ₂ Sacarino	60,6 a A	65,6 ab AB	65,8 a AB	69,9 a B	65,5
ESALQ VD-2	72,1 c A	68,0 ab A	71,4 ab A	74,2 a A	71,4
ESALQ VD-2 Sacarino	68,8 abc A	64,8 ab A	66,6 a A	67,7 a A	67,0
ESALQ VF-1	63,5 ab A	69,2 ab A	68,7 ab A	68,7 a A	67,5
ESALQ VF-1 Sacarino	67,7 ab A	61,9 a A	68,7 ab A	66,3 a A	66,1
H-7974	70,0 bc A	67,8 ab A	71,3 ab A	71,7 a A	70,2
Médias	68,2	67,4	70,3	69,6	68,9

* Em Cada série de médias, valores seguidos pela mesma letra minúscula, nas colunas, e pela mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Ag IMS, com a maior porcentagem, foi capaz de suplantá-la. Aliás, este híbrido apresentou também o maior teor de umidade no colmo, diferindo somente das cultivares ESALQ o₂ Sacarino e ESALQ VD-2 Sacarino, quando a comparação das cultivares foi efetuada em termos de teor de umidade do colmo de plantas em que o milho foi colhido no "estado verde".

Finalmente, quando se compara as cultivares, em termos de plantas que frutificaram normalmente, constata-se que elas não diferiram entre si, estatisticamente, apresentando um teor médio de umidade de 69,6%.

O teor de umidade do caule do milho deve variar em função de diversos fatores, entre os quais o ciclo da variedade considerada. Isto é, variedades mais tardias devem manter altas porcentagens de umidade no colmo por mais tempo que variedades mais precoces. O teor de umidade dos grãos em "estado verde" (Tabela 2) e maduros (Tabela 3) variou entre cultivares, refletindo diferenças de ciclo, que podem ter contribuído para as diferenças em umidade do colmo das cultivares estudadas.

Apenas o híbrido Ag IMS e a variedade ESALQ o₂ Sacarino tiveram o teor de umidade do colmo afetado significativamente pelos "tratamentos de espiga". No híbrido, o tratamento MM determinou o menor teor de umidade, o qual diferiu significativamente apenas daquele teor determinado pelo tratamento MV. Na variedade, o menor teor foi provocado pelo tratamento IP, mas apenas o tratamento MM foi capaz de superá-lo, significativamente.

VALVA (1979), como no presente trabalho, constatou diferenças entre cultivares, no que se refere ao teor de umidade do colmo. Todavia, observou também que, quanto a esta característica, praticamente não houve diferença entre os tratamentos com e sem (inflorescências femininas protegidas) produção de grãos.

4.3.3. Quantidade de Caldo

Houve também interação cultivares x "tratamentos de espiga" significativa, para a quantidade de caldo extraída de colmos recém-colhidos (Tabela 9) e de colmos colhidos há 15 horas (Tabela 10).

Na avaliação realizada imediatamente após a colheita dos colmos, as cultivares Ag IGE, Ag IMS, ESALQ VD-2 e ESALQ VF-1 Sacarino se distinguiram como as que mais produziram caldo, em todos os "tratamentos de espiga". Por outro lado, a variedade ESALQ o₂ Sacarino foi a que menos caldo produziu, nos tratamentos IP, IR e MV. No tratamento MM, foi o híbrido H-7974 que produziu a menor quantidade de caldo. Nessa primeira avaliação, apenas as cultivares AG IMS, ESALQ o₂ Sacarino e ESALQ VD-2 tiveram a quantidade de caldo afetada pelos "tratamentos de espiga". Nessas cultivares, maiores quantidades de caldo foram proporcionadas pelos tratamentos IP (no híbrido Ag IMS) e MM (nas variedades ESALQ o₂ Sacarino e ESALQ VD-2).

Na avaliação realizada 15 horas após a colheita dos colmos (Tabela 10), no tratamento IP, não houve diferenças entre cultivares, no que se refere à quantidade de caldo extraída dos colmos. Nesse tratamento, as cultivares estudadas produziram, em média, 643 Kg de caldo por tonelada de colmos. Nos tratamentos IR e MV, o híbrido AG IGE,

TABELA 9. Quantidade média de caldo, em Kg, extraída de uma tonelada de colmos, imediatamente após a colheita dos colmos, de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos: IP = inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81.*

Cultivares	Tratamentos				Médias
	IP	IR	MV	MM	
Ag IGE	705,7	d A	675,4 b A	706,7 c A	690,9 bc A 694,7
Ag IMS	699,5	cd B	683,2 b AB	676,0 bc AB	663,6 abc A 680,6
ESALQ o ₂ Sacarino	613,5 a	AB	630,0 a AB	618,8 a A	665,8 ab B 634,0
ESALQ VD-2	678,9	bcd AB	652,0 ab A	671,8 bc AB	696,6 c B 674,8
ESALQ VD-2 Sacarino	657,5 ab	A	634,5 a A	660,6 b A	670,2 abc A 655,7
ESALQ VF-1	663,0 abc	A	669,2 ab A	674,8 bc A	695,0 bc A 675,5
ESALQ VF-1 Sacarino	673,8	bcd A	660,5 ab A	680,0 bc A	687,0 bc A 675,2
H-7974	663,3 abc	A	650,9 ab A	649,3 ab A	640,3 a A 651,0
Médias	669,4		657,0	667,2	676,2 667,7

* Em cada série de médias, valores seguidos pela mesma letra minúscula, nas colunas, e pela mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

TABELA 10. Quantidade média de caldo, em Kg, extraída de uma tonelada de colmos, 15 horas após a colheita dos colmos, de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos: IP = inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81.*

Cultivares	Tratamentos				Médias
	IP	IR	MV	MM	
Ag IGE	668,9 a A	660,5 c A	672,9 c A	647,5 ab A	662,4
Ag IMS	665,1 a B	645,7 bc AB	654,8 bc AB	617,1 ab A	645,6
ESALQ o ₂ Sacarino	620,1 a AB	590,0 a A	582,4 a A	631,9 ab B	606,1
ESALQ VD-2	645,3 a A	611,3 abc A	635,5 bc A	606,8 a A	624,7
ESALQ VD-2 Sacarino	623,3 a A	618,1 abc A	641,1 bc A	651,9 ab A	633,6
ESALQ VF-1	664,2 a A	638,4 abc A	657,4 bc A	665,5 b A	656,4
ESALQ VF-1 Sacarino	628,0 a A	631,8 abc A	642,5 bc A	643,7 ab A	636,5
H-7974	625,8 a A	602,6 ab A	613,1 ab A	615,0 ab A	614,1
Médias	642,6	624,8	637,5	634,9	634,9

* Em cada série de médias, valores seguidos pela mesma letra minúscula, nas colunas, e pela mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

com a maior produção de caldo, somente superou, significativamente, as cultivares ESALQ o₂ Sacarino e H-7974. No tratamento MM, entre os extremos representados pelas populações ESALQ VD-2 (607 Kg de caldo) e ESALQ VF-1 (666 Kg de caldo), situou-se o grupo constituído pelas demais cultivares, as quais não diferiram dos dois extremos, nem entre si. Conforme se observa pela Tabela 10, foram as cultivares Ag IMS e ESALQ o₂ Sacarino que determinaram a presença da interação cultivares x "tratamentos de espiga". Nessas cultivares, maiores quantidades de caldo foram determinadas, respectivamente, pelos tratamentos IP e MM.

As diferenças significativas entre cultivares e entre "tratamentos de espiga", quanto ao teor de umidade do colmo (Tabela 8) e teor de sólidos solúveis (Tabela 15), constatadas neste trabalho, devem explicar as diferenças entre quantidades de caldo observadas nas Tabelas 9 e 10. Um outro fator que também pode ter influenciado essas diferenças refere-se à quantidade de caldo remanescente no bagaço, após a prensagem dos colmos, que deve variar em função da variedade estudada.

4.3.4. Porcentagem de Sacarose Real no Caldo Extraído

Foram constatadas diferenças significativas entre cultivares e entre "tratamentos de espiga", quanto ao teor de sacarose real no caldo de colmos recém-colhidos e de colmos colhidos há 15 horas (Tabela 11).

Nas duas avaliações, os tratamentos IP, IR e MV não diferiram entre si e superaram, significativamente, o tratamento MM,

TABELA 11. Porcentagem média de sacarose real, no caldo de colmos recém-colhidos e de colmos colhidos há 15 horas, de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos: IP = inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81.*

Cultivares	Tratamentos				Médias
	IP	IR	MV	MM	
COLMOS AVALIADOS IMEDIATAMENTE APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	7,35	5,69	5,69	4,41	5,79 a
Ag IMS	5,84	6,84	5,95	4,29	5,73 a
ESALQ o ₂ Sac.	7,54	7,93	6,92	6,75	7,28 b
ESALQ VD-2	7,14	6,75	6,64	5,32	6,46 ab
ESALQ VD-2 Sac.	6,75	6,95	8,69	6,13	7,13 b
ESALQ VF-1	6,09	7,50	7,33	6,14	6,76 ab
ESALQ VF-1 Sac.	8,01	8,49	7,64	7,03	7,79 b
H-7974	6,32	5,98	5,13	4,61	5,51 a
Médias	6,88 B	7,02 B	6,75 B	5,59 A	6,56
COLMOS AVALIADOS 15 HORAS APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	5,54	5,79	5,71	5,21	5,56 a
Ag IMS	6,23	5,54	6,69	4,89	5,84 ab
ESALQ o ₂ Sac.	7,60	7,79	7,72	7,10	7,55 c
ESALQ VD-2	7,08	6,96	7,05	6,11	6,80 bc
ESALQ VD-2 Sac.	8,50	8,14	8,09	6,47	7,80 c
ESALQ VF-1	7,58	7,49	6,93	6,05	7,01 bc
ESALQ VF-1 Sac.	8,25	8,45	8,93	6,34	7,99 c
H-7974	5,54	5,80	5,27	5,21	5,45 a
Médias	7,04 B	7,00 B	7,05 B	5,92 A	6,75

* Em cada série de médias, valores seguidos pela mesma letra minúscula, nas colunas, e pela mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

quanto ao caráter em discussão. Outros pesquisadores, como VAN REEN e SINGLETON (1952), também têm observado que a proteção da inflorescência feminina condiciona maior teor de sacarose no colmo que aquele de plantas polinizadas normalmente.

O comportamento das cultivares, quanto ao teor de sacarose real do caldo, foi semelhante nas duas análises. Em ambas, as cultivares ESALQ VD-2, ESALQ VF-1 e, principalmente, ESALQ VD-2 Sacarino, ESALQ o₂ Sacarino e ESALQ VF-1 Sacarino apresentaram os maiores teores do referido açúcar. Assim, merece ser ressaltado o fato das populações selecionadas para alto teor de açúcares no colmo terem apresentado os maiores teores de sacarose real.

4.3.5. Porcentagem de Sacarose Aparente no Caldo Extraído

A Tabela 12 apresenta as porcentagens médias de sacarose aparente no caldo do colmo das cultivares estudadas, em função dos "tratamentos de espiga", conforme análises realizadas imediatamente após a colheita dos colmos e cerca de 15 horas depois.

Nas duas análises, os tratamentos referentes à supressão parcial (MV) ou total (IP e IR) da frutificação não diferiram entre si e suplantaram, significativamente, o tratamento MM, quanto à característica em pauta.

Os híbridos Ag IGE, Ag IMS e H-7974 foram os que apresentaram os menores teores de sacarose aparente, na análise realizada imediatamente após a colheita. Na outra análise, além destes híbridos, a

TABELA 12. Porcentagem média de sacarose aparente no caldo de colmos recém-colhidos e de colmos colhidos há 15 horas, de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos: IP = inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81.*

Cultivares	Tratamentos				Médias
	IP	IR	MV	MM	
COLMOS AVALIADOS IMEDIATAMENTE APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	5,14	5,15	4,76	3,58	4,66 ab
Ag IMS	4,96	5,62	5,46	3,63	4,92 ab
ESALQ o ₂ Sac.	7,42	6,86	7,90	5,94	7,03 e
ESALQ VD-2	5,94	5,62	5,33	4,50	5,35 bc
ESALQ VD-2 Sac.	6,42	5,92	7,66	6,19	6,55 de
ESALQ VF-1	6,94	6,32	6,27	4,69	6,05 cd
ESALQ VF-1 Sac.	6,59	7,11	7,31	6,27	6,82 de
H-7974	4,32	4,19	4,17	3,30	3,99 a
Médias	5,97 B	5,85 B	6,11 B	4,76 A	5,67
COLMOS AVALIADOS 15 HORAS APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	5,49	5,54	5,66	5,03	5,43 a
Ag IMS	6,05	5,55	6,50	4,78	5,72 ab
ESALQ o ₂ Sac.	7,10	7,39	7,85	6,84	7,29 c
ESALQ VD-2	7,00	7,00	6,96	5,67	6,66 abc
ESALQ VD-2 Sac.	8,50	8,14	8,07	6,27	7,29 c
ESALQ VF-1	7,40	7,31	6,71	5,88	6,83 bc
ESALQ VF-1 Sac.	8,37	7,85	8,72	6,41	7,84 c
H-7974	5,59	5,86	5,22	5,42	5,52 a
Médias	6,94 B	6,83 B	6,96 B	5,79 A	6,63

* Em cada série de médias, valores seguidos pela mesma letra minúscula, nas colunas, e pela mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

cultivar ESAL0 VD-2 também apresentou teor de sacarose aparente relativamente baixo.

Não foram encontradas, na literatura consultada, informações sobre a relação entre a sacarose real e a sacarose aparente, no milho. Em sorgo, VENTRE *et alii* (1948), utilizando 34 variedades, verificaram que, no final do período do amadurecimento dos grãos, a sacarose aparente não diferiu, significativamente, da real. Também em cana-de-açúcar, na época do amadurecimento e do corte, a sacarose aparente não difere, sensivelmente, da sacarose real (Oliveira, 1978, citado por VALVA, 1979). No presente estudo, com os dados listados nas Tabelas 11 e 12, pode-se deduzir que, na análise realizada imediatamente após a colheita dos colmos, a relação sacarose real/sacarose aparente, entre cultivares, variou de 1,09 a 1,38, com média de 1,16. Na análise realizada no caldo de colmos colhidos há 15 horas, a referida relação variou de 0,99 a 1,07, com média em torno de 1,02. Assim, no milho, a diferença entre a sacarose real e a sacarose aparente pode variar dependendo, entre outras coisas, da variedade, da época de colheita dos colmos, e do intervalo de tempo decorrido entre essa colheita e o momento da análise.

A diferença entre os resultados das duas análises, no que se refere à relação sacarose real/sacarose aparente deve estar ligada à diferença entre os teores de sacarose aparente, já que, como foi visto, as duas análises praticamente não diferiram, quanto ao teor de sacarose real (Tabela 11). Com efeito, conforme se observa pela Tabela 12, os teores de sacarose aparente determinados na segunda análise

foram, em geral, superiores àqueles obtidos na primeira análise.

4.3.6. Porcentagem de Açúcares Redutores no Caldo Extraído

Os dados relativos à porcentagem de açúcares redutores no caldo do colmo, avaliada imediatamente após a colheita das plantas e cerca de 15 horas depois, em função da supressão da frutificação, são mostrados na Tabela 13. Nas duas análises, diferenças significativas foram constatadas tanto entre cultivares como entre "tratamentos de espiga".

No que se refere a cultivares, observa-se, pela Tabela 13, que na análise realizada imediatamente após a colheita dos colmos, maiores teores de açúcares redutores foram apresentados pelas cultivares Ag IMS e ESALQ 0₂ Sacarino, sendo que esta população chegou a diferir, significativamente das outras 6 cultivares. Teores relativamente baixos foram apresentados pelas cultivares ESALQ VF-1 e H-7974. Na análise efetuada 15 horas depois da colheita das plantas, o híbrido H-7974, com apenas 0,99% de açúcares redutores no caldo do colmo, foi suplantado por todas as demais cultivares, à exceção da cultivar ESALQ VF-1.

Quanto ao efeito dos "tratamentos de espiga", constatou-se que, na primeira análise, plantas com a frutificação total ou parcialmente suprimida apresentaram teores de açúcares redutores significativamente maiores que aquele mostrado pelas plantas com produção normal de grãos. Na segunda análise, ocorreu praticamente o inverso: o tratamento MM suplantou a todos os outros, exceto o IP, quanto à característica em discussão.

TABELA 13. Porcentagem média de açúcares redutores, no caldo de colmos recém-colhidos e de colmos colhidos há 15 horas, de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos: IP = inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81.*

Cult ivares	Tratamentos				Médias
	IP	IR	MV	MM	
COLMOS AVALIADOS IMEDIATAMENTE APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	1,41	1,39	1,35	1,28	1,36 ab
Ag IMS	1,58	1,67	1,84	1,37	1,62 bc
ESALQ o ₂ Sac.	1,85	2,12	2,06	1,40	1,86 c
ESALQ VD-2	1,28	1,37	1,45	1,28	1,35 ab
ESALQ VD-2 Sac.	1,47	1,43	1,33	1,25	1,37 ab
ESALQ VF-1	1,39	1,26	1,29	1,15	1,27 a
ESALQ VF-1 Sac.	1,30	1,38	1,35	1,39	1,36 ab
H-7974	1,22	1,26	1,34	1,19	1,25 a
Médias	1,44 B	1,49 B	1,50 B	1,29 A	1,43
COLMOS AVALIADOS 15 HORAS APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	1,44	1,41	1,41	1,51	1,44 b
Ag IMS	1,65	1,68	1,54	1,74	1,65 b
ESALQ o ₂ Sac.	1,48	1,63	1,55	1,58	1,56 b
ESALQ VD-2	1,48	1,30	1,43	1,72	1,48 b
ESALQ VD-2 Sac.	1,34	1,26	1,21	1,74	1,39 b
ESALQ VF-1	1,26	1,20	1,33	1,43	1,30 ab
ESALQ VF-1 Sac.	1,40	1,39	1,26	1,68	1,43 b
H-7974	1,08	0,90	0,88	1,10	0,99 a
Médias	1,39 AB	1,35 A	1,33 A	1,56 B	1,41

* Em cada série de médias, valores seguidos pela mesma letra minúscula, nas colunas, e pela mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

4.3.7. Porcentagem de Açúcares Totais no Caldo Extraído

Conforme se observa pela Tabela 14, diferenças significativas entre cultivares e entre "tratamentos de espiga", quanto ao teor de açúcares totais no caldo do colmo, foram constatadas, tanto na análise realizada imediatamente após a colheita, como naquela efetuada 15 horas após os colmos terem sido colhidos.

Na primeira análise, o menor (7,01%) e o maior (9,52%) teores de açúcares totais foram apresentados, respectivamente, pelas cultivares H-7974 e ESALQ o₂ Sacarino. De qualquer forma, as cultivares ESALQ VD-2 Sacarino, ESALQ VF-1 e ESALQ VF-1 Sacarino não diferiram, estatisticamente, da ESALQ o₂ Sacarino, quanto à característica em pauta. Estas três cultivares apresentaram altos teores de açúcares totais, principalmente, por apresentarem altos teores de sacarose (Tabela 11), pois mostraram níveis apenas intermediários de açúcares redutores (Tabela 13). A variedade ESALQ o₂ Sacarino, por outro lado, além de mostrar alto teor de sacarose, apresentou também a maior concentração de açúcares redutores. Isso fez com que a ESALQ o₂ Sacarino se apresentasse com a maior proporção de açúcares totais, dentre as cultivares estudadas. Novamente, observa-se a superioridade das cultivares selecionadas para alto teor de açúcares no colmo.

Na análise realizada 15 horas após os colmos terem sido colhidos, o menor e o maior teor de açúcares totais foram produzidos, respectivamente, pelo híbrido H-7974 (6,49%) e pela população ESALQ VF-1 Sacarino (10,08%). As cultivares ESALQ o₂ Sacarino e ESALQ VD-2 Sacarino apresentaram, também, relativamente altas concentrações de

TABELA 14. Porcentagem média de açúcares totais, no caldo de colmos recém-colhidos e de colmos colhidos há 15 horas, de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos: IP = inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81.*

Cultivares	Tratamentos				Médias
	IP	IR	MV	MM	
COLMOS AVALIADOS IMEDIATAMENTE APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	9,15	7,31	7,34	5,91	7,43 ab
AG IMS	7,72	8,87	8,10	6,08	7,69 abc
ESALQ o ₂ Sac.	9,74	10,46	9,34	8,50	9,52 d
ESALQ VD-2	8,73	8,42	8,45	6,88	8,12 abc
ESALQ VD-2 Sac.	8,58	8,75	10,48	7,70	8,88 cd
ESALQ VF-1	7,80	9,15	9,00	7,61	8,39 bcd
ESALQ VF-1 Sac.	9,73	10,32	9,40	8,79	9,56 d
H-7974	7,75	7,56	6,74	5,99	7,01 a
Médias	8,66 B	8,86 B	8,61 B	7,18 A	8,32
COLMOS AVALIADOS 15 HORAS APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	7,26	7,50	7,60	6,99	7,34 ab
Ag IMS	8,21	7,52	7,90	6,89	7,67 bc
ESALQ o ₂ Sac.	9,48	9,83	10,37	9,05	9,78 de
ESALQ VD-2	8,93	8,62	8,85	8,16	8,64 cd
ESALQ VD-2 Sac.	10,29	9,82	9,73	8,55	9,60 de
ESALQ VF-1	9,24	9,08	8,45	7,79	8,64 cd
ESALQ VF- Sac.	10,08	10,28	10,66	9,29	10,08 e
H-7974	6,91	7,01	6,42	5,65	6,49 a
Médias	8,80 B	8,71 B	8,75 B	7,80 A	8,51

* Em cada série de médias, valores seguidos pela mesma letra minúscula, nas colunas, e pela mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

açúcares totais, no caldo do colmo. Estas altas concentrações, bem como aquela da ESALQ VF-1 Sacarino, foram devidas, especialmente, às altas concentrações de sacarose produzidas por estas cultivares (Tabela 11), pois, como se observa pela Tabela 13, a maioria das cultivares estudadas não diferiu, quanto ao teor de açúcares redutores, na segunda análise.

Nas duas análises, a proteção e a remoção das inflorescências femininas, bem como a colheita do milho no "estado verde", determinaram maiores proporções de açúcares totais que aquela encontrada no colmo de plantas que frutificaram normalmente.

4.3.8. Brix em Porcentagem do Caldo Extraído

As porcentagens médias de sólidos solúveis no caldo de colmos recém-colhidos e de colmos colhidos há 15 horas, em função da supressão da frutificação das cultivares estudadas, são apresentadas na Tabela 15.

Nas duas avaliações, foram constatados efeitos significativos apenas de cultivares e de "tratamentos de espiga", isto é, a interação cultivares x "tratamentos de espiga" não foi significativa.

No que se relaciona a "tratamentos de espiga", verificou-se que, em ambas avaliações, os tratamentos IP, IR e MV não diferiram entre si e condicionaram teores de sólidos solúveis significativamente superiores àquele determinado pelo tratamento MM.

O comportamento das cultivares avaliadas, quanto ao Brix em porcentagem do caldo extraído, foi diferente nas duas avaliações.

TABELA 15. Porcentagem média de sólidos solúveis, no caldo de colmos recém-colhidos e de colmos colhidos após 15 horas, de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos: IP = inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81.*

Cultivares	Tratamentos				Médias
	IP	IR	MV	MM	
COLMOS AVALIADOS IMEDIATAMENTE APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	11,08	11,37	9,92	7,78	10,04 a
Ag IMS	10,32	11,50	11,47	8,08	10,34 a
ESALQ o ₂ Sac.	14,62	14,25	14,95	11,35	13,79 d
ESALQ VD-2	11,52	11,43	10,92	9,35	10,80 ab
ESALQ VD-2 Sac.	13,03	12,20	13,23	11,13	12,40 c
ESALQ VF-1	12,32	12,00	12,40	9,38	11,53 b
ESALQ VF-1 Sac.	12,97	13,27	13,03	11,33	12,65 c
H-7974	11,10	10,55	10,25	8,40	10,07 a
Médias	12,12 B	12,07 B	12,02 B	9,60 A	11,45
COLMOS AVALIADOS 15 HORAS APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	11,07	11,20	11,07	10,20	10,88 a
Ag IMS	11,73	11,42	11,43	10,07	11,16 ab
ESALQ o ₂ Sac.	14,27	14,90	15,37	12,68	14,30 d
ESALQ VD-2	12,78	12,63	12,40	11,32	12,28 bc
ESALQ VD-2 Sac.	14,58	13,92	13,63	11,55	13,42 cd
ESALQ VF-1	13,22	13,23	12,15	10,97	12,39 bc
ESALQ VF-1 Sac.	14,27	14,78	14,80	13,05	14,23 d
H-7974	11,20	11,57	10,55	9,27	10,65 a
Médias	12,89 B	12,96 B	12,68 B	11,14 A	12,41

* Em cada série de médias, valores seguidos pela mesma letra minúscula, nas colunas, e pela mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

De qualquer forma, em ambas, pode-se constatar a eficiência da seleção para alto teor de açúcares no colmo.

Na avaliação realizada imediatamente após a colheita dos colmos, a ESALQ 02 Sacarino destacou-se nitidamente das demais cultivares, por apresentar o maior teor de sólidos solúveis. Menores teores de sólidos solúveis foram apresentados pela cultivar ESALQ VD-2 e, principalmente, pelos híbridos Ag IGE, Ag IMS e H-7974. Diferenças entre cultivares, no que se refere ao teor de umidade do colmo (Tabela 8), devem ter contribuído para as diferenças entre concentrações de sólidos solúveis dos colmos submetidos à primeira análise.

Na avaliação realizada 15 horas após a colheita das plantas, a população ESALQ 02 Sacarino também apresentou o maior Brix em porcentagem do caldo extraído, mas não chegou a diferir, quanto a esta característica, das cultivares ESALQ VD-2 Sacarino e ESALQ VF-1 Sacarino. Nessa avaliação, os menores teores de sólidos solúveis foram apresentados pelos híbridos Ag IMS, Ag IGE e H-7974.

Conforme foi mostrado na Tabela 6, plantas com inflorescências femininas protegidas ou removidas e plantas que tiveram o milho colhido no "estado verde" tenderam a acamar menos que plantas cujas espigas só foram colhidas após a maturação dos grãos. Segundo CAMPBELL (1964), existiria uma associação entre altos teores de sólidos solúveis no colmo e resistência ao acamamento. Ele sugeriu duas maneiras pelas quais altas concentrações de sólidos solúveis no colmo poderiam afetar a resistência das plantas ao acamamento:

a) Uma alta concentração de sólidos solúveis, fornecendo nutrientes necessários à manutenção de colmos e raízes com vida, após a cessação da fotossíntese, retardaria o início da degeneração estrutural por microrganismos saprófitas e parasitas;

b) Se alguma interferência ambiente, tal como a exaustão da umidade do solo, matasse as plantas antes do esgotamento dos sólidos solúveis, os açúcares remanescentes poderiam acelerar a degeneração dos tecidos estruturais, por promoverem o crescimento de microrganismos.

4.3.9. Pureza do Caldo

Dados sobre a pureza do caldo do colmo das cultivares estudadas, expressa em termos de sacarose real, sacarose aparente e de açúcares totais por cento de Brix, são apresentados, respectivamente, nas Tabelas 16, 17 e 18.

Para a análise realizada imediatamente após a colheita dos colmos, diferenças significativas foram constatadas somente entre cultivares e, nesse caso, quanto à pureza em sacarose aparente por cento de Brix (Tabela 17). Nesse particular, destacaram-se as cultivares ESALQ VD-2, ESALQ VD-2 Sacarino, ESALQ VF-1, ESALQ VF-1 Sacarino e ESALQ o₂ Sacarino, por apresentarem os maiores valores para a pureza. Quanto à pureza expressa em termos de sacarose real ou de açúcares totais por cento de Brix, os valores médios para as cultivares estudadas foram de, respectivamente, 57,66% (Tabela 16) e 73,10% (Tabela 18). Assim, em média, dos sólidos solúveis encontrados no caldo dos colmos recém-colhidos das cultivares avaliadas, cerca de 73% corresponde a

TABELA 16. Pureza média, em sacarose real por cento de Brix, do caldo de colmos recém-colhidos e de colmos colhidos há 15 horas, de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos: IP = inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81.*

Cultivares	Tratamentos				Médias
	IP	IR	MV	MM	
COLMOS AVALIADOS IMEDIATAMENTE APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	66,45	50,27	57,78	56,43	57,73 a
Ag IMS	57,05	59,37	52,22	53,20	55,46 a
ESALQ o ₂ Sac.	51,17	55,38	46,72	58,38	52,91 a
ESALQ VD-2	62,12	62,73	60,08	56,83	60,44 a
ESALQ VD-2 Sac.	51,87	57,03	65,58	55,45	57,48 a
ESALQ VF-1	49,52	62,53	58,80	64,92	58,94 a
ESALQ VF-1 Sac.	61,92	63,87	58,58	63,90	62,07 a
H-7974	59,63	56,58	53,63	55,08	56,23 a
Médias	57,47 A	58,47 A	56,67 A	58,02 A	57,66
COLMOS AVALIADOS 15 HORAS APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	49,65	51,48	51,57	50,88	50,90 ab
Ag IMS	53,00	48,47	53,00	46,65	50,78 ab
ESALQ o ₂ Sac.	53,02	52,25	53,02	55,62	53,48 abc
ESALQ VD-2	55,28	54,58	56,95	53,65	55,12 bc
ESALQ VD-2 Sac.	58,30	57,98	59,35	55,68	57,83 c
ESALQ VF-1	56,80	56,38	56,85	54,52	56,14 c
ESALQ VF-1 Sac.	57,67	57,22	60,42	51,93	56,81 c
H-7974	48,75	50,05	49,97	48,82	49,40 a
Médias	54,06 A	53,55 A	55,14 A	52,22 A	53,80

* Em cada série de médias, valores seguidos pela mesma letra minúscula, nas colunas, e pela mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

TABELA 17. Pureza média, em sacarose aparente por cento de Brix, do caldo de colmos recém-colhidos e de colmos colhidos há 15 horas, de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos: IP = inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81.*

Cultivares	Tratamentos				Médias
	IP	IR	MV	MM	
COLMOS AVALIADOS IMEDIATAMENTE APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	46,27	45,22	47,57	44,88	45,98 ab
Ag IMS	48,02	48,53	47,62	42,70	46,72 bc
ESALQ o ₂ Sac.	50,37	47,88	52,83	52,02	50,78 bcd
ESALQ VD-2	51,75	48,92	48,08	47,97	49,18 bcd
ESALQ VD-2 Sac.	49,23	47,98	57,70	55,43	52,59 cd
ESALQ VF-1	56,68	52,60	49,87	49,70	52,21 bcd
ESALQ VF-1 Sac.	50,87	53,47	56,05	54,73	53,78 d
H-7974	39,20	39,28	40,78	38,48	39,44 a
Médias	49,05 A	47,99 A	50,06 A	48,24 A	48,83
COLMOS AVALIADOS 15 HORAS APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	49,40	49,25	51,05	49,17	49,72 a
Ag IMS	51,62	49,08	52,10	47,55	50,09 a
ESALQ o ₂ Sac.	51,78	49,43	53,90	53,43	52,14 ab
ESALQ VD-2	54,65	54,78	56,18	49,83	53,86 abc
ESALQ VD-2 Sac.	58,42	57,98	58,82	54,02	57,31 c
ESALQ VF-1	55,60	55,10	55,03	56,28	55,50 bc
ESALQ VF-1 Sac.	58,20	54,13	58,92	52,40	55,91 bc
H-7974	49,30	50,37	49,50	50,67	49,96 a
Médias	53,62 A	52,52 A	54,44 A	51,67 A	53,06

* Em cada série de médias, valores seguidos pela mesma letra minúscula, nas colunas, e pela mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

TABELA 18. Pureza média, em açúcares totais por cento de Brix, do caldo de colmos recém-colhidos e de colmos colhidos há 15 horas, de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos: IP = inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81.*

Cultivares	Tratamentos				Médias
	IP	IR	MV	MM	
COLMOS AVALIADOS IMEDIATAMENTE APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	82,6	64,6	74,4	75,8	74,4 a
Ag IMS	75,2	77,2	71,0	75,3	74,7 a
ESALQ o ₂ Sac.	66,9	73,2	62,9	73,8	69,2 a
ESALQ VD-2	76,0	73,8	76,9	73,3	75,0 a
ESALQ VD-2 Sac.	65,9	72,1	79,1	69,9	71,8 a
ESALQ VF-1	63,4	76,4	72,5	80,4	73,2 a
ESALQ VF-1 Sac.	75,1	77,8	72,0	78,4	75,9 a
H-7974	73,1	71,4	66,1	71,3	70,5 a
Médias	72,3 A	73,3 A	71,9 A	74,8 A	73,1
COLMOS AVALIADOS 15 HORAS APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	65,2	66,8	68,6	67,9	67,1 b
Ag IMS	69,8	65,9	68,4	68,4	68,1 bc
ESALQ o ₂ Sac.	66,3	66,1	66,8	71,2	67,6 b
ESALQ VD-2	69,8	67,7	71,4	71,5	70,1 bc
ESALQ VD-2 Sac.	70,5	70,2	71,4	73,4	71,4 c
ESALQ VF-1	69,4	68,4	69,4	70,0	69,3 bc
ESALQ VF-1 Sac.	70,6	69,6	72,1	69,0	70,4 bc
H-7974	61,2	60,4	61,0	65,6	61,3 a
Médias	67,9 AB	66,9 A	68,6 AB	69,6 B	68,1

* Em cada série de médias, valores seguidos pela mesma letra minúscula, nas colunas, e pela mesma letra maiúscula nas linhas, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

açúcares, sendo o restante constituído por outros sólidos solúveis tais como proteínas, aminoácidos, ácidos orgânicos e sais.

Na análise efetuada 15 horas após os colmos terem sido colhidos, diferenças significativas foram constatadas entre "tratamentos de espiga" (para pureza expressa em termos de açúcares totais por cento de Brix) e entre cultivares (para a pureza expressa em termos de sacarose real, sacarose aparente e de açúcares totais por cento de Brix). No que se relaciona a "tratamentos de espiga", observa-se, pela Tabela 18, que a "colheita de milho maduro" determinou pureza, em açúcares totais por cento de Brix, significativamente maior que aquela obtida no caldo do colmo de plantas com inflorescências femininas removidas. Nos demais "tratamentos de espiga", constatou-se níveis intermediários dessa pureza. No que se refere a cultivares, os resultados da segunda análise mostram que as populações ESALQ VD-2, ESALQ VD-2 Sacarino, ESALQ VF- e ESALQ VF-1 Sacarino foram as cultivares que apresentaram a maior pureza do caldo, nos três modos em que essa pureza foi expressa (Tabelas 16, 17 e 18). A variedade ESALQ o₂ Sacarino também apresentou pureza relativamente elevada, em termos de sacarose real por cento de Brix.

Em geral, a pureza expressa em termos de sacarose real e de açúcares totais por cento de Brix foi maior na primeira análise do que na segunda. Isso está relacionado, principalmente, ao teor de sólidos solúveis obtido nas duas análises. Tanto o teor de sacarose real como o teor de açúcares totais foram maiores na segunda análise do que na primeira (a superioridade média foi de, respectivamente 3 e 2%, conforme as Tabelas 11 e 14). Todavia, o teor de sólidos solúveis também foi maior na segunda análise do que na primeira, mas nesse caso a

superioridade (em média 8%, segundo a Tabela 15) foi maior que aquela ocorrida para as porcentagens de sacarose real e de açúcares totais. Por razões semelhantes, a pureza, expressa em sacarose aparente por cento de Brix, foi maior na segunda análise.

4.3.10. Porcentagem de Fibra

As Tabelas 19 e 20 apresentam os dados referentes à porcentagem de fibra do colmo, avaliada imediatamente após a colheita e cerca de 15 horas depois, em função das cultivares e dos "tratamentos de espiga" estudados.

Na primeira avaliação, para o aludido caráter, foram significativos apenas os efeitos de cultivares e de "tratamentos de espiga" (Tabela 19). A maior porcentagem de fibra foi encontrada nos colmos do híbrido H-7974, mas níveis altos foram apresentados também pelas cultivares ESALQ o₂ Sacarino e ESALQ VD-2 Sacarino. Nos híbridos Ag IGE e Ag IMS, encontraram-se os menores teores de fibra. Ainda na primeira avaliação, observa-se, pela Tabela 19, que a remoção das inflorescências femininas determinou plantas com colmos mais fibrosos que a proteção das inflorescências ou a "colheita de milho verde". A "colheita de milho maduro" resultou em níveis intermediários de fibra.

Na avaliação realizada 15 horas após a colheita dos colmos, a interação cultivares x "tratamentos de espiga" foi significativa. Das cultivares estudadas, o híbrido Ag IMS e a variedade ESALQ o₂ Sacarino foram as únicas a mostrarem alteração de comportamento em função dos "tratamentos de espiga". Nessas duas cultivares, colmos mais

TABELA 19. Porcentagem média de fibra, avaliada em colmos recém-colhidos, de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos: IP = inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81.*

Cultivares	Tratamentos				Médias
	IP	IR	MV	MM	
Ag IGE	14,3	16,5	14,4	15,7	15,2 a
Ag IMS	13,8	15,2	16,2	16,8	15,5 a
ESALQ o ₂ Sacarino	18,9	20,3	18,8	18,0	19,0 cd
ESALQ VD-2	16,3	19,0	17,3	16,7	17,3 abc
ESALQ VD-2 Sacarino	17,3	19,4	16,8	17,3	17,7 bcd
ESALQ VF-1	17,4	17,3	15,8	16,3	16,7 ab
ESALQ VF-1 Sacarino	15,9	17,3	16,3	15,9	16,4 ab
H-7974	18,9	19,5	19,4	21,1	19,7 d
Médias	16,6 A	18,1 B	16,9 A	17,2 AB	17,2

* Valores seguidos pela mesma letra minúscula, na coluna, e pela mesma letra maiúscula, na linha, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

TABELA 20. Porcentagem média de fibra, avaliada em colmos colhidos há 15 horas, de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos: IP = inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81.*

Cultivares	Tratamentos				Médias				
	IP	IR	MV	MM					
Ag IGE	12,8 a	A	14,8 a	A	13,6 a	A	14,7 a	A	14,0
Ag IMS	13,6 ab	A	14,4 a	A	14,2 a	A	16,6 ab	B	14,7
ESALQ o ₂ Sacarino	16,9	cd A	18,5	bc AB	18,9	cd B	17,2 ab	AB	17,9
ESALQ VD-2	16,9	cd A	18,6	bc A	17,6	bcd A	18,7	bc A	18,0
ESALQ VD-2 Sacarino	17,1	cd A	17,5	b A	16,9	bc A	15,6 a	A	16,8
ESALQ VF-1	15,3	bc A	16,7	ab A	15,7	ab A	16,4 ab	A	16,0
ESALQ VF-1 Sacarino	16,3	c A	16,3	ab A	15,3	ab A	16,4 ab	A	16,1
H-7974	19,0	d A	20,6	c A	19,8	d A	20,8	c A	20,1
Médias	16,0		17,2		16,5		17,0		16,7

* Em cada série de médias, valores seguidos pela mesma letra minúscula, nas colunas, e pela mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

fibrosos foram encontrados, respectivamente, nas plantas em que o milho foi colhido maduro e no "estado verde".

O comportamento das cultivares foi mais ou menos concorde nos tratamentos IR e MV (Tabela 20). Nestes tratamentos, baixas porcentagens de fibra foram apresentadas pelos híbridos Ag IGE e Ag IMS, e altas pelas variedades ESALQ 02 Sacarino e ESALQ VD-2 e, principalmente, pelo híbrido H-7974. Tanto no tratamento IP como no tratamento MM, os híbridos Ag IGE e H-7974 apresentaram, respectivamente, o menor e o maior teores de fibra.

CAMPBELL (1964) verificou diferenças significativas entre cultivares, no que se refere à matéria seca insolúvel do caule do milho, correspondente a tecidos estruturais e vasculares. Constatou ainda mais que, depois da fertilização, não ocorre mais aumento desse tipo de matéria seca. VALVA (1979), por outro lado, verificou que a porcentagem de fibra (calculada como no presente estudo) tendeu a aumentar, após um período de estabilização que coincidiu com o início do desenvolvimento dos grãos. Ele também observou que "as cultivares diferiram bastante entre si, com relação à porcentagem de fibra".

No que se refere à supressão da frutificação, CAMPBELL (1964) não observou diferenças significativas entre plantas polinizadas e não-polinizadas, quanto à matéria seca do caule correspondente a tecidos estruturais e vasculares. Entretanto, VALVA (1979) encontrou diferença significativa entre estes dois tipos de plantas, quanto ao caráter em discussão, embora em termos médios, as porcentagens de fibra obtidas com e sem produção de grãos, praticamente, não tenham diferido.

As informações apresentadas acima mostram que são mais ou menos conflitantes os resultados obtidos a respeito dos efeitos da supressão da frutificação sobre a porcentagem de fibra no caule do milho.

4.3.11. Porcentagem de Sacarose Aparente em Relação ao Peso Fresco do Colmo

Diferenças significativas, quanto à porcentagem de sacarose aparente, em relação ao peso fresco do colmo, foram encontradas entre cultivares e entre "tratamentos de espiga", nas avaliações realizadas imediatamente após a colheita dos colmos e cerca de 15 horas depois (Tabela 21).

Em ambas avaliações, porcentagens relativamente altas de sacarose aparente, em relação ao peso fresco do colmo, foram obtidas nas cultivares ESALQ 02 Sacarino, ESALQ VD-2 Sacarino, ESALQ VF-1 e ESALQ VF-1 Sacarino. O híbrido H-7974 mostrou-se inferior, quanto ao caráter citado, nas duas avaliações.

No que diz respeito a "tratamentos de espiga", a Tabela 21 indica que as plantas em que a frutificação foi suprimida parcial ou totalmente não diferiram entre si e superaram, significativamente, as plantas com frutificação normal, quanto ao teor de sacarose aparente do colmo, nas duas análises.

TABELA 21. Porcentagem média de sacarose aparente, em relação ao peso fresco de colmos recém-colhidos e de colmos colhidos há 15 horas, de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos: IP = inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81.*

Cultivares	Tratamentos				Médias
	IP	IR	MV	MM	
COLMOS AVALIADOS IMEDIATAMENTE APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	4,06	3,96	3,75	2,79	3,64 ab
Ag IMS	3,97	4,41	4,23	2,80	3,85 b
ESALQ o ₂ Sac.	5,52	4,94	5,90	4,48	5,21 d
ESALQ VD-2	4,59	4,18	4,07	3,46	4,07 bc
ESALQ VD-2 Sac.	4,89	4,42	5,87	4,72	4,97 d
ESALQ VF-1	5,28	4,82	4,89	3,61	4,65 cd
ESALQ VF-1 Sac.	5,11	5,42	5,65	4,90	5,27 d
H-7974	3,22	3,09	3,09	2,39	2,95 a
Médias	4,58 B	4,41 B	4,68 B	3,64 A	4,33
COLMOS AVALIADOS 15 HORAS APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	4,43	4,37	4,54	3,96	4,32 ab
Ag IMS	4,84	4,39	4,64	3,68	4,39 b
ESALQ o ₂ Sac.	5,69	5,54	6,35	5,22	5,70 cde
ESALQ VD-2	5,36	5,25	5,28	4,24	5,03 bc
ESALQ VD-2 Sac.	6,50	6,18	6,13	4,90	5,93 de
ESALQ VF-1	5,80	5,63	5,23	4,55	5,30 cd
ESALQ VF-1 Sac.	6,29	6,36	6,84	5,75	6,31 e
H-7974	4,15	4,27	3,84	3,20	3,86 a
Médias	5,38 B	5,25 B	5,36 B	4,44 A	5,11

* Em cada série de médias, valores seguidos pela mesma letra minúscula, nas colunas, e pela mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente, ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

4.3.12. Porcentagem de Açúcares Redutores em Relação ao Peso Fresco do Colmo

A Tabela 22 apresenta as porcentagens médias de açúcares redutores, em relação ao peso fresco de colmos recém-colhidos e de colmos colhidos há 15 horas, das cultivares estudadas, em função da supressão da frutificação.

Na primeira avaliação, todas as cultivares testadas, à exceção do híbrido Ag IMS, foram superadas pela variedade ESALQ o₂ Sacarino, no que se refere ao teor de açúcares redutores do colmo. Níveis relativamente baixos desses açúcares foram obtidos nos colmos do híbrido H-7974 e da população ESALQ VF-1.

Na segunda avaliação, o híbrido H-7974 foi suplantado por todas as demais cultivares estudadas, no que se relaciona ao caráter em discussão. O híbrido Ag IMS, embora tenha apresentado o maior teor de açúcares redutores, foi superior, significativamente, apenas às cultivares H-7974 e ESALQ VF-1.

Quanto à supressão da frutificação, os efeitos dos "tratamentos de espiga" foram discordantes, nas duas análises. Na avaliação realizada imediatamente após a colheita dos colmos, os tratamentos IP, IR e MV não diferiram entre si e determinaram teores de açúcares redutores significativamente superiores àquele obtido nos colmos das plantas submetidas ao tratamento MM. Por outro lado, na segunda análise, à exceção do tratamento IP, todos os outros "tratamentos de espiga" foram inferiores, significativamente, ao tratamento MM.

TABELA 22. Porcentagem média de açúcares redutores, em relação ao peso fresco de colmos recém-colhidos e de colmos colhidos há 15 horas, de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos; IP = inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81.*

Cultivares	Tratamentos				Médias
	IP	IR	MV	MM	
COLMOS AVALIADOS IMEDIATAMENTE APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	1,11	1,07	1,07	1,00	1,06 ab
Ag IMS	1,26	1,31	1,42	1,06	1,26 bc
ESALQ o ₂ Sac.	1,38	1,53	1,53	1,06	1,38 c
ESALQ VD-2	0,99	1,01	1,10	0,99	1,02 ab
ESALQ VD-2 Sac.	1,11	1,05	1,02	0,95	1,03 ab
ESALQ VF-1	1,05	0,95	0,99	0,89	0,97 a
ESALQ VF-1 Sac.	1,01	1,05	1,04	1,07	1,04 ab
H-7974	0,91	0,93	0,99	0,86	0,92 a
Médias	1,10 B	1,11 B	1,15 B	0,99 A	1,08
COLMOS AVALIADOS 15 HORAS APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	1,16	1,11	1,15	1,19	1,15 bc
Ag IMS	1,32	1,34	1,23	1,34	1,31 c
ESALQ o ₂ Sac.	1,13	1,21	1,15	1,20	1,18 bc
ESALQ VD-2	1,13	0,97	1,08	1,29	1,12 bc
ESALQ VD-2 Sac.	1,01	0,96	0,93	1,36	1,06 bc
ESALQ VF-1	0,98	0,92	1,03	1,10	1,01 b
ESALQ VF-1 Sac.	1,08	1,07	0,98	1,30	1,11 bc
H-7974	0,81	0,66	0,64	0,80	0,72 a
Médias	1,08 AB	1,03 A	1,02 A	1,20 B	1,08

* Em cada série de médias, valores seguidos pela mesma letra minúscula, nas colunas, e pela mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

4.3.13. Porcentagem de Açúcares Totais em Relação ao Peso Fresco do Colmo

No que se refere ao teor de açúcares totais, em relação ao peso fresco do colmo, diferenças significativas foram constatadas entre cultivares e entre "tratamentos de espiga", para as análises realizadas imediatamente após a colheita dos colmos e cerca de 15 horas depois (Tabela 23).

Em ambas análises, a "colheita de milho maduro" proporcionou teores de açúcares totais no colmo inferiores, significativamente, aos obtidos com os demais "tratamentos de espiga" os quais, por sua vez, não diferiram entre si.

As cultivares ESALQ 02 Sacarino, ESALQ VD-2 Sacarino, ESALQ VF-1 e ESALQ VF-1 Sacarino apresentaram, nas duas análises, as maiores porcentagens de açúcares totais. Esse fato reflete, uma vez mais, a eficiência da seleção para alto teor de açúcares no colmo. Vale observar que teores relativamente baixos de açúcares totais foram obtidos em plantas do híbrido H-7974.

4.3.14. Porcentagem de Sólidos Solúveis em Relação ao Peso Fresco do Colmo

Os teores médios de sólidos solúveis, em relação ao peso fresco do colmo, das cultivares avaliadas, em função da supressão da frutificação, conforme análises realizadas imediatamente após a colheita e cerca de 15 horas depois, são apresentados na Tabela 24.

TABELA 23. Porcentagem média de açúcares totais, em relação ao peso fresco de colmos recém-colhidos e de colmos colhidos há 15 horas, de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos: IP = inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81.*

Cultivares	Tratamentos				Médias
	IP	IR	MV	MM	
COLMOS AVALIADOS IMEDIATAMENTE APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	7,22	5,62	5,81	4,61	5,81 ab
Ag IMS	6,17	6,97	6,24	4,67	6,01 ab
ESALQ o ₂ Sac.	7,29	7,64	6,99	6,42	7,08 cd
ESALQ VD-2	6,75	6,26	6,45	5,30	6,19 bc
ESALQ VD-2 Sac.	6,54	6,50	8,04	5,87	6,74 bcd
ESALQ VF-1	5,94	6,98	6,99	5,86	6,44 bcd
ESALQ VF-1 Sac.	7,52	7,84	7,29	6,78	7,36 d
H-7974	5,77	5,57	4,99	4,34	5,17 a
Médias	6,65 B	6,67 B	6,60 B	5,48 A	6,35
COLMOS AVALIADOS 15 HORAS APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	6,18	6,21	6,40	5,78	6,14 b
Ag IMS	6,91	6,26	6,76	5,55	6,37 bc
ESALQ o ₂ Sac.	7,60	7,67	8,06	7,22	7,64 def
ESALQ VD-2	7,16	6,75	7,01	6,37	6,82 bcd
ESALQ VD-2 Sac.	8,21	7,80	7,78	7,02	7,70 ef
ESALQ VF-1	7,59	7,32	6,90	6,31	7,03 cde
ESALQ VF-1 Sac.	8,10	8,36	8,76	7,51	8,18 f
H-7974	5,35	5,30	4,91	4,26	4,95 a
Médias	7,14 B	6,96 B	7,07 B	6,25 A	6,85

* Em cada série de médias, valores seguidos pela mesma letra minúscula, nas colunas, e pela mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

TABELA 24. Porcentagem média de sólidos solúveis, em relação ao peso fresco de colmos recém-colhidos e de colmos colhidos há 15 horas, de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos: IP = inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81.*

Cultivares	Tratamentos				Médias
	IP	IR	MV	MM	
COLMOS AVALIADOS IMEDIATAMENTE APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	9,20	9,13	8,22	6,35	8,23 ab
Ag IMS	8,67	9,45	9,28	6,50	8,48 abc
ESALQ o ₂ Sac.	11,33	10,85	11,62	8,95	10,69 f
ESALQ VD-2	9,30	8,87	8,70	7,53	8,60 bc
ESALQ VD-2 Sac.	10,37	9,43	10,62	8,88	9,83 de
ESALQ VF-1	9,73	9,53	10,12	7,58	9,24 cd
ESALQ VF-1 Sac.	10,50	10,55	10,53	9,25	10,21 ef
H-7974	8,62	8,08	7,90	6,28	7,72 a
Médias	9,72 B	9,49 B	9,62 B	7,67 A	9,12
COLMOS AVALIADOS 15 HORAS APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	9,41	9,27	9,32	8,44	9,11 b
Ag IMS	9,88	9,50	9,56	8,12	9,26 bc
ESALQ o ₂ Sac.	11,44	11,62	11,94	10,12	11,28 e
ESALQ VD-2	10,24	9,88	9,82	8,83	9,69 bc
ESALQ VD-2 Sac.	11,65	11,05	10,91	9,47	10,77 de
ESALQ VF-1	10,86	10,66	9,92	8,86	10,08 cd
ESALQ VF-1 Sac.	11,34	12,13	12,17	10,56	11,54 e
H-7974	8,67	8,75	8,50	6,57	8,12 a
Médias	10,44 B	10,36 B	10,27 B	8,87 A	9,98

* Em cada série de médias, valores seguidos pela mesma letra minúscula, nas colunas, e pela mesma letra maiúscula nas linhas, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Nas duas análises, os tratamentos IP, IR e MV não diferiram entre si e foram superiores, significativamente, ao tratamento MM, quanto à porcentagem de sólidos solúveis, em relação ao peso fresco do colmo.

Consistentemente, em ambas análises, os maiores teores de sólidos solúveis foram obtidos nas cultivares ESALQ o₂ Sacarino, ESALQ VD-2 Sacarino e ESALQ VF-1 Sacarino. O híbrido H-7974 apresentou, nas duas avaliações, o menor teor de sólidos solúveis. Aliás, na segunda avaliação, foi superado por todas as demais cultivares estudadas.

4.3.15. Pureza do Colmo

Os dados relativos à pureza do colmo das cultivares estudadas, expressa em sacarose aparente por cento de Brix do colmo, em função dos "tratamentos de espiga", obtidos em análises realizadas imediatamente após a colheita dos colmos e cerca de 15 horas depois, são apresentados na Tabela 25.

Diferenças significativas entre cultivares, quanto ao caráter citado, foram encontradas nas duas análises. Em ambas, maior pureza foi apresentada pelas populações ESALQ o₂ Sacarino, ESALQ VD-2, ESALQ VD-2 Sacarino, ESALQ VF-1 e ESALQ VF-1 Sacarino.

No que se refere a "tratamentos de espiga", diferenças significativas foram constatadas apenas na segunda análise. Nesta análise, nas plantas em que a frutificação foi suprimida parcial ou totalmente, os colmos apresentaram maior pureza que aqueles de plantas que

TABELA 25. Pureza média, em sacarose aparente por cento de Brix, em relação ao peso fresco de colmos recém-colhidos e de colmos colhidos há 15 horas, de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos: IP = inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81.*

Cultivares	Tratamentos				Médias
	IP	IR	MV	MM	
COLMOS AVALIADOS IMEDIATAMENTE APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	44,1	43,3	45,4	42,9	43,9 ab
Ag IMS	45,7	46,3	45,4	41,2	44,7 bc
ESALQ o ₂ Sac.	48,4	45,1	50,7	49,7	48,5 bcd
ESALQ VD-2	49,2	46,9	46,0	45,8	48,0 bcd
ESALQ VD-2 Sac.	47,1	46,0	55,2	52,9	50,3 cd
ESALQ VF-1	54,3	50,5	47,6	47,4	50,0 bcd
ESALQ VF-1 Sac.	48,6	51,5	53,6	52,2	51,5 d
H-7974	37,6	37,8	39,1	37,2	37,9 a
Médias	46,9 A	45,9 A	47,9 A	46,2 A	46,7
COLMOS AVALIADOS 15 HORAS APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	46,9	46,9	48,5	46,8	47,3 ab
Ag IMS	49,1	46,2	48,3	45,4	47,2 ab
ESALQ o ₂ Sac.	49,5	47,4	53,0	51,1	50,3 bcd
ESALQ VD-2	52,3	52,5	53,8	47,8	51,6 cde
ESALQ VD-2 Sac.	55,9	55,5	56,2	51,5	54,8 e
ESALQ VF-1	53,0	52,6	52,7	50,6	52,2 de
ESALQ VF-1 Sac.	55,1	52,2	56,2	54,1	54,4 de
H-7974	47,3	48,5	47,6	44,8	47,1 a
Médias	51,1 AB	50,2 AB	52,0 B	49,0 A	50,6

* Em cada série de médias, valores seguidos pela mesma letra minúscula, nas colunas, e pela mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

produziram grãos normalmente. Todavia, apenas o tratamento MV diferiu, significativamente, do tratamento MM.

4.3.16. Porcentagem de Sólidos Solúveis em Relação ao Total de Matéria Seca

Para porcentagem de sólidos solúveis em relação ao total de matéria seca (relação SS/MST), foram significativos apenas os efeitos de cultivares e de "tratamentos de espiga", tanto na análise realizada imediatamente após a colheita dos colmos, como na análise efetuada 15 horas depois (Tabela 26).

O efeito dos "tratamentos de espiga" sobre a relação SS/MST foi consistente, nas duas avaliações. Em ambas, menor e maior relação SS/MST foram obtidas, respectivamente, com a "colheita de milho maduro" e em plantas com inflorescências femininas protegidas.

No que se relaciona a cultivares, a Tabela 26 indica que, nas duas avaliações, o híbrido H-7974 foi superado por todas as demais cultivares estudadas, quanto à relação SS/MST. Os baixos valores dessa relação apresentados pelo referido híbrido foram devidos tanto aos baixos teores de sólidos solúveis (Tabela 24), como às elevadas porcentagens de fibra (Tabela 19 e 20) do colmo. Altas relações SS/MST foram encontradas, principalmente, na população ESALQ VD-2 Sacarino. Essa população apresentou colmos com teores de sólidos solúveis relativamente elevados e com baixas porcentagens de fibra.

TABELA 26. Porcentagem média de sólidos solúveis, em relação ao total de matéria seca, de colmos recém-colhidos e de colmos colhidos há 15 horas, de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos: IP = inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81.*

Cultivares	Tratamentos				Médias	
	IP	IR	MV	MM		
COLMOS AVALIADOS IMEDIATAMENTE APÓS A COLHEITA						
Ag IGE	39,5	36,8	36,5	28,9	35,4	bc
Ag IMS	38,8	38,4	37,3	28,2	35,7	bc
ESALQ o ₂ Sac.	37,6	35,2	38,3	33,3	36,1	bc
ESALQ VD-2	36,4	32,2	33,6	31,2	33,3	b
ESALQ VD-2 Sac.	37,6	33,5	38,7	34,2	36,0	bc
ESALQ VF-1	36,2	35,6	39,1	31,9	35,7	bc
ESALQ VF-1 Sac.	39,9	37,9	40,5	37,1	38,8	c
H-7974	30,9	30,1	28,9	23,0	28,2	a
Médias	37,1 C	35,0 B	36,6 BC	31,0 A	34,9	
COLMOS AVALIADOS 15 HORAS APÓS A COLHEITA						
Ag IGE	43,0	38,7	40,8	36,3	39,7	cd
Ag IMS	42,0	39,7	40,2	32,9	38,7	c
ESALQ o ₂ Sac.	40,5	38,7	38,7	37,0	38,8	c
ESALQ VD-2	37,8	34,6	35,8	32,0	35,0	b
ESALQ VD-2 Sac.	40,5	38,5	39,3	38,0	39,1	cd
ESALQ VF-1	41,3	38,9	39,0	35,1	38,6	c
ESALQ VF-1 Sac.	42,1	42,9	44,4	39,2	42,1	d
H-7974	31,3	30,1	30,0	24,0	28,8	a
Médias	39,8 C	37,8 B	38,5 BC	34,3 A	37,6	

* Em cada série de médias, valores seguidos pela mesma letra minúscula, nas colunas, e pela mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

4.3.17. Produção de Alcool

As produções médias de álcool obtidas a partir dos colmos das cultivares estudadas, em função dos "tratamentos de espiga", segundo avaliações realizadas imediatamente após a colheita dos colmos e cerca de 15 horas depois, são apresentadas na Tabela 27. Em ambas avaliações, apenas os efeitos de cultivares e "tratamentos de espiga" foram significativos, ou seja, a interação cultivares x "tratamentos de espiga" não foi significativa.

No que se refere a cultivares, nas duas avaliações, os maiores rendimentos de álcool foram obtidos a partir dos colmos de ESALQ VD-2, ESALQ VD-2 Sacarino, ESALO VF-1 e ESALO VF-1 Sacarino. Aliás, na segunda avaliação, este grupo de cultivares chegou a superar, significativamente, a todas as outras cultivares estudadas, quanto à produção de álcool. As relativamente altas produções de álcool das cultivares mencionadas foram devidas tanto às altas produções de colmos (Tabela 7), como aos níveis relativamente elevados de açúcares totais (Tabela 23).

Quanto a "tratamentos de espiga", a Tabela 27 mostra que as plantas em que a frutificação foi suprimida parcial ou totalmente não diferiram entre si e suplantaram, significativamente, as plantas com frutificação normal, no que se refere à produção de álcool.

É interessante comparar as produções médias de álcool apresentadas na Tabela 27 com as obtidas por VALVA (1979), com milho cultivado em Piracicaba-SP, e com as fornecidas por SERRA (1977) para cana-de-açúcar (5250 l/ha, em ciclo de 18-22 meses), para mandioca (4500 l/ha, em ciclo de 18-24 meses), e para sorgo sacarino (2460 l/ha,

TABELA 27. Produção média de álcool, em l/ha, obtida a partir de colmos recém-colhidos e de colmos colhidos há 15 horas, de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos: IP = inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81.*

Cultivares	Tratamentos				Médias
	IP	IR	MV	MM	
COLMOS AVALIADOS IMEDIATAMENTE APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	832	609	613	438	623 ab
Ag IMS	635	731	605	371	585 a
ESALQ o ₂ Sac.	737	776	671	641	706 abc
ESALQ VD-2	928	817	777	698	805 bcd
ESALQ VD-2 Sac.	980	871	1116	733	925 d
ESALQ VF-1	771	901	890	720	820 cd
ESALQ VF-1 Sac.	978	1057	971	835	961 d
H-7974	634	603	569	491	574 a
Médias	812 B	795 B	776 B	616 A	750
COLMOS AVALIADOS 15 HORAS APÓS A COLHEITA					
Ag IGE	624	619	605	457	576 ab
Ag IMS	664	609	607	397	569 ab
ESALQ o ₂ Sac.	711	649	741	680	695 b
ESALQ VD-2	940	928	873	770	878 c
ESALQ VD-2 Sac.	1055	1009	1034	859	989 c
ESALQ VF-1	1047	933	903	670	888 c
ESALQ VF-1 Sac.	1013	1020	984	872	972 c
H-7974	577	604	452	349	496 a
Médias	829 B	796 B	775 B	634 A	758

* Em cada série de médias, valores seguidos pela mesma letra minúscula, nas colunas, e pela mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

em ciclo de 4 meses). VALVA (1979) estudou os efeitos da supressão da frutificação do milho sobre a produção de álcool obtida a partir do colmo de 10 cultivares, entre as quais H-7974, Ag IGE, Ag IMS, ESALQ VD-2 e ESALQ VF-1, que também foram utilizadas no presente estudo. Ele verificou que, entre cultivares, a produção de álcool de plantas com frutificação normal variou de 506 a 1331 l/ha, enquanto a conseguida de plantas com inflorescências femininas protegidas variou de 592 a 1386 l/ha. Conforme se observa, VALVA (1979) obteve níveis de produção mais elevados que os conseguidos no presente estudo. Isto foi devido, entre outras causas, a diferenças em cultivares, em condições ambientes, em época de avaliação e nas expressões utilizadas para calcular as produções de álcool.

No que se refere à comparação com as produções de álcool obtidas a partir da cana-de-açúcar, mandioca e sorgo sacarino, as seguintes considerações devem ser feitas: (a) as produções listadas na Tabela 27 foram conseguidas com cultura de apenas 106 dias de ciclo; (b) tais produções foram obtidas a partir de materiais com pouca ou nenhuma seleção para alto teor de açúcar no colmo, utilizando-se as mesmas práticas culturais adotadas na produção de grãos. Estas considerações indicam que o potencial da cultura do milho, como fonte de álcool a partir dos colmos, pode ser bastante promissor.

4.4. Considerações Gerais

4.4.1. Condições Ambientes

As produções de milho (Tabela 2 e 3) e de Colmos (Tabela

7) obtidas no presente trabalho foram relativamente elevadas. Isso parece ser um reflexo de que as condições de solo (Tabela 1A do apêndice) e de clima (Figuras 1, 2 e 3 do apêndice), sob as quais foi conduzido o ensaio, foram favoráveis à cultura.

Os teores de potássio, fósforo e cálcio + magnésio do solo onde foi instalado o ensaio (Tabela 1A do apêndice) podem ser considerados, respectivamente, alto, médio e alto, segundo os padrões de fertilidade do Instituto Agronômico de Campinas (MALAVOLTA e GARGANTINI, 1966). O pH e o teor de alumínio também estão entre os limites favoráveis ao milho (MALAVOLTA e GARGANTINI, 1966). Estas condições, a par das adubações fosfatada e nitrogenada efetuadas, parecem ter sido, portanto, propícias ao crescimento e desenvolvimento da cultura. O mesmo pode ser dito com relação aos fatores climáticos.

O uso de água pela planta de milho varia com o estágio de desenvolvimento da cultura (SHAW, 1977), mas a falta d'água no solo é particularmente crítica se ocorre durante o período de 25 dias antes a 15 dias após a antese (RUNGE, 1968). Diversos pesquisadores (ROBINS e DOMINCO, 1953; DENMEAD e SHAW, 1960; BARNES e WOOLEY, 1969; CLAASSEN e SHAW, 1970a, 1970b) têm observado que *stress* hídrico "imediatamente" antes ou após e durante a floração resultam em redução no rendimento de grãos. Durante o período do presente estudo, consoante indica a Figura 1 do apêndice, a precipitação ocorrida parece ter sido suficiente para evitar falta d'água no solo. Nos períodos de 25 dias antes, 15 dias depois, e durante o período de floração, a precipitação total ocorrida foi de, respectivamente, 165, 103 e 117 mm.

No que se refere à radiação solar, deve ser destacado que a floração das cultivares estudadas coincidiu com um aumento da radiação (meados de janeiro/81, segundo mostra a Figura 2 do apêndice). Isso é interessante porque o milho tem capacidade de responder a aumento na intensidade luminosa, aumentando sua taxa fotossintética (MOCK, 1977). Além do mais, EASTIN (1969) demonstrou que cerca de 80% dos fotossintatos produzidos pelas plantas de milho, durante o enchimento dos grãos, são armazenados nas espigas e grãos em desenvolvimento. Portanto, aumento na intensidade luminosa, durante o enchimento dos grãos, resulta no armazenamento de grandes quantidades de fotossintatos nos grãos (MOCK, 1977).

4.4.2. Comparação dos Resultados Obtidos com as Duas Análises

Na cana-de-açúcar, tem sido demonstrado já há bastante tempo que as condições e o tempo de armazenamento alteram bastante a composição dos colmos, sendo tal alteração relacionada, principalmente, com a evaporação d'água do colmo e com a inversão da sacarose (ALMEIDA e SOUZA, 1936). As semelhanças existentes nas atividades fotossintéticas e nos processos metabólicos básicos do milho e da cana-de-açúcar (VALVA, 1979) indicam que o armazenamento dos colmos do milho, após o corte deve condicionar alterações semelhantes às aquelas ocorridas na cana-de-açúcar.

A Tabela 28 apresenta os teores médios de 6 repetições, 8 cultivares e dos 4 "tratamentos de espiga", para 18 características do colmo, em função das avaliações realizadas imediatamente após a

TABELA 28. Médias para características de colmos recém-colhidos e de colmos colhidos há 15 horas de cultivares de milho. Piracicaba, 1980/81.

Características do colmo	Colmos		B em Relação a A (A = 100%)
	Recém- colhidos (A)	Colhidos há 15 horas (B)	
1. Produção de colmos (Kg/ha)	26974,00	25063,00	93
2. Produção de caldo (Kg/ton. colmos)	667,70	634,00	95
3. Sacarose real em % do caldo	6,56	6,75	103
4. Sacarose aparente em % do caldo	5,67	6,63	117
5. Açúcares redutores em % do caldo	1,43	1,41	99
6. Açúcares totais em % do caldo	8,32	8,51	102
7. Sólidos solúveis em % do caldo	11,45	12,41	108
8. Sacarose real % de Brix do caldo	57,23	53,80	94
9. Sacarose aparente % de Brix do caldo	48,83	53,06	109
10. Açúcares totais % de Brix do caldo	73,06	68,14	93
11. Porcentagem de Fibras	17,19	16,68	97
12. Sacarose aparente em % do colmo	4,33	5,11	118
13. Açúcares redutores em % do colmo	1,08	1,08	100
14. Açúcares totais em % do colmo	6,35	6,85	108
15. Sólidos solúveis em % do colmo	9,12	9,98	109
16. Sacarose aparente % de Brix do colmo	46,70	50,60	108
17. % de sólidos solúveis/mat. seca total	34,90	37,60	108
18. Produção de álcool (l/ha)	750,00	758,00	101

colheita e cerca de 15 horas depois. Em 6 das características estudadas, os valores médios obtidos na primeira análise foram maiores que aqueles encontrados na segunda análise, com a superioridade média variando de 1 a 7%. Por outro lado, em 11 das características consideradas, os valores médios obtidos na avaliação realizada imediatamente após a colheita foram inferiores àqueles determinados na segunda análise. Nesse caso, a superioridade dos valores da segunda análise variou de 1 a 18%. À exceção dos teores de sacarose aparente, em porcentagem do caldo e do colmo, as diferenças entre os valores obtidos com as duas análises foram relativamente pequenas. Dois fatores podem ter contribuído para isso:

a) O curto (apenas 24 horas) intervalo entre as duas análises. Conforme foi mencionado no item 3,4.2., enquanto os colmos submetidos à primeira análise eram colhidos às 7:00 hs e imediatamente analisados, os colmos que sofreram a segunda análise eram colhidos às 16:00 hs de um dia, e somente às 7:00 hs do dia seguinte começavam a ser analisados. Assim, devem ter sido relativamente pequenas as alterações ocorridas nos colmos submetidos à segunda análise, tanto durante o tempo que ainda permaneceram no campo (das 7:00 às 16:00 hs) como durante o período de 15 horas (das 16:00 às 7:00 hs) de armazenamento;

b) As condições de armazenamento: os colmos foram mantidos em feixes amontoados, em galpão coberto. ALMEIDA e SOUZA (1936) verificaram que, em colmos de cana-de-açúcar armazenados sob tais condições, as alterações foram menores que aquelas ocorridas em colmos separados (não enfeixados) ou conservados ao relento.

De qualquer forma, a comparação dos resultados obtidos com as duas avaliações deve ser feita com cautela por, pelo menos, três motivos. Em primeiro lugar, não se adotou estritamente a mesma metodologia em ambas avaliações, para algumas características. Em segundo lugar, para certas características, embora a diferença entre os valores médios, obtidos com as duas análises, tenha sido pequena ou mesmo nenhuma tenha existido, os efeitos dos tratamentos foram bastante discordantes, nas duas análises (o teor de açúcares redutores, por exemplo). Finalmente, em terceiro lugar, a análise estatística do presente trabalho não incluiu as duas avaliações.

4.4.3. Efeitos da Seleção para Alto Teor de Açúcares no Colmo

Conforme já foi mencionado, as populações ESALQ VD-2 Sacarino e ESALQ VF-1 Sacarino foram obtidas a partir, respectivamente, das populações ESALQ VD-2 e ESALQ VF-1, efetuando-se seleção para alto teor de açúcares no colmo, através da seleção para alto teor de sólidos solúveis (PATERNIANI, 1980)*. É interessante verificarem-se as alterações ocorridas no colmo das populações originais, como resultado da seleção.

As Tabelas 29 e 30 apresentam dados percentuais médios que permitem comparar as populações selecionadas com as populações originais, quanto às várias características consideradas no presente estudo.

* PATERNIANI, E., 1980. Comunicação pessoal. Departamento de Genética, ESALQ/USP, Piracicaba.

TABELA 29. Comparação de populações selecionadas para alto teor de açúcar no colmo (ESALQ VD-2 Sacarino e ESALQ VF-1 Sacarino) com as respectivas populações originais (ESALQ VD-2 e ESALQ VF-1), quanto a características de colmos recém-colhidos. Piracicaba, 1980/81. (Valores percentuais calculados com base na média de 6 repetições e 4 "tratamentos de espiga").

Características do Colmo	VD-2 Sac. em relação a VD-2 (VD-2 = 100%)	VF-1 Sac. em relação a VF-1 (VF-1 = 100%)
Produção de colmos (Kg/ha)	104	102
Umidade do colmo (%)	94	98
Caldo (Kg/ton. de colmos)	97	100
Sac. real em % de caldo	110	115
Sac. apar. em % do caldo	122*	113
Açúcares red. em % do caldo	101	107
Açúcares tot. em % do caldo	109	114
Sól. solúveis em % de caldo	115*	110*
Sac. real % de Brix do caldo	95	105
Sac. apar. % de Brix do caldo	107	103
Açúc. tot. % de Brix do caldo	96	104
Porcentagem de fibra	102	98
Sac. apar. em % do colmo	122*	113
Açúcares red. em % do colmo	101	107
Açúcares tot. em % do colmo	109	114
Sól. solúveis em % do colmo	114*	110*
Sac. apar. % de Brix do colmo	105	103
% Sól. solúv./mat. seca total	108	109
Produção de álcool (l/ha)	115	117

* Significativo ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

TABELA 30. Comparação de populações selecionadas para alto teor de açúcar no colmo (ESALQ VD-2 Sacarino e ESALQ VF-1 Sacarino) com as respectivas populações originais (ESALQ VD-2 e ESALQ VF-1), quanto a características de colmos colhidos há 15 horas. Piracicaba, 1980/81. (Valores percentuais calculados com base na média de 6 repetições e 4 "tratamentos de espiga").

Características do Colmo	VD-2 Sacarino em relação a VD-2 (VD-2 = 100%)	VF-1 Sacarino em relação a VF-1 (VF-1 = 100%)
Produção de colmos (Kg/ha)	100	95
Caldo (Kg/ton. de colmos)	101	97
Sac. real em % do caldo	115	114
Sac. apar. em % do caldo	109	115
Açúcares red. em % do caldo	94	110
Açúcares tot. em % do caldo	111	117*
Sól. solúveis em % do caldo	109	115*
Sac. real % de Brix do caldo	105	101
Sac. apar. % de Brix do caldo	106	101
Açúc. tot. % de Brix do caldo	102	102
Porcentagem de fibra	93	100
Sac. apar. em % do colmo	118*	119*
Açúcares red. em % do colmo	95	110
Açúcares tot. em % do colmo	113*	116*
Sól. solúveis em % do colmo	111*	114*
Sac. apar. % de Brix do colmo	106	107
% sól. solúv./mat. seca total	112*	109*
Produção de álcool (l/ha)	113	109

* Significativo ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Na análise realizada imediatamente após a colheita dos colmos (Tabela 29), a ESALQ VD-2 Sacarino superou a ESALQ VF-1 em 15 das 19 características avaliadas. A superioridade variou de 11 a 22%, mas diferenças significativas entre as duas populações ocorreram em apenas 4 características. Por outro lado, a ESALQ VF-1 Sacarino suplantou a ESALQ VD-2 em 16 das 19 características, mas em apenas 2 delas estas duas populações diferiram estatisticamente. A superioridade da ESALQ VF-1 Sacarino em relação à ESALQ VD-2 variou de 3 a 17%. Embora populações originais e selecionadas tenham diferido, significativamente, quanto a poucas características, diferenças não-significativas, mas relativamente elevadas entre os dois tipos de populações, foram observadas quanto a várias características. Nesse sentido, merecem destaque as alterações ocorridas nos teores de sacarose real, sacarose aparente, açúcares totais, sólidos solúveis, em porcentagem do caldo e do colmo, bem como aquelas ocorridas na porcentagem de sólidos solúveis em relação ao total de matéria seca e na produção de álcool. A magnitude das alterações, bem como o fato delas terem ocorrido consistentemente nas duas populações originais (ESALQ VD-2 e ESALQ VF-1) deve indicar que elas foram devidas à seleção para alto teor de açúcares no colmo.

Na análise realizada 15 horas após a colheita dos colmos (Tabela 30), a ESALQ VD-2 Sacarino e a ESALQ VF-1 Sacarino superaram as populações originais em, respectivamente, 14 e 15 das 18 características avaliadas. No caso da ESALQ VD-2 Sacarino, a superioridade variou de 1 a 18% e, no caso da ESALQ VF-1 Sacarino, esta superioridade variou de 1 a 19%. Populações selecionadas e originais diferiram, significativamente, em apenas 4 e 6 características, respectivamente, para

ESALQ VD-2 e ESALQ VF-1.

Os dados das Tabelas 29 e 30, relativos ao teor de sólidos solúveis, indicam que a seleção para esta característica deve ser eficiente. Todavia, as alterações no teor de açúcares não foram consistentes com as alterações no teor de sólidos solúveis. Isso pode indicar que a seleção para alto teor de açúcares no colmo do milho, através da seleção para alto teor de sólidos solúveis, pode sofrer interferência do teor de umidade do colmo. Como CAMPBELL e HUME (1970) enfatizaram, as correlações entre açúcares totais e sólidos solúveis são influenciadas pela variabilidade na taxa de secagem dos colmos de milho.

4.4.4. Efeitos da Supressão da Frutificação

As Tabelas 31 e 32 apresentam os valores médios dos tratamentos MM, e IP, IR e MV, para todas as características tecnológicas avaliadas, nas duas análises. Tais Tabelas indicam que, para a maioria das características especialmente importantes na avaliação do potencial do colmo para a produção de álcool, os tratamentos em que a frutificação foi suprimida parcial (MV) ou totalmente (IP e IR) não diferiram entre si e foram superiores, significativamente, ao tratamento em que as plantas frutificaram normalmente (MM).

DEINUM e KNOPPERS (1979) verificaram que as frações "espiga" e "palha da espiga" de plantas com inflorescências femininas protegidas contribuíram, em média, com 7 e 16%, respectivamente, para o total de matéria seca das plantas (nas plantas polinizadas, estas frações

TABELA 31. Médias para características de colmos recém-colhidos de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos: IP = inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81. (Médias de 6 repetições e 8 cultivares).

Características do Colmo	Médias de MM (A)	Médias de IP, IR e MV (B)	B em relação a A (A = 100%)
Produção de colmos (ton./ha)	25,42	27,49	108
Umidade do colmo (%)	69,60	68,63	99
Caldo (Kg/ton. de colmos)	676,20	664,53	98
Sac. real em % do caldo	5,59	6,88	123*
Sac. apar. em % do caldo	4,76	5,98	126*
Açúcares red. em % do caldo	1,29	1,48	115*
Açúcares tot. em % do caldo	7,18	8,71	121*
Sól. solúveis em % do caldo	9,60	12,07	126*
Sac. real % de Brix do caldo	58,02	57,54	99
Sac. apar. % de Brix do caldo	48,24	49,03	102
Açúc. tot. % de Brix do caldo	74,78	72,48	97
Porcentagem de fibra	17,22	17,18	100
Sac. apar. em % do colmo	3,64	4,56	125*
Açúcares red. em % do colmo	0,99	1,12	113*
Açúcares totais em % do colmo	5,48	6,64	121*
Sól. solúveis em % do colmo	7,67	9,61	125*
Sac. apar. % de Brix do colmo	46,16	46,88	102
% Sol. solúv./mat. seca total	30,96	36,22	117
Produção de álcool (l/ha)	616,00	794,33	129*

* Características para as quais os tratamentos IP, IR e MV não diferiram entre si e foram superiores ao tratamento MM, significativamente.

TABELA 32. Médias para características de colmos colhidos há 15 horas de cultivares de milho submetidas aos seguintes tratamentos: IP = inflorescência feminina protegida; IR = inflorescência feminina removida; MV = colheita de milho "verde"; e MM = colheita de milho maduro. Piracicaba, 1980/81. (Médias de 6 repetições e 8 cultivares).

Características do Colmo	Médias de MM (A)	Médias de IP, IR e MV (B)	B em relação a A (A = 100%)
Produção de colmos (ton./ha)	22,52	25,91	115*
Caldo (Kg/ton. de colmos)	634,90	634,97	100
Sac. real em % do caldo	5,92	7,03	119*
Sac. apar. em % do caldo	5,79	6,91	119*
Açúcares red. em % do caldo	1,56	1,36	87
Açúcares tot. em % do caldo	7,80	8,75	112*
Sól. solúveis em % do caldo	11,14	12,84	115*
Sac. real % de Brix do caldo	52,22	54,25	104
Sac. apar. % de Brix do caldo	51,67	53,53	104
Açúc. tot. % de Brix do caldo	69,62	67,80	97
Porcentagem de fibra	17,03	16,56	97
Sac. apar. em % do colmo	4,44	5,33	120*
Açúcares red. em % do colmo	1,20	1,04	87
Açúcares totais em % do colmo	6,25	7,06	113*
Sól. solúveis em % do colmo	8,87	10,36	117*
Sac. apar. % de Brix do colmo	49,00	51,13	104
% sól. solúv./mat. seca total	34,31	38,69	113
Produção de álcool (l/ha)	634,00	800,00	126*

* Características para as quais os tratamentos IP, IR e MV não diferiram entre si e foram superiores ao tratamento MM, significativamente.

contribuíram com, respectivamente, 48 e 8%). Assim, mesmo quando as inflorescências são protegidas, a planta ainda destina $7 + 16 = 23\%$, da matéria seca total, para a "formação da espiga". Com base nesta constatação, dever-se-ia admitir que a remoção das inflorescências femininas determina maior teor de matéria seca no colmo que aquele teor de matéria seca de plantas com inflorescências protegidas. Isso porque pelo menos parte da matéria seca que seria utilizada no crescimento da inflorescência feminina protegida seria destinada ao colmo, no caso de plantas com inflorescências removidas. No presente trabalho, entretanto, conforme foi visto, de um modo geral, os tratamentos IP e IR não diferiram entre si, significativamente. A esse respeito, deve ser dito que, tanto a remoção, como a proteção das inflorescências femininas determinam a ocorrência de dois eventos:

a) A folha associada à inflorescência feminina é, muitas vezes danificada, o que deve determinar redução na atividade fotossintética da planta;

b) O aparecimento de nova ou de novas inflorescências femininas, o que implica em consumo de matéria seca.

Os dois eventos citados ocorrem muito mais frequentemente com a remoção do que com a proteção das inflorescências femininas. Assim, em relação à proteção das inflorescências, a remoção pode trazer, por um lado "economia" e, por outro, um "consumo" de matéria seca. A economia deriva da ausência de crescimento da primeira inflorescência, desde que ela é removida. O consumo resulta da formação de um número maior de novas inflorescências femininas e, de certa forma, de uma

maior redução na atividade fotossintética da planta.

A superioridade dos tratamentos IP e IR, em relação ao tratamento MM, quando ocorreu, pode ter sido devida a, pelo menos, os seguintes fatores:

a) Acúmulo, no colmo das plantas com frutificação suprimida, de matéria seca que, normalmente, seria destinada aos grãos.

Em condições normais, a matéria seca dos grãos é produzida pela fotossíntese que ocorre após a fertilização, sendo que a atividade fotossintética anterior a este estágio contribui muito pouco para a formação dos grãos (HANWAY, 1962; VAN EIJNATTEN, 1963). Provavelmente, nas plantas com inflorescências protegidas ou removidas, os fotossintatos produzidos após a floração foram estocados no colmo e em outros órgãos da planta. Apoiando esta hipótese, DEINUM e KNOPPERS (1979) verificaram que plantas polinizadas de três híbridos produziram, em média, 18,31 ton. de matéria seca/ha. Para esse total, as frações lâmina foliar, bainha, colmo, palha da espiga, espiga e perfilhos axilares contribuíram com, respectivamente, 11, 6, 26, 8, 48 e 2%. Por outro lado, plantas com espigas protegidas produziram, em média, 15,67 ton. de matéria seca/ha, sendo que as frações já citadas contribuíram com 14, 8, 52, 16, 7 e 3%, respectivamente. Para eles, as partes vegetativas das plantas não-polinizadas acumularam a matéria seca que, normalmente, seria translocada para os grãos.

b) A redução do teor de carboidratos do colmo, das plantas com frutificação normal, devido ao deslocamento destes carboidratos para os grãos em desenvolvimento.

Não tem havido consenso, quanto ao papel dos carboidratos do colmo, para a formação dos grãos. Diversos pesquisadores (SAYRE, 1948; HANWAY, 1962; ALLISON e WATSON, 1966) observaram que o peso seco do colmo por planta de milho permaneceu relativamente constante, após ter atingido um máximo por ocasião do florescimento feminino ou poucos dias depois. Por outro lado, outros pesquisadores (DAYNARD *et alii*, 1969; BUNTING, 1976; FAIREY e DAYNARD, 1978) observaram declínio no peso seco do caule, iniciado após a floração e correspondente ao período de acumulação de matéria seca na espiga.

A explicação para o conflito, quanto ao papel dos carboidratos do colmo na formação dos grãos, tem sido baseada no fato de que mudanças no teor de sólidos solúveis do colmo, durante o período de enchimento dos grãos, estariam relacionadas a diferenças entre a capacidade fotossintética das plantas e a capacidade de depósito das espigas (DAYNARD *et alii*, 1969). Em condições onde a capacidade fotossintética da planta se tornasse limitante, em relação à capacidade dos grãos, a fonte de assimilados para estes grãos passaria a ser o colmo. Além do mais, os carboidratos do colmo seriam responsáveis pela manutenção de taxas relativamente constantes de crescimento dos grãos, a despeito de variações diurnas e de dia para dia nas taxas fotossintéticas (DUNCAN *et alii*, 1965). Mais recentemente, todavia, PALMER *et alii*, (1973) chegaram à conclusão de que os sabugos e as palhas da espiga, e não o colmo, seriam os principais reservatórios de assimilados responsáveis pela manutenção das referidas taxas.

É interessante especular agora porque o tratamento MV não diferiu dos tratamentos IP e IR, mas superou o tratamento MM, na maioria das características avaliadas.

O período da floração feminina à formação da "camada preta", isto é, o estágio em que é atingido o máximo de matéria seca dos grãos (DAYNARD e DUNCAN, 1969) contém 3 fases de desenvolvimento dos grãos: (a) uma fase de acumulação lenta de matéria seca, que inicia-se na floração feminina e estende-se por 15 a 18 dias; (b) um período de acumulação rápida e linear, durante o qual mais de 90% da matéria seca é acumulada; e (c) um período em que a taxa de acumulação da matéria seca diminui, terminando com a formação da camada preta. A floração das cultivares avaliadas no presente estudo variou de 65 a 68 dias após o plantio (Tabela 1). Por outro lado, a colheita do milho "verde" variou de 78 a 89 dias após o plantio (Tabela 2). Assim, quando o milho "verde" foi colhido, os grãos encontravam-se no início do período de acumulação rápida da matéria seca e, portanto, pouca matéria seca havia sido acumulada nos grãos. Aliás, isto é refletido pelo teor médio de umidade dos grãos, por ocasião da colheita, que variou de 67 a 75%. Assim, a "pequena" quantidade de carboidratos estocada na espiga de milho "verde" pode ter igualado as quantidades também "pequenas" de carboidratos utilizadas na formação de novas inflorescências femininas, nas plantas em que as primeiras inflorescências foram protegidas ou removidas.

4.4.5. Interação Cultivares x "Tratamentos de Espiga"

A interação cultivares x "tratamentos de espiga" foi significativa apenas para umidade do colmo e quantidade de caldo, na primeira análise, e para quantidade de caldo e porcentagem de fibra, na segunda análise (Quadros III a XII do apêndice). É interessante, portanto, que embora um grupo bastante diverso de genótipos tenha sido avaliado quanto a várias características, a interação cultivares x "tratamentos de espiga" tenha ocorrido para somente 3 características.

WAREING (1972), discutindo as interações raiz/parte aérea, admite que nas plantas deve existir um efetivo mecanismo homeostático que restaura o equilíbrio raiz/parte aérea, quando ele é perturbado. Esta proposição, ampliada, poderia contribuir para se explicar o fato da interação cultivares x "tratamentos de espiga" não ter sido detectada com maior frequência. Nas plantas de milho, como em qualquer outra planta, deve existir um equilíbrio dinâmico entre fontes e depósitos. Alterações em uma determinada fonte ou depósito devem condicionar alterações nas outras fontes e depósitos de modo que o equilíbrio seja restabelecido. Este equilíbrio dinâmico tornaria incomum a ocorrência da interação cultivares x "tratamentos de espiga". Evidências de que esse equilíbrio deve ocorrer em milho incluem: (a) alterações em todas as partes da planta, quando a frutificação é suprimida; e (b) a formação de novas inflorescências femininas, quando as primeiras são removidas.

De qualquer forma, outros fatores podem estar influenciando para que a referida interação não tenha sido constatada. O fato de

pouco ou nenhum, melhoramento para alto teor de açúcar no colmo ter sido realizado, nas cultivares avaliadas, é um deles.

4.4.6. Alternativas para Produção de Alcool a Partir dos Colmos do Milho

Quando se discute o problema da produção de álcool, a partir dos colmos do milho, duas alternativas têm sido apontadas:

a) Produção de grãos maduros aliada à produção de níveis menores de álcool. No presente estudo, esta possibilidade corresponderia a produzir de 4257 a 6701 Kg/ha de grãos maduros e de 384 a 855 l/ha de álcool (Tabela 33). Cultivares como ESALQ VD-2 e ESALQ VD-2 Sacarino, além de apresentarem altas produções de grãos, mostram também elevados rendimentos de álcool;

b) Produção de maiores níveis de álcool, sem a produção de qualquer tipo de grão. Isso equivaleria a produzir de 573 a 1011 l/ha de álcool (Tabela 33).

Os resultados obtidos no presente estudo indicam a possibilidade de uma terceira alternativa: produção de níveis elevados de álcool, em conjunção com a produção de milho "verde". Isto corresponderia, com os dados deste estudo (Tabela 33), à produção de 573 a 1011 l/ha de álcool e de 45625 a 65313 espigas de milho "verde" por hectare (ou de 7273 a 10600 Kg de espigas/ha). Esta terceira possibilidade deriva do fato já ressaltado anteriormente de que, para a maioria das características estudadas, o tratamento MV superou o tratamento MM

TABELA 33. Médias relativas à produção de grãos, de álcool a partir do colmo de plantas que produziram grãos (plantas MM), que não formaram espiga (plantas IP e IR), ou que produziram milho "verde" (plantas MV), e de milho "verde" de cultivares de milho. Piracicaba, 1980/81.

Cultivares	Produção de Grãos (Kg/ha)	Produção de Alcool* (l/ha)		Produção de Milho "Verde"	
		Plantas MM	Plantas IP, IR ou MV	Número de Espigas/ha	Peso de Espigas (Kg/ha)
Ag IGE	6218	448	650	56458	9293
Ag IMS	6281	384	642	65313	10600
ESALQ o ₂ Sacarino	5763	661	714	54167	9584
ESALQ VD-2	6495	734	877	45625	8288
ESALQ VD-2 Sacarino	6701	796	1011	47396	8426
ESALQ VF-1	5746	695	908	54479	8596
ESALQ VF-1 Sacarino	5720	855	1004	48438	8223
H-7974	4257	420	573	50313	7273
Médias	5898	625	797	52774	8784

* Médias das produções obtidas a partir de colmos recém-colhidos e de colmos colhidos há 15 horas.

e não diferiu dos tratamentos IP e IR. Conforme se pode observar pela Tabela 33, existem cultivares, como a ESALQ VF-1, capazes de apresentarem altas produções de milho "verde" e também elevados rendimentos de álcool, a partir dos colmos.

5. CONCLUSÕES

1. Diferenças significativas entre cultivares e entre "tratamentos de espiga" foram encontradas para quase todas as características avaliadas. A interação cultivares x "tratamentos de espiga" foi significativa em poucas características.

2. Os híbridos Ag IGE e Ag IMS e as populações ESALQ o₂ Sacarino e ESALQ VF-1 Sacarino foram as cultivares que mais produziram milho "verde".

3. O híbrido H-7974 foi a cultivar que apresentou a menor produção de grãos. As outras cultivares não diferiram entre si, quanto a este caráter.

4. Plantas que não produziram grãos e plantas que produziram milho "verde" acamaram menos que plantas que frutificaram normalmente.

5. Os resultados da análise realizada imediatamente após a colheita dos colmos, de um modo geral, diferiram relativamente pouco

daqueles da análise efetuada após um período de 15 horas de armazenamento dos colmos.

6. Em geral, as variedades de polinização livre foram superiores aos híbridos simples e estes ao híbrido duplo, para grande parte das características tecnológicas avaliadas.

7. As populações selecionadas para alto teor de açúcares no colmo (ESALQ VD-2 Sacarino e ESALQ VF-1 Sacarino) superaram as respectivas populações originais (ESALQ VD-2 e ESALQ VF-1, quanto a várias características do colmo, evidenciando a eficiência da seleção efetuada.

8. Os tratamentos IP, IR e MV não diferiram entre si e superaram o tratamento MM, quanto às seguintes características: produção de álcool, sacarose real em porcentagem do caldo, e sacarose aparente, açúcares redutores, açúcares totais e sólidos solúveis, em porcentagem do caldo e do peso fresco do colmo,

9. Nas plantas que receberam os tratamentos IP, IR e MV foram obtidos os seguintes valores médios, em porcentagem do peso fresco do colmo: 4,6%, de sacarose aparente, 1,1% de açúcares redutores, 6,6% de açúcares totais, 9,6% de sólidos solúveis e 794 l/ha de álcool. Nas plantas que receberam o tratamento MM, os valores obtidos foram: 3,6% de sacarose aparente, 1,0% de açúcares redutores, 5,5% de açúcares totais, 7,7% de sólidos solúveis e 616 l/ha de álcool.

10. As cultivares ESALQ VD-2, ESALQ VD-2 Sacarino, ESALQ VF- e ESALQ VF-1 Sacarino destacaram-se como as que mais produziram álcool.

11. Com os rendimentos médios obtidos no presente trabalho, pode-se distinguir as seguintes alternativas, para uma eventual exploração da cultura do milho com vistas à produção de álcool, a partir dos colmos:

a) Com frutificação normal: produzir de 4257 a 6701 Kg/ha de grãos e de 384 a 855 l/ha de álcool;

b) Com frutificação suprimida totalmente: produzir de 573 a 1011 l/ha de álcool;

c) Com frutificação suprimida parcialmente: produzir de 573 a 1011 l/ha de álcool e de 45625 a 65313 espigas/ha ou de 7273 a 10600 Kg/ha de espigas de milho "verde".

LITERATURA CITADA

ALLISON, J.C.S. e D.J. WATSON, 1966. The production and distribution of dry matter in maize after flowering. *Ann. Bot. Oxford*, 30:365-381.

ALLISON, J.C.S. e H.WEINMANN, 1970. Effect of absence of developing grain on carbohydrate content and senescence of maize leaves. *Plant Physiology*. Lancaster, 46:435-436.

ALMEIDA, J.R. de e A.F. de SOUZA, 1936. A deterioração das canas cortadas. *Revista de Agricultura*. Piracicaba, 11:89-121.

ARNON, I., 1975. Background information. In: *Mineral Nutrition of Maize*. Bern, International Potash Institute. Cap. 1, p.3-35.

BARNES, D.L. e D.G. WOOLLEY, 1969. Effect of moisture stress at different stages of growth. I. Comparison of a single-eared and a two-eared corn hybrid. *Agronomy Journal*. Madison, 61:788-790.

- BLANCO GONZALES, M.; J.L. BLANCO GONZALES e A. SALEMA VEIGUINHA, 1957. Obtención de híbridos de maíz de tallo azucarado de doble aprovechamiento - grano y planta - y estudio comparativo de su valor industrial, agrícola y económico. *Genetica Iberica*. Madrid, 9:1-102.
- BRASIL. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), 1978. *Avaliação Tecnológica do Alcool Etílico*. Brasília, CNPq.
- BUNTING, E.S., 1975. The question of grain content and forage quality in maize: comparisons between isogenic fertile and sterile plants. *Journal of Agricultural Science*. Cambridge, 85:455-463.
- BUNTING, E.S., 1976. Effects of grain formation on dry matter distribution and forage quality in maize. *Experimental Agriculture*. Cambridge, 12:417-428.
- BUREN, L.L.; J.J. MOCK e I.C. ANDERSON, 1974. Morphological and physiological traits in maize associated with tolerance to high plant density. *Crop Science*. Madison, 14:426-429.
- CAMPBELL, C.M., 1964. Influence of seed formation of corn on accumulation of vegetative dry matter and stalk strength. *Crop Science*, Madison, 4:31-34.

CAMPBELL, D.K. e D.J. HUME, 1970. Evaluation of a rapid technique for measuring soluble solids in corn stalks. *Crop Science*. Madison, 10: 625-626.

CLAASSEN, M.M. e R.H. SHAW, 1970a. Water deficit effects on corn. I. Vegetative components. *Agronomy Journal*. Madison, 62:649-652.

CLAASSEN, M.M. e R.H. SHAW, 1970b. Water deficit effects on corn. II. Grain components. *Agronomy Journal*. Madison, 62:652-655.

CERVELLINI, A.; E. SALATI; E.S.B: FERRAZ; N.A. VILLA NOVA; K.REICHARDT; A. DECICO e J.C. OMETTO, 1973. *Análise dos Dados Meteorológicos de Piracicaba (SP) de 1917 a 1970*. Piracicaba, USP/ESALO. (Boletim Técnico Científico nº 36).

COPERSUCAR, 1978. *Considerações sobre a Relação de Paridade entre o Açúcar e o Alcool*. São Paulo, Cooperativa Central dos Produtores de Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo.

COPERSUCAR, 1980. *Amostragem e Análise da Cana-de-Açúcar*. São Paulo, Cooperativa Central dos Produtores de Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo.

CUMMINS, D.G. e M.E. McCULLOUGH, 1971. Comparison of male sterile and male fertile corn for silage. *Agronomy Journal*. Madison, 63:46-47.

- DAYNARD, T.W. e W.G. DUNCAN, 1969. The black layer and grain maturity in corn. *Crop Science*. Madison, 9:473-476.
- DAYNARD, T.B.; J.W. TANNER e D.J. HUME, 1969. Contribution of stalk soluble carbohydrate to grain yield in corn. *Crop Science*. Madison, 9:831-834.
- DEINUM, B. e J. KNOPPERS, 1979. The growth of maize in the cool temperate climate of the Netherlands. Effect of grain filling on production of dry matter and on chemical composition and nutritive value. *Netherlands Journal of Agricultural Science*. The Netherlands, 27:116-130.
- DENMEAD, O.T. e R.H. SHAW, 1960. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. *Agronomy Journal*. Madison, 52:272-274.
- DIAS, J.F.S., 1978. O Tamanho da Amostra para Estudo dos Caracteres Peso de 50 Grãos, Peso de Espiga e Altura da Planta em Quatro Grupos de Cultivares de Milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, USP/ESALQ. (Dissertação de Mestrado).
- DUNCAN, W.G.; A.C. HATFIELD e J.C. RAGLAND, 1965. The growth and yield of corn. II. Daily growth of corn kernels. *Agronomy Journal*. Madison, 57:221-223.

- EASTIN, J.A., 1969. Leaf position and leaf function in corn-carbon-14 labeled photosynthate distribution in corn in relation to leaf position and leaf function. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, Twenty four, Illinois, 1969. *Proceedings...* Washington, American Seed Trade Association. P. 81-89.
- EL-LAKANY, M.A. e W.A. RUSSELL, 1971. Relationships of maize characters with yield in testcrosses of inbreds at different plant densities. *Crop Science*. Madison, 11:698-701.
- FAIREY, N.A. e T.B. DAYNARD, 1978. Quantitative distribution of assimilates in component organs of maize during reproductive growth. *Canadian Journal of Plant Science*. Ottawa, 58:709-717.
- GARBER, R.J.; R.B. DUSTMAN e R.C. BURNHAM, 1936. Yield and composition of eared and earless maize plants in a selfed line segregating barren stalks. *Journal of the American Society of Agronomy*. New York, 28: 85-91.
- GOODMAN, M.M., 1965. Estimates of genetic variance in adapted and exotic populations of maize. *Crop Science*. Madison, 5:87-90.
- HANWAY, J.J., 1962. Corn growth and composition in relation to soil fertility. I. Growth of different plant parts and relation between leaf weight and grain yield. *Agronomy Journal*. Madison, 54:145-148.

- HUME, D.J. e D.K. CAMPBELL, 1972. Accumulation and translocation of soluble solids in corn stalks. *Canadian Journal of Plant Science*. Ottawa, 52:363-368.
- HUNTER, R.B., 1978. Selection and evaluation procedures for whole-plant corn silage. *Canadian Journal of Plant Science*. Ottawa, 58:661-678.
- IKUTA, H. e PATERNIANI, E., 1970. Programa de milho verde. *Relatório Científico do Departamento de Genética - ESALQ/USP*. Piracicaba, 4: 58-61.
- JOHNSON, D.R. e J.W. TANNER, 1972. Calculation of the rate and duration of grain filling in corn (*Zea mays* L.). *Crop Science*. Madison, 12: 485-486.
- JOSEPHSON, L.M., 1962. Effects of potash on premature dying and lodging of corn. *Agronomy Journal*. Madison, 54:179-180.
- JOSEPHSON, L.M.; H.C. KINGER e B.G. HARVILLE, 1976. Selection studies for low ear placement in corn. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, Thirty-first Illinois, 1976; *Proceedings of the ...* Washington, American Seed Trade Association, 1976. P.85-97.
- KIESSELBACH, T.A., 1948. Endosperm type as a physiologic factor in corn yields. *Journal of the American Society of Agronomy*. New York, 40: 216-236.

- LIEBHARDT, W.C. e J.T. MURDOCK, 1965. Effect of potassium on morphology and lodging of corn. *Agronomy Journal*. Madison, 57:325-328.
- LIEBHARDT, W.C.; P.J. STANGEL e T.J. MURDOCK, 1968. A mechanism for premature parenchyma breakdown in corn. *Agronomy Journal*. Madison, 60:496-499.
- LONNQUIST, J.H.; O.A. COTA e C.O. GARDNER, 1966. Effect of mass selection and thermal neutron irradiation on genetic variances in a variety of corn (*Zea mays* L.). *Crop Science*. Madison, 6:330-332.
- MALAVOLTA, E. e H. GARGANTINI, 1966. Nutrição mineral e adubação. In: KRUG, C.A. *et alii*. *Cultura e Adubação do Milho*. São Paulo, Instituto Brasileiro de Potassa. Cap. XIII, p. 381-428.
- MARTEN, G.C. e P.M. WESTERBERG, 1972. Maize fodder-influence of barrenness on yield and quality. *Crop Science*. Madison, 12:367-369.
- MIRANDA FILHO, J.B. de, 1974. Cruzamentos Dialêlicos e Síntese de Compostos de Milho (*Zea mays* L.) com Ênfase na Produtividade e no Porte da Planta. Piracicaba, ESALQ/USP. (Tese de Doutorado).
- MOCK, J.J., 1977. Breeding maize to convert solar energy into food more efficiently. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, Thirty-second, Illinois, 1977. *Proceedings of the...* Washington, American Seed Trade Association. P. 32-46.

- MORTIMORE, C.C. e G.M. WARD, 1964. Root and stalk rot of corn in South-western Ontario. III. Sugar levels as a measure of plant vigor and resistance. *Canadian Journal of Plant Science*. Ottawa, 44:451-457.
- MOSS, D.N., 1962. Photosynthesis and barrenness. *Crop Science*. Madison, 2:366-367.
- PALMER, A.F.E.; G.H. HEICHEL e R.B. MUSGRAVE, 1973. Patterns of translocation, respiratory loss and redistribution of ^{14}C in maize labeled after flowering. *Crop Science*. Madison, 13:371-376.
- PATERNIANI, E., 1981. Influence of tassel size on ear placement in maize (*Zea mays* L.). *Maydica*. Bergamo, XXVI:85-91.
- PATERNIANI, E.; J.R. ZINSLY e J.B. MIRANDA FILHO, 1977. Populações melhoradas de milho obtidas pelo Instituto de Genética. *Relatório Científico do Departamento de Genética - ESALQ/USP*. Piracicaba, 11:108-114.
- PHIPPS, R.H. e R.F. WELLER, 1979. The development of plant components and their effects on the composition of fresh and ensiled forage maize. 1. The accumulation of dry matter, chemical composition and nutritive value of fresh maize. *The Journal of Agricultural Science*. Cambridge, 92:471-483.

- PHIPPS, R.H.; R.F. WELLER e R.J. FULFORD, 1979, The development of plant components and their effects on the composition of fresh and ensiled forage maize. 3. The effect of grain content on milk production. *The Journal of Agricultural Science*. Cambridge, 92:493-498.
- PHIPPS, R.H.; R.J. FULFORD e R.F. WELLER, 1981. The effect of maize silage grain content on live-weight gain of beef cattle. *Maydica*, Bergamo, XXVI:93-99.
- RANZANI, G.; O. FREIRE e T. KINJO, 1966. *Carta de Solos do Município de Piracicaba*. Piracicaba, ESALQ/USP.
- ROBINS, J.S. e C.E. DOMINGO, 1953. Some effects of severe soil moisture deficits at specific growth stages in corn. *Agronomy Journal*. Madison, 45:618-621.
- ROBINSON, H.F.; R.E. COMSTOCK e P.H. HARVEY, 1951. Genotypic and phenotypic correlations in corn and their implications in selection. *Agronomy Journal*. Madison, 43:282-287.
- RUNGE, E.C.A., 1968. Effects of rainfall and temperatura interactions during the growing season on corn yield. *Agronomy Journal*. Madison, 60:503-507.

- RUSSELL, W.A. e S.A. EBERHART, 1968. Testcrosses of one and two-ear types of Corn Belt maize inbreds. II. Stability of performance in different environments. *Crop Science*. Madison, 8:248-251.
- SAYRE, J.D., 1948. Mineral accumulation in the corn plant. *Plant Physiology*. Lancaster, 23:267-281.
- SAYRE, J.D.; V.H. MORRIS e F.D. RICHEY, 1931. The effect of preventing fruiting and of reducing the leaf area on the accumulation of sugars in the corn stem. *Journal of the American Society of Agronomy*. New York, 23:751-753.
- SAWAZAKI, E.; C.V. POMMER e I. ISHIMURA, 1979. Avaliação de cultivares de milho para utilização no estágio de verde. *Ciência e Cultura*. São Paulo, 31:1297-1302.
- SERRA, G.E., 1977. O sorgo sacarino como matéria-prima para a produção de álcool etílico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SORGO, 1º, Brasília, 1977. *Anais ...* Brasília, EMBRAPA, p. 105-116.
- SHAW, R.H., 1977. Climatic requirement. In: SPRAGUE, G.F. *Corn and Corn Improvement*. Wisconsin, American Society of Agronomy. Cap. 10, p. 591-623.
- SINGLETON, W.R., 1948. Sucrose in the stalks of maize inbreds. *Science*. London, 107:174.

- SPENCER, J.T., 1941. The effect of root pruning and the prevention of fruiting on the growth of roots and stalks of maize. *Journal of the American Society of Agronomy*. New York, 33:481-489.
- STINSON, H.T. e D.N. MOSS, 1960. Some effects of shade upon corn hybrids tolerant and intolerant of dense planting. *Agronomy Journal*. Madison, 52:482-484.
- STUBER, C.W.; R.H. MOLL e W.D. HANSON, 1966. Genetic variances and interrelationships of six traits in a hybrid population of corn (*Zea mays* L.). *Crop Science*. Madison, 6:455-458.
- STURION, A.C. e A.C. FERNANDES, 1979. *Análise Direta da Cana-de-Açúcar pelo Método da Prensa Hidráulica*. São Paulo, COPERSUCAR. (Boletim Técnico nº 8).
- VALVA, F. D'AYALA, 1979. *Perspectivas de Seleção para Alto Teor de Açúcar no Colmo do Milho (Zea mays L.)*. Piracicaba, ESALQ/USP. (Tese de Doutorado).
- VAN EIJNATTEN, C.L.M., 1963. A study of the development of two varieties of maize at Ibadan, Nigeria. *Journal of Agricultural Science*. Cambridge, 61:65-73.

- VAN REEN, R. e W.R. SINGLETON, 1952. Sucrose content in the stalks of maize inbreds. *Agronomy Journal*. Madison, 44:610-614.
- VENTRE, E.K.; S.BYALL e J.L. CATLETT, 1948. Sucrose, dextrose and levulose content of some domestic varieties of sorgo at different stages of maturity. *Journal of Agricultural Research*. Washington, 76:145-151.
- VERDUIN, J. e W.E. LOOMIS, 1944. Absorption of CO₂ by maize. *Plant Physiology*. Lancaster, 19:278-293.
- WAREING, P.F., 1972. Some further aspects of control of crop processes. In: REES, A.R.; K.E. COCKSHULL; D.W. HAND e R.G. HURD. *Crop Processes in Controlled Environments*. London, Academic Press, p.363-371.
- WELTON, F.A.; V.H. MORRIS e A.J. HARTSELER, 1930. Distribution of moisture, dry matter and sugars in the maturing corn stem. *Plant Physiology*. Lancaster, 5:555-564.
- WILKINSON, J.M. e R.H. PHIPPS, 1979. The development of plant components and their effects on the composition of fresh and ensiled forage maize. 2. The effect of genotype, plant density and date of harvest on the composition of maize silage. *The Journal of Agricultural Science*. Cambridge, 92:485-491.

WILSON, J.W., 1972. Control of crop processes. In: REES, A.R.; K.E. COCKSHULL; D.W. HAND e R.G. HURD. *Crop Processes in Controlled Environments*. London, Academic Press. P. 7-29.

WOOLLEY, D.G.; N.P. BARACCO e W.A. RUSSEL, 1962. Performance of four corn inbreds in single-cross hybrids as influenced by plant density and spacing patterns. *Crop Science*. Madison, 2:441-444.

APENDICE

FIGURA 1. Precipitação pluvial diária, em Piracicaba-SP, durante o período de novembro/1980 a março/1981. (Dados fornecidos pelo Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ).

FIGURA 2. Médias, de períodos de 10 dias, da radiação solar e da insolação diárias, em Piracicaba-SP, durante o período de novembro/1980 a março/1981. (Dados fornecidos pelo Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ).

FIGURA 3. Médias, por períodos de 10 dias, das temperaturas do ar máxima e mínima diárias, em Piracicaba-SP, durante o período de novembro/1980 a março/1981. (Dados fornecidos pelo Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ).

TABELA 1A. Resultados das análises mecânica e química de amostra do solo do local onde foi instalado o ensaio. Piracicaba, 1980/81. (Determinações realizadas pelo Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ).

ANÁLISE MECÂNICA	
Determinações (mm)	Níveis (%)
Areia muito grossa (2 - 1)	0,35
Areia grossa (1 - 0,5)	0,90
Areia média (0,5 - 0,25)	3,75
Areia fina (0,25 - 0,10)	9,85
Areia muito fina (0,10 - 0,005)	6,40
Areia (2 - 0,005)	21,25
Limo (0,05 - 0,002)	37,15
Argila (menor que 0,002)	41,60
ANÁLISE QUÍMICA	
Determinações	Níveis
pH	5,70
Carbono Orgânico (%)	1,38
Fosfato (PO_4^{3-}) *	0,23
Potássio (K^+) *	0,71
Cálcio (Ca^{2+}) *	6,01
Magnésio (Mg^{2+}) *	1,59
Alumínio (Al^{3+}) *	0,07
Hidrogênio (H^+) *	4,96

* Teor trocável em miliequivalentes/100 ml de terra.

TABELA 2A. Resumo das análises de variância do peso (Kg/ha) e número (por parcela) de espigas de milho "verde", e do peso (Kg/ha) e número (por parcela) de espigas de milho maduro de cultivares de milho. Piracicaba, 1980/81

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios			
		Peso de Espigas no "Estado Verde"	Número de Espigas no "Estado Verde"	Peso de Espigas de Milho Maduro	Número de Espigas de Milho Maduro
Blocos	5	1247638,5	71,2	1084337,0	22,6
Cultivares	7	6162019,6**	220,3**	4586779,3**	174,1**
Resíduo	35	1366317,9	43,8	643019,7	23,4
C.V. (%)		13,3	13,1	11,3	8,8

** Significativo, ao nível de 1%, pelo teste de F.

TABELA 3A. Resumo das análises de variância da produção de grãos (Kg/ha), da altura de inserção da espiga (AE) (cm), da altura da planta (AP) (cm) e da relação AE/AP de cultivares de milho. Piracicaba, 1980/81

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios			
		Produção de Grãos	Altura de Inserção da Espiga (AE)	Altura da Planta (AP)	Relação AE/AP
Blocos	5	747142,5	70,1	227,5**	0,000080
Cultivares	7	3444113,9**	2183,6**	3167,0**	0,002786**
Resíduo	35	434195,3	34,0	52,5	0,000183
C.V. (%)		11,2	3,1	2,4	2,1

** Significativo, ao nível de 1%, pelo teste de F.

TABELA 4A. Resumo das análises de variância da produção de colmos (Kg/5 colmos), da porcentagem de umidade do colmo, da quantidade de caldo (g/500 g de colmo) e da porcentagem de sacarose real no caldo de colmos recém-colhidos de cultivares de milho submetidas a diferentes "tratamentos de espiga". Piracicaba, 1980/81

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios			
		Produção de Colmos	Umidade do Colmo	Quantidade de Caldo	Sacarose Real no Caldo
Blocos	5	1,66**	702,95**	1037,60**	13,61**
Cultivares (C)	7	3,19**	160,68**	2245,14**	16,50**
Resíduo (a)	35	0,23	26,20	151,20	2,04
Espiga (E)	3	0,65**	84,46*	736,00**	20,81**
Interação C x E	21	0,10	40,87	251,05**	2,41
Resíduo (b)	120	0,10	23,37	120,13	1,62
C.V. (%) para parcelas		17,75	7,43	3,68	21,77
C.V. (%) para sub-parcelas		11,81	7,02	3,28	19,39

*, ** Significativo aos níveis de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste de F.

TABELA 5A. Resumo das análises de variância da porcentagem de sacarose aparente, de açúcares redutores, de açúcares totais e de sólidos solúveis, no caldo de colmos recém-cozidos, de cultivares de milho submetidas a diferentes "tratamentos de espiga". Piracicaba, 1980/81.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios			
		Sacarose Aparente no Caldo	Açúcares Redutores no Caldo	Açúcares Totais no Caldo	Porcentagem de Sólidos Solúveis
Blocos	5	3,91*	2,99**	13,93**	1,23
Cultivares (C)	7	29,43**	1,01**	21,41**	45,85**
Resíduo (a)	35	1,09	0,13	1,73	0,84
Espiga (E)	3	18,15**	0,45**	28,33**	73,13**
Interação C x E	21	1,19	0,09	2,44	1,64
Resíduo (b)	120	1,45	0,07	1,74	1,87
C.V. (%), para parcelas		18,42	25,21	15,79	8,05
C.V. (%), para sub-parcelas		21,24	18,09	15,85	11,95

*, ** Significativo aos níveis de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste de F.

TABELA 6A. Resumo das análises de variância da pureza do caldo (expressa em sacarose real, sacarose aparente, e açúcares totais por cento de Brix) e da porcentagem de fibra de colmos recém-colhidos de cultivares de milho submetidas a diferentes "tratamentos de espiga". Piracicaba, 1980/81.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios			
		Pureza em Sacarose Real	Pureza em Sacarose Aparente	Pureza em Açúcares Totais	Porcentagem de Fibra
Blocos	5	807,90**	186,73	818,53**	69,74**
Cultivares (C)	7	199,75	530,59**	134,18	60,38**
Resíduo (a)	35	121,15	50,08	94,28	5,10
Espiga (E)	3	28,83	42,08	81,13	19,37**
Interação C x E	21	151,03	41,43	154,09	4,43
Resíduo (b)	120	96,86	50,31	102,35	3,61
C.V. (%), para parcelas		19,09	14,49	13,29	13,14
C.V. (%), para sub-parcelas		17,07	14,52	13,85	11,05

** Significativo, ao nível de 1%, pelo teste de F.

TABELA 7A. Resumo das análises de variância da porcentagem de sacarose aparente, da porcentagem de açúcares redutores, da porcentagem de açúcares totais e da porcentagem de sólidos solúveis, em relação ao peso fresco de colmos recém-colhidos, de cultivares de milho submetidas a diferentes "tratamentos de espiga". Piracicaba, 1980/81.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios			
		Sacarose Aparente no Colmo	Açúcares Redutores no Colmo	Açúcares Totais no Colmo	Sólidos Solúveis no Colmo
Blocos	5	3,02**	1,47**	8,50**	1,06
Cultivares (C)	7	16,64**	0,56**	12,14**	26,05**
Resíduo (a)	35	0,71	0,07	1,13	0,67
Espiga (E)	3	10,60**	0,24**	16,17**	45,65**
Interação C x E	21	0,75	0,04	1,64	1,17
Resíduo (b)	120	0,87	0,04	1,02	1,24
C.V. (%), para parcelas		19,48	24,55	16,72	9,00
C.V. (%), para sub-parcelas		21,60	17,96	15,87	12,19

** Significativo, ao nível de 1%, pelo teste de F.

TABELA 8A. Resumo das análises de variância da pureza do colmo, expressa em sacarose aparente por cento de Brix, da porcentagem de sólidos solúveis em relação ao total de matéria seca, e da produção de álcool (1/ha), obtida a partir de colmos recém-colhidos, de cultivares de milho submetidas a diferentes "tratamentos de espiga". Piracicaba, 1980/81.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Pureza em Sacarose Aparente	Sólidos Solúveis/Matéria Seca Total	Produção de Álcool
Blocos	5	162,85**	158,91**	198482,45**
Cultivares (C)	7	477,91**	227,50**	545881,17**
Resíduo (a)	35	45,01	17,15	39934,68
Espiga (E)	3	37,21	372,33	425546,76**
Interação C x E	21	37,85	21,47	32440,34
Resíduo (b)	120	45,82	15,85	24822,71
C.V. (%), para parcelas		14,30	11,87	26,64
C.V. (%), para sub-parcelas		14,49	11,40	21,01

** Significativo, ao nível de 1%, pelo teste de F.

TABELA 9A. Resumo das análises de variância de produção de colmos (Kg/5 colmos), da quantidade de caldo (g/500 g de colmo) e da porcentagem de sacarose real no caldo de colmos colhidos há 15 horas, de cultivares de milho submetidas a diferentes "tratamentos de espiga". Piracicaba, 1980/81.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Produção de Colmos	Quantidade de Caldo	Sacarose Real no Caldo
Blocos	5	0,81*	5490,40**	4,04
Cultivares (C)	7	4,01**	2318,86**	24,98**
Resíduo (a)	35	0,25	313,26	1,64
Espiga (E)	3	1,58**	674,67*	14,67**
Interação C x E	21	0,13	335,05*	1,06
Resíduo (b)	120	0,12	177,63	1,56
C.V. (%), para parcelas		19,95	5,58	18,96
C.V. (%), para sub-parcelas		13,74	4,20	18,53

*, ** Significativo aos níveis de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste de F.

TABELA 10A. Resumo das análises de variância da porcentagem de sacarose aparente, de açúcares re-
dutores, de açúcares totais e de sólidos solúveis, no caldo de colmos colhidos há 15
horas, de cultivares de milho submetidas a diferentes "tratamentos de espiga". Pira-
cicaba, 1980/81.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios			
		Sacarose Aparente no Caldo	Açúcares Redutores no Caldo	Açúcares Totais no Caldo	Porcentagem de Sólidos Solúveis
Blocos	5	3,31	3,84**	13,24**	11,89**
Cultivares (C)	7	22,78**	0,95**	38,59**	51,15**
Resíduo (a)	35	1,85	0,16	1,33	1,78
Espiga (E)	3	15,20**	0,55**	11,06**	35,48**
Interação C x E	21	1,11	0,06	0,59	1,06
Resíduo (b)	120	1,79	0,12	1,50	1,91
C.V. (%), para parcelas		20,51	28,84	13,53	10,74
C.V. (%), para sub-parcelas		20,16	25,07	14,39	11,12

** Significativo, ao nível de 1%, pelo teste de F.

TABELA 11A. Resumo das análises de variância da pureza do caldo (expressa em sacarose real, sacarose aparente, e açúcares totais por cento de Brix) e da porcentagem de fibra de colmos colhidos há 15 horas de cultivares de milho submetidas a diferentes "tratamentos de espiga". Piracicaba, 1980/81.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios			
		Pureza em Sacarose Real	Pureza em Sacarose Aparente	Pureza em Açúcares Totais	Porcentagem de Fibra
Blocos	5	41,50	158,23**	113,38**	19,07**
Cultivares (C)	7	238,54**	216,98**	235,54**	90,96**
Resíduo (a)	35	22,89	27,87	15,79	2,84
Espiga (E)	3	59,33	71,13	50,08*	13,73**
Interação C x E	21	15,64	17,96	9,29	3,44*
Resíduo (b)	120	23,52	32,54	15,24	1,84
C.V. (%), para parcelas		8,89	9,95	5,83	10,10
C.V. (%), para sub-parcelas		9,01	10,75	5,73	8,14

*, ** Significativo aos níveis de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste de F.

TABELA 12A. Resumo das análises de variância da porcentagem de sacarose aparente, da porcentagem de açúcares redutores, da porcentagem de açúcares totais e da porcentagem de sólidos solúveis, em relação ao peso fresco de colmos colhidos há 15 horas, de cultivares de milho submetidas a diferentes "tratamentos de espiga". Piracicaba, 1980/81.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios			
		Sacarose Aparente no Colmo	Açúcares Redutores no Colmo	Açúcares Totais no Colmo	Sólidos Solúveis no Colmo
Blocos	5	1,65	2,38**	9,66**	8,86**
Cultivares (C)	7	17,84**	0,68**	25,63**	32,86**
Resíduo (a)	35	0,76	0,09	0,82	1,06
Espiga (E)	3	9,71**	0,31**	8,04**	26,60**
Interação C x E	21	0,38	0,04	0,37	0,62
Resíduo (b)	120	1,01	0,07	1,04	1,22
C.V. (%), para parcelas		17,06	27,78	13,25	10,29
C.V. (%), para sub-parcelas		19,68	24,50	14,85	11,06

** Significativo, ao nível de 1%, pelo teste de F.

TABELA 13A. Resumo das análises de variância da pureza do colmo, expressa em sacarose aparente por cento de Brix, da porcentagem de sólidos solúveis em relação ao total de matéria seca, e da produção de álcool (l/ha), obtida a partir de colmos colhidos há 15 horas, de cultivares de milho submetidas a diferentes "tratamentos de espiga". Piracicaba, 1980/81.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Pureza em Sacarose Aparente	Sólidos Solúveis/Matéria Seca Total	Produção de Álcool
Blocos	5	145,80**	127,71**	110098,90*
Cultivares (C)	7	241,42**	390,83**	933036,53**
Resíduo (a)	35	21,82	13,22	35688,91
Espiga (E)	3	80,56*	265,01**	363057,29**
Interação C x E	21	12,15	9,48	16099,95
Resíduo (b)	120	26,41	13,44	36363,56
C.V. (%), para parcelas		9,23	9,67	24,93
C.V. (%), para sub-parcelas		10,16	9,75	25,16

*,** Significativo aos níveis de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste de F.