

EFEITOS DA SUPRESSÃO PARCIAL E TOTAL DA FRUTIFICAÇÃO SOBRE CARACTERÍSTICAS DO COLMO DE CULTIVARES DE MILHO¹

PAULO SÉRGIO L. E. SILVA², ERNESTO PATERNIANI³ e MARCO ANTÔNIO A. CÉSAR⁴

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, no ano agrícola de 1981/82, utilizando-se o delineamento de blocos casualizados com parcelas subdivididas e seis repetições. Nas parcelas, foram cultivadas oito cultivares, incluindo: um híbrido duplo, dois híbridos simples, e cinco variedades de polinização-livre. 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 avaliados imediatamente após a colheita, quanto a quatorze características. As variedades de polinização-livre (principalmente as populações selecionadas para alto teor de açúcares no colmo) foram superiores aos híbridos, para a maioria das características avaliadas. 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 percentagem do caldo, e sacarose aparente, açúcares redutores, açúcares totais e sólidos solúveis, em percentagem do caldo e do peso fresco do colmo. Os resultados obtidos sugerem que seria vantajoso o cultivo do milho para produção de milho verde, com a utilização dos colmos para a produção de álcool.

Termos para indexação: *Zea mays*, açúcares, produção de álcool.

EFFECTS OF THE SUPPRESSION PARTIAL AND TOTAL OF THE FRUITIFICATION ON STALKS TRAITS OF MAIZE CULTIVARS

ABSTRACT - A study was carried out to evaluate the potential of the stalks of maize cultivars for both sugar content and alcohol production, as influenced by partial and total suppression of the fruitification. 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, São Paulo State, Brazil, during the 1980/81 growing season, using a randomized block design with split-plots and six replications. Plots were represented by eight cultivars as follows: one double cross, two single crosses, and five open-pollinated populations. The following treatments were applied to sub-plots: female shoots protected to avoid pollination (SP); female shoots removed (SR); ears at the milks stage removed (GC); and mature kernels produced (MC). Stalks were analyzed immediately after harvest. In general, the open-pollinated varieties (mainly the populations selected for high sugars in the stalks) were superior to the hybrids for most of the technological traits evaluated. The SP, SR, and GC treatments did not differ and were superior to the MC treatment for most of the traits studied. The results obtained in this study suggest the possibility of producing corn at milk stage for human consumption with utilization of the stalks for alcohol production.

Index terms: *Zea mays*, sugars, alcohol production.

INTRODUÇÃO

Estudos sobre a supressão da frutificação do milho têm sido realizados com vários objetivos. Com relação às alterações nas relações fonte-depósito (fonte-dreno), por exemplo, foi verificado que a supressão do desenvolvimento dos grãos resulta em maior armazenamento de fotossintatos nas folhas (Garber et al. 1936, Verduin & Loomis 1944), as quais sofrem redução na taxa fotossintética (Moss

¹ Aceito para publicação em 28 de abril de 1986. Trabalho baseado na tese apresentada à Universidade de São Paulo, pelo primeiro autor, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

² Eng. - Agr., Dr., Esc. Sup. de Agric. de Mossoró, (ESAM), Caixa Postal 137, CEP 59600 Mossoró, RN.

³ Eng. - Agr., Dr., Consultor do Convênio IICA/ EMBRAPA, Esc. Sup. de Agric. Luiz de Queiroz (ESALQ), Caixa Postal 9, CEP 13400 Piracicaba, SP.

⁴ Eng. - Agr., Dr., Esc. Sup. de Agric. Luiz de Queiroz (ESALQ).

1962) e senescem prematuramente (Allison & Weinman 1970), no colmo (Sayre et al. 1931, Reen & Singleton 1952) e nas raízes (Spencer 1941), mas tende a reduzir o peso da matéria seca total da planta (Kiesselbach 1948, Deinum & Knoppers 1979).

No que se refere às alterações do colmo, em consequência do impedimento da frutificação, Campbell (1964) constatou que plantas sem grãos não diferiram de plantas com grãos, quanto ao teor de matéria seca insolúvel. Todavia, plantas sem grãos apresentaram maior teor de sólidos solúveis no colmo, o qual estaria associado a maior resistência ao acamamento (Blanco Gonzalez et al. 1957, Campbell 1964).

A supressão da frutificação também tem sido utilizada para a avaliação da importância dos grãos sobre o valor da silagem. Para alguns pesquisadores (Marten & Westerberg 1972, Hunter 1978), silagem com grãos é superior à silagem sem grãos. Contudo, para outros pesquisadores (Cummins & McCullough 1971, Bunting, 1975) é exagerada a importância atribuída a uma grande quantidade de grãos na silagem.

A crise do petróleo tem estimulado 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 de açúcares fermentescíveis acumulados nos colmos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial dessa cultura, seja apenas como fonte de álcool, seja como fonte de álcool e de grãos, verdes ou maduros, suprimindo-se parcial ou totalmente a frutificação da planta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na 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 al. 1973).

Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas e seis repetições. Cada parcela foi constituída por quatro fileiras de plantas, de 10 m de comprimento. Entre fileiras, utilizou-se espaçamento de 1,00 m, enquanto as covas de uma mesma fileira foram espaçadas por 0,20 m. Como bordadura, considerou-se uma cova nas extremidades de cada fileira.

Nas parcelas foram cultivadas as seguintes cultivares: Ag IMS (híbrido simples macho-estéril), Ag IGE (híbrido simples normal, correspondente ao Ag IMS), H-7974 (híbrido duplo semidentado), ESALQ o₂ Sacarino (população de grãos opaco-2, com um ciclo de seleção entre progênies S₁ para alto teor de açúcares no colmo), ESALQ VD-2 (população melhorada do tipo dentado), ESALQ-VF-1 (população melhorada do tipo flint), ESALQ VD-2 Sacarino e ESALQ VF-1 Sacarino (materiais resultantes de, respectivamente, ESALQ VD-2 e ESALQ VF-1, após um ciclo de seleção entre progênies S₁ para alto teor de açúcares no colmo).

As subparcelas, foram aplicados os seguintes tratamentos de espiga: a) IP = 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 = plantas em que a frutificação foi totalmente suprimida, pela remoção das inflorescências femininas, por ocasião da floração; c) MV = plantas em que a frutificação foi suprimida parcialmente, colhendo-se o chamado milho verde, durante o período de 78 a 89 dias após o plantio, quando os grãos apresentavam um teor de umidade variando de 67% a 75%; e d) MM = plantas com frutificação normal, nas quais os grãos foram colhidos aos 106 dias após o plantio, quando apresentavam um teor de umidade variando de 37% a 42%.

O plantio foi efetuado em 20.11.1980, utilizando-se três sementes por cova. O desbaste foi efetuado 27 dias depois do plantio, de modo a deixar-se apenas uma planta por cova. O solo do local do experimento apresentou pH = 5,70 e níveis de (em miliequivalentes/100 ml de terra): PO₄³⁻ = 0,23, K⁺ = 0,71, Ca²⁺ = 6,01, Mg²⁺ = 1,59, Al³⁺ = 0,07, e H⁺ = 4,96. O experimento foi adubado com superfosfato simples (18% de P₂O₅) e com sulfato de amônio (20% de N), aplicando-se 10 g/planta de cada fertilizante. O primeiro adubo foi aplicado por ocasião do plantio e o segundo (em cobertura) 49 dias depois do plantio.

As características dos colmos foram avaliadas durante um período de oito dias, iniciado aos 109 dias após o plantio. Cada repetição foi analisada em um dia. As análises foram efetuadas imediatamente após a colheita dos colmos, ou seja, aproximadamente as sete horas. As seguintes características foram consideradas:

a) produção de colmos - estimada a partir do peso dos colmos de cinco plantas, tomadas ao acaso em cada subparcela;

b) umidade dos colmos - os colmos referidos foram desintegrados num picador de cana-de-açúcar, homogeneizando-se o material resultante. Desse material, seguindo-se as recomendações descritas em COPERSUCAR (1980), retirou-se amostra de 100 g para determinação do teor de umidade dos colmos, em estufa com circulação forçada de ar;

c) quantidade de caldo - do material homogeneizado mencionado no item b, tomou-se amostra de 500 g que foi submetida à pressão de 250 kg/cm², durante um minu-

to em prensa hidráulica, obtendo-se assim caldo e bagaço; após pesar-se o bagaço (R_1), obteve-se o peso do caldo por diferença;

d) $^{\circ}$ Brix, em percentagem do caldo extraído (B) - avaliado em parte do caldo obtido na etapa anterior, por meio de um refratômetro. Com tabela apresentada em COPERSUCAR (1980), a leitura do refratômetro foi corrigida para a temperatura de 20°C;

e) percentagem de fibra (F) - o bagaço de peso úmido R_1 , mencionado no item c, foi colocado em estufa com circulação forçada de ar até apresentar peso constante (R_2). Com os dois pesos obtidos (R_1 e R_2) e o valor do $^{\circ}$ Brix em percentagem do caldo extraído (B), a percentagem de fibra (F) foi estimada com a seguinte expressão, obtida em COPERSUCAR (1980): $F = (100 R_2 - R_1 B) / 5(100 - B)$;

f) percentagem de sacarose aparente no caldo extraído (SA) - parte do caldo extraído, após clarificação, foi levada ao sacarímetro, obtendo-se a leitura correspondente L. Com o valor da densidade do caldo extraído (d), obtido de tabelas apresentadas em COPERSUCAR (1980), a percentagem de sacarose aparente no caldo extraído (SA) foi calculada, de acordo com COPERSUCAR (1980), por: $SA = 0,26 L/d$;

g) percentagem de açúcares redutores no caldo extraído (AR) - na determinação desses açúcares, utilizou-se a metodologia de Lane Eynon (COPERSUCAR, 1980), empregando-se parte do caldo mencionado no item c. A percentagem de açúcares no caldo extraído (AR) foi obtida com os valores para o título (t), diluição do caldo (D_{AR}), volume gasto na titulação (V_{AR}) e densidade do caldo (d), com a seguinte expressão: $AR = 1000 tD_{AR} / V_{AR}d$;

h) percentagem de açúcares totais no caldo extraído - com os valores para o título (t), diluição do caldo (D_{AT}), volume gasto na titulação (V_{AT}) e densidade do caldo (d), obteve-se o teor de açúcares totais no caldo extraído (AT) por: $AT = 1000 tD_{AT} / V_{AT}d$;

i) percentagem de sacarose real no caldo extraído (SR) - com os dados referentes à percentagem de açúcares redutores no caldo extraído (AR) e a percentagem de açúcares totais no caldo extraído (AT), a percentagem de sacarose real no caldo extraído (SR) foi calculada por: $SR = (AT - AR) 0,95$;

j) $^{\circ}$ Brix em percentagem do colmo (BC), percentagem de sacarose aparente no colmo (SAC), percentagem de açúcares redutores no colmo (ARC), e percentagem de açúcares totais no colmo (ATC) - seguindo-se as sugestões de Sturion & Fernandes (1979), estas características foram avaliadas com os dados relativos a: $^{\circ}$ Brix em percentagem do caldo extraído (B), percentagem de sacarose aparente no caldo extraído (SA), percentagem de açúcares redutores no caldo extraído (AR), percentagem de açúcares totais no caldo extraído (AT), percentagem de fibra (F), coeficiente de transformação do $^{\circ}$ Brix do caldo extraído para $^{\circ}$ Brix do caldo absoluto (C_b), e coeficiente de transformação da Pol do caldo extraído para Pol do

caldo absoluto (C_s). As seguintes expressões foram utilizadas:

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

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

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

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

Produção de álcool - 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).

RESULTADOS

O efeito dos tratamentos de espiga sobre a percentagem de umidade do colmo não foi o mesmo nas cultivares estudadas, isto é, a interação cultivares x tratamentos de espiga foi significativa (Tabela 1). Nos tratamentos IP, IR e MV, os menores teores de umidade do colmo foram apresentados, respectivamente, pelas populações ESALQ o₂ Sacarino, ESALQ VF-1 Sacarino, e ESALQ VD-2 Sacarino e ESALQ o₂ Sacarino. Em termos de plantas que frutificaram normalmente (MM), as cultivares estudadas não diferiram entre si, apresentando um teor médio de umidade de 69,6%. Apenas o híbrido Ag IMS e a população 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 estatisticamente apenas daquele teor determinado pelo tratamento MV. Na população, o menor teor foi provocado pelo tratamento IP, mas apenas o tratamento MM foi capaz de superá-lo, significativamente.

Houve também interação cultivares x tratamentos de espiga significativa para a quantidade de caldo dos colmos (Tabela 2). 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 população 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. 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 populações ESALQ o₂ Sacarino e ESALQ VD-2).

Para todas as demais características avaliadas, além da percentagem de umidade do colmo e

quantidade de caldo dos colmos, a interação cultivares x tratamentos de espiga não foi significativa. Assim, para as características em que isso ocorreu, serão apresentadas apenas as médias para cultivares (Tabelas 3 e 4) e para tratamentos de espiga (Tabelas 5 e 6).

TABELA 1. Percentagem média de umidade do colmo 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			
	IP	IR	MV	MM
Ag IGE	72,5 c A	69,4 ab A	74,1 ab A	71,4 a A
Ag IMS	70,1 bc AB	72,2 b AB	75,4 b B	66,6 a A
ESALQ o ₂ sacarino	60,6 a A	65,6 ab AB	65,8 a AB	69,9 a B
ESALQ VD-2	72,1 c A	68,0 ab A	71,4 ab A	74,2 a A
ESALQ VD-2 sacarino	68,8 abc A	64,8 ab A	66,6 a A	67,7 a A
ESALQ VF-1	63,5 ab A	69,2 ab A	68,7 ab A	68,7 a A
ESALQ VF-1 sacarino	67,7 ab A	61,9 a A	68,7 ab A	66,3 a A
H-7974	70,0 bc A	67,8 ab A	71,3 ab A	71,7 a A

CV para parcelas = 7,4%

CV para subparcelas = 7,0%

* 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 2. Quantidade média de caldo, em kg, extraída de uma tonelada de 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			
	IP	IR	MV	MM
Ag IGE	705,7 d A	675,4 b A	706,7 c A	690,9 bc A
Ag IMS	699,5 cd B	683,2 b AB	676,0 bc AB	663,6 abc A
ESALQ o ₂ sacarino	613,5 a AB	630,0 a AB	618,8 a A	665,8 ab B
ESALQ VD-2	678,9 bcd AB	652,0 ab A	671,8 bc AB	696,6 c B
ESALQ VD-2 sacarino	657,5 ab A	634,5 a A	660,6 b A	670,2 abc A
ESALQ VF-1	663,0 abc A	669,2 ab A	674,8 bc A	695,0 bc A
ESALQ VF-1 sacarino	673,8 bcd A	660,5 ab A	680,0 bc A	687,0 bc A
H-7974	663,3 abc A	650,9 ab A	649,3 ab A	640,3 a A

CV para parcelas = 3,7%

CV para subparcelas = 3,3%

* 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 3. Produção de colmos, em kg/ha, e percentagens de sacarose real, sacarose aparente, açúcares redutores, açúcares totais e de sólidos solúveis no caldo extraído do colmo de cultivares de milho. Piracicaba, 1980/81. (Médias de seis repetições e quatro tratamentos de espiga)*.

Cultivares	Produção de colmos	Em percentagem de caldo extraído				
		Sacarose real	Sacarose aparente	Açúcares redutores	Açúcares totais	Sólidos solúveis
Ag IGE	24.542 a	5,79 a	4,66 ab	1,36 ab	7,43 ab	10,04 a
Ag IMS	22.125 a	5,73 a	4,92 ab	1,62 bc	7,69 abc	10,34 a
ESALQ o ₂ sacarino	22.833 a	7,28 b	7,03 e	1,86 c	9,52 d	13,79 d
ESALQ VD-2	30.000 c	6,46 ab	5,35 bc	1,35 ab	8,12 abc	10,80 ab
ESALQ VD-2 sacarino	31.292 c	7,13 b	6,55 de	1,37 ab	8,88 cd	12,40 c
ESALQ VF-1	29.458 bc	6,76 ab	6,05 cd	1,27 a	8,39 bcd	11,53 b
ESALQ VF-1 sacarino	30.125 c	7,79 b	6,82 de	1,36 ab	9,56 d	12,65 c
H-7974	25.417 abc	5,51 a	3,99 a	1,25 a	7,01 a	10,07 a
CV (%) para parcelas	17,8	21,8	18,4	25,2	15,8	8,1

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

TABELA 4. Percentagem de fibra, sacarose aparente, açúcares redutores, açúcares totais e de sólidos solúveis, em relação ao peso fresco do colmo, e produção de álcool, em l/ha, a partir do colmo de cultivares de milho. Piracicaba, 1980/81. (Médias de seis repetições e quatro tratamentos de espiga)*.

Cultivares	Em percentagem do colmo					Produção de álcool
	Fibra	Sacarose aparente	Açúcares redutores	Açúcares totais	Sólidos solúveis	
Ag IGE	15,2 a	3,64 ab	1,06 ab	5,81 ab	8,23 ab	623 ab
Ag IMS	15,5 a	3,85 b	1,26 bc	6,01 ab	8,48 abc	585 a
ESALQ o ₂ sacarino	19,0 cd	5,21 d	1,38 c	7,08 cd	10,69 f	706 abc
ESALQ VD-2	17,3 abc	4,07 bc	1,02 ab	6,19 bc	8,60 bc	805 bcd
ESALQ VD-2 sacarino	17,7 bcd	4,97 d	1,03 ab	6,74 bcd	9,83 de	925 d
ESALQ VF-1	16,7 ab	4,65 cd	0,97 a	6,44 bcd	9,24 cd	820 cd
ESALQ VF-1 sacarino	16,4 ab	5,27 d	1,04 ab	7,36 d	10,21 ef	961 d
H-7974	19,7 d	2,95 a	0,92 a	5,17 a	7,72 a	574 a
CV (%) p/parcelas	13,1	19,5	24,6	16,7	9,00	26,6

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

A Tabela 3 apresenta, para as cultivares avaliadas, os valores médios correspondentes à produção de colmos e, em percentagem do caldo extraído, as médias referentes à sacarose real, sacarose aparente, açúcares redutores, açúcares totais e sólidos solúveis. Os dados médios relativos à produção de álcool e à produção de fibra, sacarose aparente,

açúcares redutores, açúcares totais e sólidos solúveis, em percentagem do colmo, para as cultivares testadas, estão listados na Tabela 4. A população ESALQ o₂ Sacarino mostrou-se superior quanto a todas as características relacionadas nas duas referidas tabelas, à exceção de produção de colmos (Tabela 3) e produção de álcool (Tabela 4). Certa

superioridade foi constatada também para as populações ESALQ VD-2 Sacarino (à exceção dos teores de sólidos solúveis e de sacarose aparente, em percentagem do caldo e do colmo) e ESALQ VF-1 Sacarino (à exceção das percentagens de fibra e de açúcares redutores em percentagem do caldo e do colmo). Por outro lado, as populações ESALQ VD-2 e ESALQ VF-1 mostraram superioridade apenas para produção de colmos, sacarose real e produção de álcool (e também para sacarose aparente, em percentagem do caldo e do colmo, no caso de ESALQ VF-1). Valores elevados para fibra e açúcares redutores foram produzidos, respectivamente, pelos híbridos H-7974 e Ag IMS. O híbrido AG IGE apresentou comportamento inferior quanto a todas as características apresentadas nas Tabelas 3 e 4.

No que se refere aos tratamentos de espiga, as Tabelas 5 e 6 mostram que, para todas as características, à exceção de produção de colmos e percentagem de fibra, as plantas em que a frutificação foi suprimida parcialmente (tratamento MV) ou totalmente (tratamentos IP e IR) não diferiram entre si e superaram significativamente as plantas com frutificação normal. Para produção de colmos, o tratamento MV não diferiu significativamente nem de IP e IR, nem de MM (Tabela 5). Para produção de fibra, não houve diferença estatística entre IP, MV e MM, mas apenas IP e MV superaram significativamente a IR (Tabela 6).

TABELA 5. Produção de colmos, em kg/ha, e percentagens de sacarose real, sacarose aparente, açúcares redutores, açúcares totais e de sólidos solúveis no caldo extraído do colmo 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 seis repetições e oito cultivares)*.

Tratamentos	Produção de colmos	Em percentagem de caldo extraído				
		Sacarose real	Sacarose aparente	Açúcares redutores	Açúcares totais	Sólidos solúveis
IP	28.187 b	6,88 b	5,97 b	1,44 b	8,66 b	12,12 b
IR	27.354 b	7,02 b	5,85 b	1,49 b	8,86 b	12,07 b
MV	26.938 ab	6,75 b	6,11 b	1,50 b	8,61 b	12,02 b
MM	25.417 a	5,59 a	4,76 a	1,29 a	7,18 a	9,60 a
CV (%) p/subparcelas	11,8	19,4	21,2	18,1	15,9	12,0

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

DISCUSSÃO

Excetuando-se algumas características nas quais os híbridos mostraram alguma superioridade, como teor de açúcares redutores em percentagem do caldo e do colmo para o híbrido Ag IMS, percentagem de fibra para o híbrido H-7974 e teor de umidade e quantidade de caldo (em alguns tratamentos de espiga) para os três híbridos, as populações de polinização livre foram as que melhor se comportaram, quanto às características avaliadas. Contudo, deve ser mencionado que a ESALQ 0₂ Sacarino, apesar da sua superioridade em várias características, diferentemente das outras populações de polinização livre, apresentou baixa produção de álcool, em função de sua baixa produção de colmos. Por outro lado, entre as populações com elevada produção de álcool, merecem destaque pelo comportamento superior apresentado quanto a essa característica, as cultivares ESALQ VD-2 Sacarino e ESALQ VF-1 Sacarino.

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. É interessante considerarem-se as alterações ocorridas nos colmos das populações originais, como resultado da seleção. As populações selecionadas

TABELA 6. Produção de fibra, sacarose aparente, açúcares redutores, açúcares totais e de sólidos solúveis, em relação ao peso fresco do colmo, e produção de álcool, em 1/ha, a partir do colmo 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 seis repetições e oito cultivares)*.

Tratamentos	Em percentagem do colmo					Produção de álcool
	Fibra	Sacarose aparente	Açúcares redutores	Açúcares totais	Sólidos solúveis	
IP	16,6 a	4,58 b	1,10 b	6,65 b	9,72 b	812 b
IR	18,1 b	4,41 b	1,11 b	6,67 b	9,49 b	795 b
MV	16,9 a	4,68 b	1,15 b	6,60 b	9,62 b	776 b
MM	17,2 ab	3,64 a	0,99 a	5,48 a	7,67 a	616 a
CV (%) p/subparcelas	11,1	21,6	18,0	15,9	12,2	21,0

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

foram significativamente superiores às populações originais, quanto ao teor de sólidos solúveis em percentagem do caldo extraído (Tabela 3) e do peso fresco do colmo (Tabela 4). Esse fato evidencia a eficiência dos trabalhos de seleção para alto teor de sólidos solúveis.

A superioridade dos tratamentos IP, IR e MV, em relação ao tratamento MM, observada na maioria das características avaliadas, pode ter sido em decorrência:

1) do acúmulo, no colmo das plantas com frutificação suprimida parcial ou totalmente, de matéria seca que, normalmente, seria destinada aos grãos. Apoiando esta hipótese, Deinum & Knoppers (1979) verificaram que plantas polinizadas de três híbridos produziram, em média 18,31 t de matéria seca por 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 t 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, em condições normais, seria translocada para os grãos.

2) a superioridade dos tratamentos IP, IR e MV, em relação ao tratamento MM, para a maioria das características avaliadas, pode ter sido em consequência também da redução do teor de carboidratos do colmo das plantas com frutificação normal (MM), em virtude do deslocamento destes carboidratos para a formação dos grãos maduros. Não tem havido consenso, quanto ao papel dos carboidratos do colmo, para a formação dos grãos. Alguns pesquisadores (Sayre 1948, Hanway 1962, Allison & Watson 1966) observaram que o peso seco do colmo/planta permaneceu relativamente constante, após ter atingido um máximo por ocasião do florescimento feminino ou poucos dias depois. Por outro lado, outros pesquisadores (Daynard et al. 1969, Bunting 1976, Fairey & Daynard 1978) observaram declínio no peso da matéria seca 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 al. 1969). Em condições onde a capacidade fotossintética se tornasse limitante, em

relação à capacidade dos grãos, a fonte de assimilados para estes grãos passaria a ser o colmo.

Quando se discute o problema da produção de álcool, a partir dos colmos de milho, duas alternativas têm sido apontadas: a) produção de grãos maduros aliada à produção de níveis menores de álcool; e b) produção de níveis maiores de álcool, sem a produção de grãos. 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. Essa terceira possibilidade deriva do fato do tratamento MV ter superado o tratamento MM e não ter diferido significativamente dos tratamentos IP e IR, na maioria das características estudadas.

CONCLUSÕES

1. Diferenças significativas entre cultivares e entre tratamentos de espiga foram encontradas para todas as características avaliadas. A interação cultivares x tratamentos de espiga foi significativa apenas para produção de caldo e teor de umidade do colmo.

2. As variedades de polinização livre (principalmente as populações selecionadas para alto teor de açúcares no colmo) foram superiores aos híbridos, para a maioria das características avaliadas.

3. 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 percentagem do caldo, e sacarose aparente, açúcares redutores, açúcares totais e sólidos solúveis, em percentagem do caldo e do peso fresco do colmo.

4. Os resultados obtidos sugerem que seria vantajoso o cultivo do milho para produção de milho verde com a utilização dos colmos para produção de álcool.

REFERÊNCIAS

- ALLISON, J.C.S. & WATSON, D.J. The production and distribution of dry matter in maize after flowering. *Ann. Bot.* 30:365-81, 1966.
- ALLISON, J.C.S. & WEINMAN, H. Effect of absence of developing grain on carbohydrate content and senescence of maize leaves. *Plant Physiol.*, 46:435-6, 1970.
- BLANCO GONZÁLEZ, M.; BLANCO GONZALES, J.L.; SALEMA VEIGUINHA, A. Obtención de híbridos de maíz de tallo azucarado de doble aprovechamiento - grano y planta - y estudio comparativo de su valor industrial, agrícola y económico. *Genet. Iber.*, 9: 1-102, 1957.
- BUNTING, E.S. The question of grain content and forage quality in maize; comparisons between isogenic fertile and sterile plants. *J. Agric. Sci.*, 85:455-63, 1975.
- BUNTING, E.S. Effects of grain formation on dry matter distribution and forage quality in maize. *Exp. Agric.*, 12:417-28, 1976.
- CAMPBELL, C.M. Influence of seed formation of corn on accumulation of vegetative dry matter and stalk strength. *Crop Sci.*, 4:31-4, 1964.
- CERVELLINI, A.; SALATI, E.; FERRAZ, E.S.B.; VILLA NOVA, N.A.; REICHARDT, K.; DECICO, A.; OMETTO, J.C. Análise dos dados meteorológicos de Piracicaba (SP) de 1917 a 1970. Piracicaba, USP/ESALQ, 1973. (Boletim técnico científico, 36)
- COPERSUCAR, São Paulo. Amostragem e análise da cana-de-açúcar. São Paulo, 1980.
- COPERSUCAR, São Paulo. Considerações sobre a relação de paridade entre o açúcar e o álcool. São Paulo, 1978.
- CUMMINS, D.G. & MCCULLOUGH, M.E. Comparison of male sterile and male fertile corn for silage. *Agron. J.*, 63:46-7, 1971.
- DAYNARD, T.B.; TANNER, J.W.; HUME, D.J. Contribution of stalk soluble carbohydrate to grain yield in corn. *Crop Sci.*, 9: 831-4, 1969.
- DEINUM, B. & KNOPPERS, J. 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. *Neth. J. Agric. Sci.*, 27:116-30, 1979.
- FAIREY, N.A. & DAYNARD, T.B. Quantitative distribution of assimilates in component organs of maize during reproductive growth. *Can. J. Plant Sci.*, 58: 709-17, 1978.
- GARBER, R.J.; DUSTMAN, R.B.; BURNHAM, R.C. Yield and composition of eared and earless maize plants in a selfed line segregating barren stalks. *J. Am. Soc. Agron.*, 28:85-91, 1936.
- HANWAY, J.J. Corn growth and composition in relation to soil fertility. I. Growth of different plant parts and relation between leaf weight and grain yield. *Agron. J.*, 54:145-8, 1962.
- HUNTER, R.B. Selection and evaluation procedure for whole-plant corn silage. *Can. J. Plant Sci.*, 58:661-78, 1978.
- KIESSELBACH, T.A. Endosperm type as a physiologic factor in corn yields. *J. Am. Soc. Agron.*, 40:216-36, 1948.
- MARTEN, G.C. & WESTERBERG, P.M. Maize fodder-influence of barrenness on yield and quality. *Crop Sci.*, 12:367-9, 1972.

- MOSS, D.N. Photosynthesis and barrenness. *Crop Sci.*, 2:366-7, 1962.
- REEN, R. & SINGLETON, W.R. Sucrose content in the stalks of maize inbreds. *Agron. J.*, 44:610-4, 1952.
- SAYRE, J.D. Mineral accumulation in the corn plant. *Plant Physiol.*, 23:267-81, 1948.
- SAYRE, J.D.; MORRIS, V.H.; RICHEY, F.D. The effect of preventing fruiting and of reducing the leaf area on the accumulation of sugars in the corn stem. *J. Am. Soc. Agron.*, 23:751-3, 1931.
- SPENCER, J.T. The effect of root pruning and the prevention of fruiting on the growth of roots and stalks of maize. *J. Am. Soc. Agron.*, 33:481-9, 1941.
- STURION, A.C. & FERNANDES, A.C. *Análise direta da cana-de-açúcar pelo método da prensa hidráulica.* São Paulo, COPERSUCAR, 1979. p.12-5 (Boletim técnico, 8)
- VERDUIN, J. & LOOMIS, W.E. Absorption of CO₂ by maize. *Plant Physiol.*, 19:278-93, 1944.