

EFEITOS DO QUEBRAMENTO DO COLMO NO RENDIMENTO DE GRÃOS DE MILHO¹

PAULO CÉSAR MAGALHÃES²
FREDERICO OZANAN MACHADO DURÃES³
ANTÔNIO CARLOS DE OLIVEIRA³

RESUMO - Durante seis anos, foi conduzida uma experimentação na EMBRAPA Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, objetivando-se estudar as causas do quebramento do colmo em milho e sua associação com o rendimento de grãos. Foram utilizadas cultivares discriminadas previamente em suscetíveis e resistentes ao quebramento. Logo após a floração, foram iniciadas amostragens semanais, com cinco plantas coletadas ao acaso dentro da parcela, avaliando-se o peso seco da folha, colmo, internódio, pendão e espiga, além do teor de açúcares solúveis no internódio. Ao final do ciclo, avaliaram-se a altura de inserção da espiga, o índice de

espiga, a porcentagem de quebramento e a produção de grãos. Os resultados mostraram que o quebramento do colmo é altamente influenciado pelo ambiente. O particionamento excessivo de fotoassimilados do colmo para espiga, que pode causar quebramento em cultivares temperadas, não ocorre, necessariamente, em cultivares tropicais. Assim, os materiais suscetíveis, que supostamente são aqueles que redistribuem mais fotoassimilados para as espigas, nem sempre são os que mais produzem. Fatores abióticos e bióticos devem ser considerados na avaliação de quebramento do colmo de plantas de milho.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: *Zea mays* L. fonte/dreno, quebramento, colmo, internódio, açúcares solúveis, estresse ambiental.

EFFECTS OF STALK BREAKING IN THE GRAIN YIELD OF MAIZE

ABSTRACT - Six years of experimentation were carried out at the National Maize and Sorghum Research Center at Sete Lagoas-MG, with the objective of studying the causes of stalk breaking in maize and its association with grain yield. Several genotypes discriminated previously as susceptibles and resistant to breaking were used. After flowering, weekly samples were collected on five plants randomly chosen in each plot. It were evaluated: dry matter of leaves, stem, internode, tassel and ear, and the soluble sugars content in the internode. At the end of the cycle data were

collected for: ear index, ear height, stalk breaking and grain yield. The results showed that stalk breaking is highly influenced by the environment. The partitioning excess of photoassimilates from stem to the ears that may cause breaking in temperate genotypes does not necessarily occur in tropical genotypes. Thus, susceptible genotypes which supposedly carries more photoassimilates to the ears not always yield more. Biotic and abiotic factors must be considered when one is evaluating stalk breaking in maize plants.

INDEX TERMS: *Zea mays* L. source-sink relationship, breaking, stem, internode, soluble sugars, environmental stress.

INTRODUÇÃO

Uma das metas finais do melhorista de milho é obter uma planta produtiva, com colmo resistente, capaz de mantê-la em pé até a colheita, além de outros caracteres agrônômicos desejáveis. Muitas dessas características vêm sendo melhoradas através de um programa sistemático de seleção de plantas. No entanto, o

problema relacionado com a resistência do colmo ao quebramento tem perturbado excessivamente os pesquisadores envolvidos com o melhoramento de milho. Esse problema ocorre, geralmente, no final do ciclo, quando o colmo parece não ser capaz de sustentar a espiga, ocasionando a quebra da planta (Magalhães, Magnavaca e Oliveira 1991).

1. Trabalho desenvolvido na EMBRAPA Milho e Sorgo

2. Eng. Agr., PhD. Caixa Postal 151 - EMBRAPA Milho e Sorgo - 35701-970 - Sete Lagoas - MG

3. Eng. Agr., DSc. Caixa Postal 151 - EMBRAPA Milho e Sorgo - 35701-970 - Sete Lagoas - MG

O colmo contém uma considerável reserva de fotoassimilados (Duncan, Hatfield e Ragland 1965; Tollenaar e Daynard 1978 b), os quais podem ser translocados para a espiga, (Francis et al. 1978; Allison e Watson 1996, Jones e Simmons 1983). Há evidência de que uma mobilização considerável de fotoassimilados ocorre durante o período de enchimento do grão (Adelana e Milbourn 1972; Jones e Simmons 1983; Lucas 1981). Essa mobilização ocorre especialmente quando os requerimentos de carboidratos para o grão excedem a produção de fotoassimilados pela planta (Tollenaar e Daynard 1978d).

Carboidratos solúveis armazenados temporariamente no colmo, espiga e palha servem como fonte de crescimento do grão, quando ocorre o declínio na fotossíntese da planta no final da estação de crescimento (Tollenaar 1977; Tollenaar e Daynard 1978d). O colmo serve, também, como um dreno ativo, cuja capacidade relativa em atrair fotoassimilados declina durante o período final de enchimento dos grãos (Tollenaar 1977). Mackinnon (1979), confirmando Allison e Watson (1966), os quais concluíram que, em ambientes desfavoráveis, o colmo mostra maior participação do que em ambientes favoráveis, ou seja, maior quantidade de fotoassimilados é alocada do colmo para o grão em situação de estresse, quando as folhas são menos saudáveis.

Duvik (1974) concluiu que o alto grau de quebraimento do colmo verificado nos híbridos prolíficos, em níveis médios e altos de densidade de plantas, pode ter ocorrido porque as plantas dificilmente apresentam-se sem espigas e que, devido à competição por metabólitos entre colmo e espiga, uma maior tensão foi colocada no colmo dos tipos prolíficos. Neste trabalho, não foi eliminada a hipótese de ligação genética entre prolificidade e maior suscetibilidade das plantas às podridões do colmo.

A translocação de fotoassimilados do colmo para a espiga pode acarretar o enfraquecimento do colmo, tornando-o suscetível ao quebraimento. Esse enfraquecimento ocorre principalmente em materiais com drenos fortes, os quais são capazes de provocar um carregamento considerável de fotoassimilados para a espiga, sobretudo no período final de enchimento de grãos, quando é alta a demanda da espiga (Magalhães, Durães e Paiva 1995). Há de se considerar, no entanto, que a literatura tem relatado que particionamento de fotoassimilados entre materiais genéticos tropicais e temperados não é o mesmo (Yamaguchi 1974; Magalhães 1995). A translocação dos assimilados para os grãos é, talvez, um dos principais problemas dos materiais tropicais, quando comparados aos temperados. O processo

de fotossíntese e acumulação da massa biológica total em materiais tropicais cultivados em ambientes tropicais é comparável aos materiais temperados cultivados em ambientes temperados. Inúmeras pesquisas têm atribuído o problema de baixos rendimentos de grãos nos trópicos ao pobre particionamento de matéria seca para os grãos (Yamaguchi 1974; Magalhães, Durães e Paiva 1995).

Cultivares comerciais competitivas devem apresentar características desejáveis para o cultivo; entretanto, em áreas tropicais, problemas de quebraimento do colmo são tidos como relacionados a cultivares altamente produtivas. Resultados experimentais não têm tratado essa questão convenientemente, deixando a hipótese de alta correlação entre quebraimento do colmo e rendimento de grãos não respondida.

O objetivo deste trabalho foi identificar as causas do quebraimento do colmo em milho, no final do período de enchimento de grãos, através de um estudo de variáveis morfofisiológicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Ao longo de seis anos agrícolas (1988/89 - 1993/94), foi estudado o fenômeno do quebraimento do colmo em plantas de milho, em plantios de primavera-verão, nas áreas experimentais da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG. Nesse período, várias cultivares foram pesquisadas. Os materiais utilizados nessa pesquisa foram previamente discriminados em dois grupos distintos: suscetíveis (S) e resistentes (R) ao quebraimento (Tabela 1), baseado em resultados obtidos no Ensaio Nacional de Milho, coordenado pela Embrapa Milho e Sorgo.

Os experimentos foram conduzidos utilizando-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas experimentais foram constituídas por seis fileiras de 10 m de comprimento, espaçadas de 1,0 m, com cinco sementes por metro, visando a atender as amostragens destrutivas efetuadas durante o período de enchimento de grãos. Das seis fileiras de plantio, as duas centrais foram utilizadas para a colheita final, duas outras para amostragens destrutivas e, finalmente, as duas laterais como bordadura. A adubação de plantio foi efetuada sempre de acordo com a análise do solo. Os ensaios foram irrigados sempre que necessário, baseando-se em leituras de tensiômetros instalados previamente a 20 e 40 cm de profundidade. Adotou-se o limite de -0,07 MPa como o momento da irrigação (Resende et al. 1992). Neste estudo, procurou-se cultivar o milho com alta tecnologia, evitando qualquer tipo de estresse biótico ou abiótico.

TABELA 1 - Relação das cultivares estudadas, procedência, ano agrícola e classificação quanto ao quebramento do colmo. Sete Lagoas, MG, 1996.

CULTIVAR	TIPO ¹	PROCEDÊNCIA	ANO AGRÍCOLA ²	CLASSIFICAÇÃO ³
CMS-351	HD	EMBRAPA/CNPMS	1,2	S
CMS-352	HD	EMBRAPA/CNPMS	1,2	S
CMS-353	HD	EMBRAPA/CNPMS	1,2	S
CMS-354	HD	EMBRAPA/CNPMS	1,2	S
BR 201 M	HS	EMBRAPA/CNPMS	1,2,5	S
AGROMEM 2012	HD	AGROMEM	1,2	S
CONTIMAX 133	HD	ZENECA	1,2	R
DINA-46	HD	DINA-CAROL	1,2	R
AG-104	HD	AGROCERES	2	S
AG-106	HD	AGROCERES	2	S
GO-1063	HD	GRÃO DE OURO	3,4	S
CMS-203	HD	EMBRAPA/CNPMS	3,4	S
C-525	HT	CARGILL	3	R
G-85	HT	CIBA SEMENTES	3,6	R
AG - 510	HT	AGROCERES	4	R
AG - 513	HT	AGROCERES	4	R
UNB	V	UNIV. DE BRASÍLIA	5	S
C-505	HT	CARGILL	5	R
G-600	HD	CIBA SEMENTES	5	R
PL-400	HD	PLANAGRI	6	S
PL-410	HD	PLANAGRI	6	S
G-550	HT	CIBA SEMENTES	6	R

¹Tipo

HD = Híbrido Duplo
 HS = Híbrido Simples
 HT = Híbrido Triplo
 V = Variedade

²Ano Agrícola

1 - 1988/89 4 - 1991/92
 2 - 1989/90 5 - 1992/93
 3 - 1990/91 6 - 1993/94

³Classificação

S = Suscetível ao quebramento
 R = Resistente ao quebramento

A coleta de dados foi iniciada cerca de sete dias após a fertilização dos grãos e, a partir daí, com intervalos semanais até a maturação fisiológica. Por época, cinco plantas foram amostradas ao acaso dentro da parcela, avaliando-se as seguintes características: altura de plantas e peso seco da folha (bainha + limbo), colmo, internódio, pendão e espiga. Atenção especial foi dispensada ao internódio localizado logo abaixo da espiga, onde foi analisado o teor de açúcares solúveis (Jones, Gengenbach e Cardwell 1981). No final do ciclo, foram também avaliados: porcentagem de quebramento, altura de inserção da espiga, índice de espigas e peso de grãos, corrigido para 13% de umidade.

Na análise dos dados, optou-se geralmente por trabalhar com as médias das cultivares suscetíveis *versus* a média das cultivares resistentes ao quebramento, uma vez que o problema do quebramento, e não as cultivares, foi o alvo principal da pesquisa. As Figuras 1, 2 e 3 e a Tabela 2 expressam, dentro de cada ano agrícola, as médias dos materiais suscetíveis e resistentes. Os coeficientes de correlação entre as variáveis altura de espiga, porcentagem de quebramento, índice de espiga, porcentagem de açúcares solúveis e produção de grãos foram determinados, utilizando-se as médias de todas as cultivares nos seis anos do ensaio (Tabela 3). As relações peso de espiga/internódio e açúcares solúveis no internódio, foram estudadas durante o período de enchimento de grãos, através da utilização de módulos de regressão linear e quadrática (Figuras 1 e 2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após uma análise prévia, fez-se uma seleção daquelas variáveis mais relevantes para discussão do fenômeno do quebramento do colmo.

O padrão de acumulação de matéria seca no internódio e na espiga pode indicar a força do dreno da planta de milho. Um dreno forte deve carrear significativa quantidade de fotoassimilados do colmo para a espiga, sobretudo no final do período de enchimento de grãos, quando a demanda por fotoassimilados é alta, tornando o colmo suscetível ao quebramento (Tollenaar e Daynard 1978b). Partindo dessa afirmativa, a relação peso de espiga/peso de internódio (Pe/Pi) pode indicar o comportamento de determinadas cultivares no que se refere à força do dreno durante o período de enchimento de grãos. No presente trabalho, nos seis anos, tanto para o grupo de cultivares resistentes, quanto para

as cultivares suscetíveis, esta relação (Pe/Pi) foi linear e rescente (Figura 1). O teste t mostrou diferenças significativas para os coeficientes de regressão (b) apenas nos anos 1 e 3. Nesses anos, a relação espiga/internódio das cultivares suscetíveis, foi superior à das resistentes, sobretudo a partir de 40 dias após a floração. Nos demais anos, a relação se manteve semelhante para ambos os grupos de cultivares, o que resultou em curvas com paralelismo acentuado quanto à acumulação de matéria seca. No ano 5, houve, inclusive, uma inversão, quando a relação Pe/Pi das cultivares resistentes foi maior do que a das suscetíveis. Não foram detectadas diferenças significativas entre as relações peso de espiga/internódio dos dois grupos de cultivares, até o final do período de enchimento de grãos, nos anos 2, 4, 5 e 6. Desse modo, os argumentos apresentados por Duvick (1974) e Magalhães, Magnavaca e Oliveira (1991), de que materiais suscetíveis teriam que ter necessariamente uma relação espiga/internódio maior que a dos resistentes, não foram satisfeitos. Segundo Magalhães (1995), trabalhando com cultivares tropicais, há anos em que pode ocorrer um alto índice de quebramento, assim como em outros anos esse índice será bem menor, mesmo nas cultivares suscetíveis. Os índices de quebramento variam com o tempo e, de acordo com Tollenaar (1977), nesse caso há de se considerar que a relação fonte/dreno é bastante influenciada pelo ambiente.

Os teores de açúcares solúveis totais presentes no internódio são mostrados na Figura 2. Nota-se que, em todos os anos de condução do ensaio, não houve um padrão distinto entre materiais suscetíveis e resistentes. Os teores de açúcares solúveis foram bem próximos nos dois grupos.

Era de se esperar que, nas cultivares suscetíveis, os teores de açúcares solúveis próximo à maturidade fisiológica fossem mais baixos, o que concorreria, inclusive, para um maior quebramento do colmo (Lucas 1981, Magalhães, Magnavaca e Oliveira 1991). O fato desses resultados contrastarem com a literatura, pode estar ligado à possibilidade de que determinadas cultivares podem possuir uma reserva inicial, pós-florescimento, de fotoassimilados diferentes entre si. Assim, a quantidade particionada para a espiga pode ser distinta; porém, desde que a reserva de carboidratos não seja a mesma, o desempenho desses materiais poderia se igualar no final do ciclo. Magalhães e Jones (1990a), trabalhando com cultivares de milho temperadas do Norte dos Estados

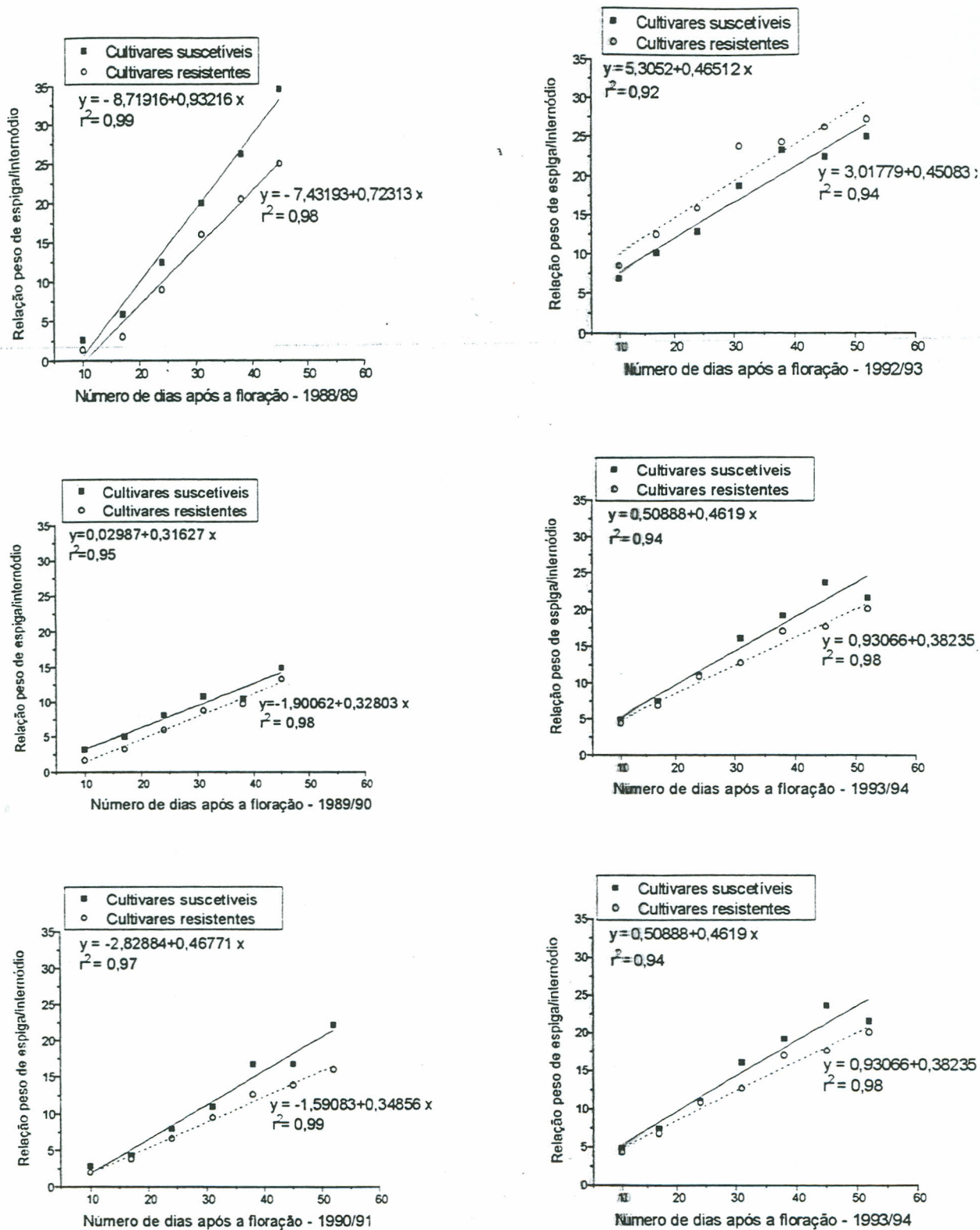


FIGURA 1 - Relação peso seco de espiga/peso seco de internódio, em cultivares suscetíveis e resistentes ao quebramento, durante o período de enchimento de grãos.

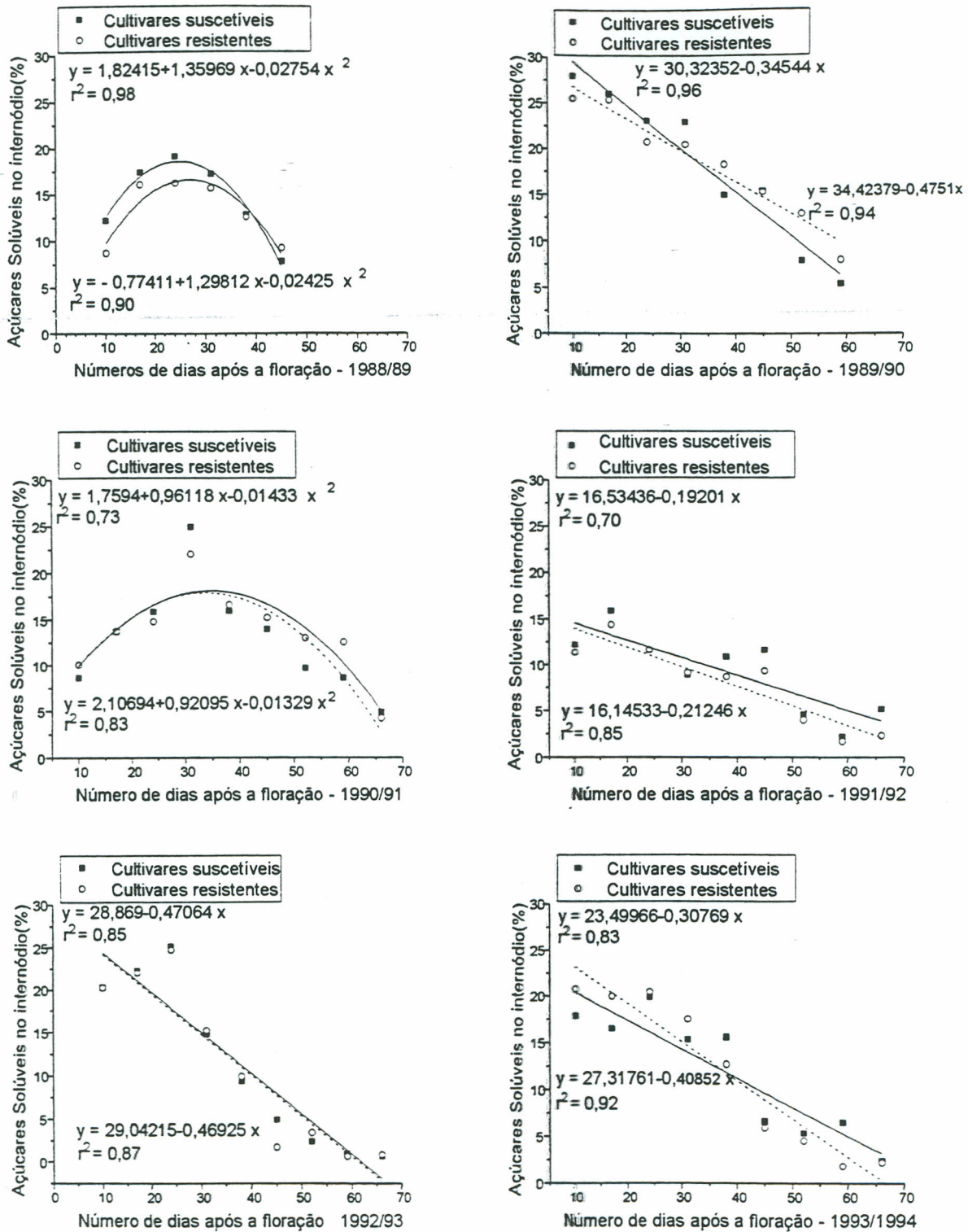


FIGURA 2 - Porcentagem de açúcares solúveis totais no internódio, em cultivares suscetíveis e resistentes ao quebraamento, durante o período de enchimento de grãos.

demanda de carboidratos pelos grãos ter sido satisfeita. Isso não ocorreu no presente estudo, uma vez que as cultivares utilizadas são tropicais, as quais possuem um outro padrão de particionamento.

Na Figura 3 se encontra o rendimento de grãos e a relação espiga/internódio no ponto de maturidade fisiológica do grão. A divisória dos quadrantes foi calculada com base nas médias de produção de grãos e da relação espiga/internódio. A hipótese de que uma maior relação espiga/internódio resultaria em maior produção de grãos, novamente não se confirma. No primeiro quadrante (I), estão as cultivares com baixa relação espiga/internódio e com alta produção, onde se enquadraram as cultivares suscetíveis dos anos 3 e 6 e as resistentes do ano 3. No quadrante com alta produção e alta relação (II), estão as cultivares resistentes dos anos 4 e 5 e as suscetíveis do ano agrícola 4. Abaixo das médias de produção e da relação espiga/internódio (IV), notam-se os materiais resistentes dos anos 2 e 6 e os suscetíveis do ano 2. Finalmente, as cultivares suscetíveis dos anos 1 e 5, e as resistentes do ano 1, estão no quadrante de baixa produção e alta relação (III). Observa-se que houve uma distribuição equitativa em cada quadrante. Os resultados referentes às cultivares suscetíveis estiveram abaixo da produção média de grãos, em três anos, e acima da média, nos outros três anos. A mesma distribuição ocorreu para as cultivares resistentes.

Na Tabela 2, encontram-se os resultados das variáveis avaliadas na colheita dos ensaios. Com relação à altura de inserção de espiga, esta foi semelhante em alguns anos agrícolas, porém diferente em outros, sendo, nesse caso, maior nas cultivares suscetíveis. O índice de espiga, com exceção do ano de 1995, não diferiu estatisticamente entre os dois grupos. O quebramento do colmo foi sempre maior nos materiais suscetíveis, com exceção do ano 6. Observa-se que a porcentagem de plantas quebradas diferiu substancialmente, dependendo do ano agrícola. Como já foi ressaltado, o meio ambiente é um fator importante a ser considerado (Tollenaar 1977, Magalhães, Magnavaca e Oliveira 1991). No entanto, fatores bióticos ou abióticos também podem colaborar para um maior ou menor índice de quebramento do colmo. Por exemplo, a possibilidade do ataque da broca do colmo, *Diatraea saccharalis* (Magalhães et al. 1994) e da podridão do colmo (Dodd 1980) não pode ser ignorada. Além disso, a presença de ventos fortes, temperatura e insolação adequadas para altas taxas de crescimento são também fatores importantes para a ocorrência do quebramento. A produção de grãos

(Tabela 2) nos quatro primeiros anos foi semelhante, ao passo que no ano 5, as cultivares resistentes superaram as suscetíveis e, no ano 6, ocorreu o inverso.

O rendimento de grãos de milho não é explicado exclusivamente pelo quebramento do colmo, depende direta ou indiretamente da fonte de fotoassimilados disponíveis, sobretudo durante o enchimento de grãos e da capacidade da espiga (dreno) em utilizar fotoassimilados (Magalhães e Jones 1990a, 1990b).

A matriz de correlação fenotípica entre as características de planta e espigas, acrescida do teor de açúcares solúveis no internódio no ponto de maturidade fisiológica, encontra-se na Tabela 3. Nota-se que houve significância para quatro coeficientes de correlações, sendo três negativos; porém, nenhum deles foi considerado útil para explicar o quebramento do colmo.

Finalmente, na Figura 4, estão representados os pontos relativos ao rendimento de grãos em função da porcentagem de quebramento. A exemplo da Figura 3, procurou-se enquadrar as cultivares resistentes e suscetíveis ao quebramento, de acordo com suas respectivas produções de grãos. A diferença aqui, é que todas as cultivares, individualmente, foram consideradas em cada ano agrícola. Observa-se, uma vez mais, a confirmação de que a relação fonte/dreno é fortemente influenciada pelo meio ambiente (Magalhães, Durães e Piva 1995). Cultivares comerciais presumivelmente tidas como suscetíveis ou resistentes, podem ou não se comportar como tal, dependendo do ano agrícola. Exemplo típico ocorreu com as cultivares CMS 351, CMS 352 e CMS 353, utilizados em dois anos agrícolas (1988/89 e 1989/90). No primeiro ano, a produção de grãos do CMS 353 foi acima da média, enquanto que a do CMS 351 e CMS 352 foi abaixo da média; porém, todos eles quebraram abaixo da média. No ano seguinte, essas três cultivares produziram abaixo da média e apresentaram índice de quebramento acima da média. O BR 201 M foi outro que, utilizado em três anos agrícolas, apresentou um desempenho diferente em cada ano. Outro fato interessante que se nota pela Figura 4, é que nem sempre os materiais mais produtivos foram os que mais quebraram. É provável que a razão para tais resultados seja explicada por Tollenaar 1977: "a capacidade reprodutiva do dreno limita a produção de grãos, ou seja, drenos fortes induzem a altas produtividades". Ressalta-se, no entanto, que isso é verdade para ambientes de clima temperado. Nos tropicais, a partição de fotoassimilados do colmo para a espiga segue um padrão diferente, pois as condições ecofisiológicas verificadas em ambientes tropicais são distintas daquelas verificadas nas regiões de clima temperado (Yamaguchi 1974, Schoper, Johnson e Lambert 1982, Magalhães 1995).

TABELA 2 - Médias de cultivares suscetíveis (S) e resistentes (R) ao quebramento, em diferentes anos agrícolas, para altura de inserção de espiga, índice de espiga, porcentagem de quebramento e produção de grãos. Sete Lagoas, MG, 1996.

ANO AGRÍCOLA	ALTURA DE ESPIGA (M)		ÍNDICE DE ESPIGA		QUEBRAMENTO (%)		PRODUÇÃO GRÃOS (KG/HA)	
	S	R	S	R	S	R	S	R
1988/89 - (1)	1,17a ¹	1,33a	1,09a	1,04a	3,60 ^a	0,22b	5321 a	5740a
1989/90 - (2)	0,96a	1,04a	0,94a	0,93a	62,77a	25,12b	3498a	3828a
1990/91 - (3)	1,64a	1,41b	0,89a	0,90a	37,31a	6,00b	7262a	7406a
1991/92 - (4)	1,46a	1,44a	1,04a	0,99a	44,90a	12,66b	6601a	6856a
1992/93 - (5)	1,52a	1,28b	1,20a	1,04b	58,57a	18,80b	5405b	7010a
1993/94 - (6)	1,49a	1,28b	0,98a	0,96a	8,94 ^a	8,10a	6374a	4833b

¹ Médias seguidas pela mesma letra, na linha, para cada característica e ano agrícola, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

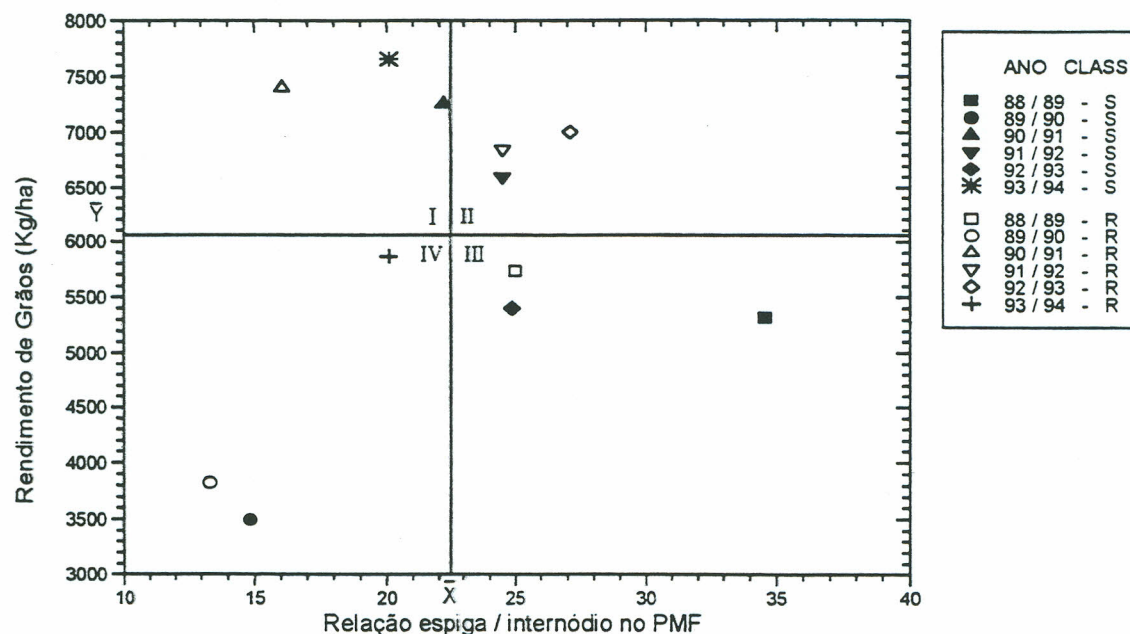


FIGURA 3 - Rendimento de grãos e relação peso seco de espiga/peso seco de internódio no ponto de maturidade fisiológica do grão (PMF). Dados representam médias das cultivares suscetíveis e resistentes ao quebramento do colmo nos diversos anos agrícolas.

TABELA 3 - Correlação fenotípica para cinco características de planta e espiga. Dados representam médias de todas as cultivares (suscetíveis e resistentes ao quebramento) nos seis anos de condução dos ensaios. Sete Lagoas, MG, 1996.

	ALTURA DE ESPIGA	QUEBRAMENTO (%)	ÍNDICE DE ESPIGA	A. SOLÚVEIS INTERNÓDIO (%)	PRODUÇÃO DE GRÃOS
Altura de espiga	-	-0,334*	0,156	-0,406*	0,783*
Quebramento (%)		-	-0,059	-0,066	-0,427*
Índice de espiga			-	-0,048	0,261
Açúcares Solúveis no internódio (%)				-	0,261
Produção de grãos					-

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste t.

Os dados obtidos no presente trabalho mostram que cultivares de milho tropical variam quanto ao padrão de acumulação e particionamento de fotoassimilados e sugerem que, em áreas tropicais, apresentam bloqueio de partição para grãos como estratégia de sobrevivência às adversidades do ambiente.

CONCLUSÕES

- a) Quebramento do colmo em milho é altamente influenciado pelo ambiente.
- b) Cultivares comerciais presumivelmente tidas como suscetíveis ao quebramento, nem sempre são as mais produtivas em relação às resistentes.
- c) A drenagem excessiva de fotoassimilados do colmo para a espiga não pode ser considerada como fator único ou principal para explicar o quebramento do colmo.
- d) Fatores abióticos e bióticos devem ser levados em consideração numa avaliação de quebra-

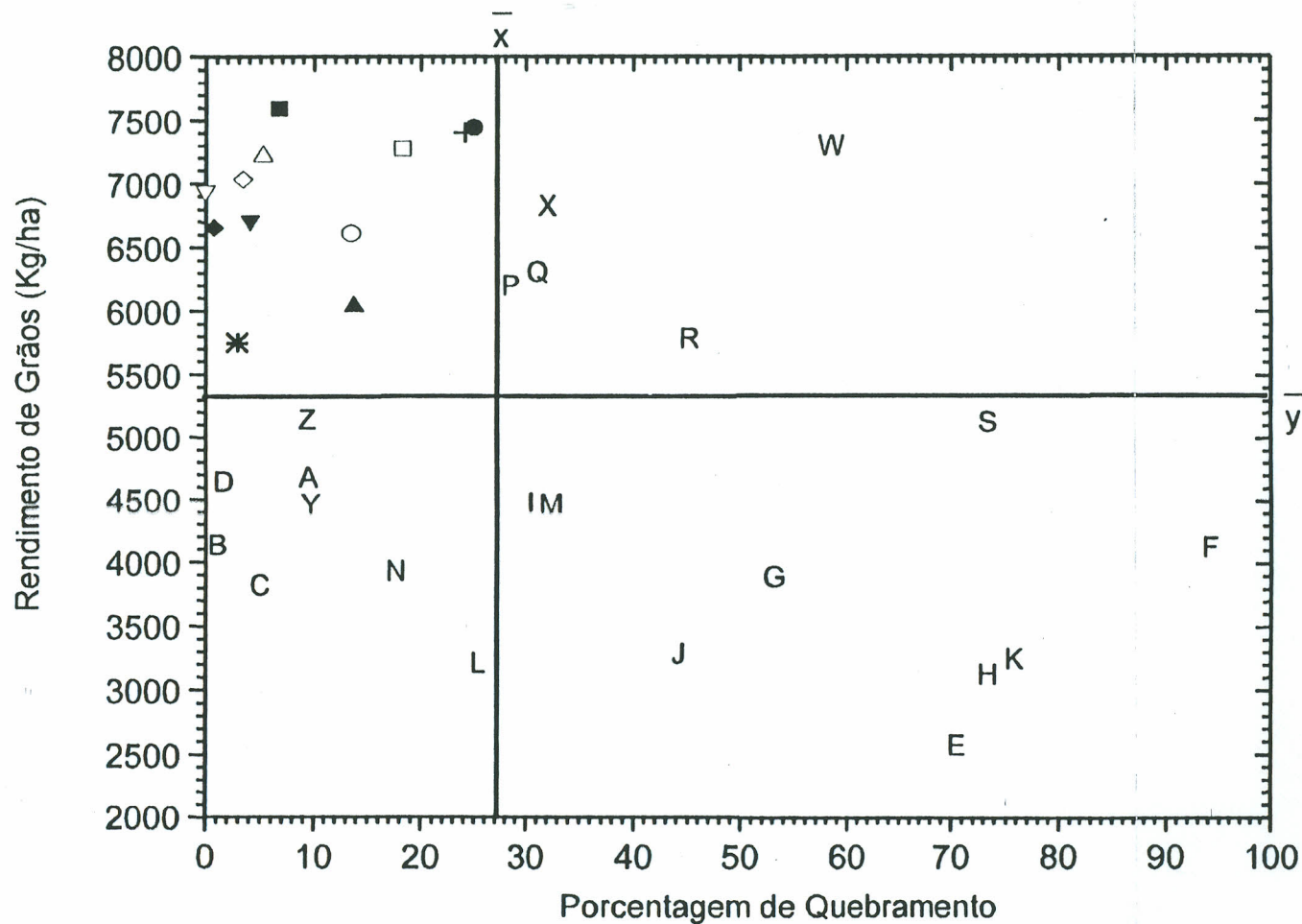
mento do colmo em plantas de milho.

AGRADECIMENTOS

A José Eduardo Filho, assistente de pesquisa do CNPMS, pela colaboração na coleta dos dados e a Wilson Paiva Ferreira, engenheiro agrônomo, bolsista da Embrapa Milho e Sorgo, pela ajuda na confecção das figuras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADELANA, B. O.; MILBOURN, G. M. The growth of maize. II. Dry matter partition of three maize hybrids. *Journal Agricultural Science, Cambridge*, v. 78, n. 1, p. 73-78, Feb. 1972.
- ALLISON, J.C.S.; WATSON, D.J. The production and distribution of dry matter maize after flowering. *Annals of Botany*, London, v. 30, p. 365-381, 1966.



Ano	Cult/Class.
A	1 CMS 351 - S
B	1 CMS 352 - S
*	1 CMS 353 - S
C	1 CMS 354 - S
◆	1 BR 201M - S
D	1 AGROMEN 2012 - S
◇	1 CONTIMAX 133 - R
▽	1 DINA 46 - R
E	2 CMS 351 - S
F	2 CMS 352 - S
G	2 CMS 353 - S
H	2 CMS 354 - S
I	2 BR 201M - S
J	2 AGROMEN 2012 - S
K	2 AG 104 - S
L	2 COTIMAX 133 - R
M	2 DINA 46 - R
N	2 AG 106 - R
□	3 GO 1063 - S
W	3 CMS 203 - S
△	3 C 525 - R
■	3 G 85 - R
●	4 GO 1063 - S
X	4 CMS 203 - S
P	4 AG 510 - R
Q	4 AG 513 - R
R	5 UNB - S
S	5 BR 201M - S
○	5 G 600 - R
+	5 C 505 - R
▲	6 PL 400 - S
▼	6 PL 410 - S
Y	6 G 85 - R
Z	6 G 550 - R

FIGURA 4 - Rendimento de grãos e quebramento de colmo. Dados representam médias de quatro repetições de todas as cultivares utilizados nos seis anos de experimentação.

- DUNCAN, W.G.; HATFIELD, A.L.; RAGLAND, J.L. The growth and yield of corn. II. Daily growth of corn kernels. *Agronomy Journal*, Madison, v.57, n. 2, p. 221-223, Mar/Apr. 1965.
- DUVICK, D.N. Continuous backcrossing to transfer prolificacy to a single-eared inbred line of maize. *Crop Science*, Madison, v. 14, n. 1, p. 69-71, Jan/Feb. 1974.
- FRANCIS, C.A.; TEMPLE, S.R.; FLOR, C.A.; GROGAN, C.L. Effects of competition on yield and dry matter distribution in maize. *Field Crop Research*, Netherlands, v. 1, p. 51-63, 1978.
- JONES, R. J.; GENGENBACH, B.G.; CARDWELL, V. B. Temperature effects on *in vitro* kernel development of maize. *Crop Science*, Madison, v. 21, n. 5, p. 761-766, Sept/Oct. 1981.
- JONES, R.J.; SIMMONS, S.R. Effects of altered source sink relation on growth of maize kernels. *Crop Science*, Madison, v. 23, n. 1, p. 129-134. Jan/Feb. 1983.
- LUCAS, E.O. Remobilization of stem assimilates in maize varieties grown under tropical conditions. *Maydica*, Bergamo, v. 26, n. 4, p. 287-292, 1981.
- MacKINNON, J.C. Energy allocation during growth of six maize hybrids in Nova Scotia. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v. 59, p. 667-677, 1979.
- MAGALHÃES, P.C.; JONES, R. Aumento de fotoassimilados sobre os teores de carboidratos e nitrogênio em milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 25, n. 12, p. 1755-1761, 1990a.
- MAGALHÃES P.C.; JONES, R. Aumento de fotoassimilados na taxa de crescimento e peso final dos grãos de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 25, n. 12, 1747-1754, 1990b.
- MAGALHÃES P.C.; MAGNAVACA, R.; OLIVEIRA, A. C. de. *Quebramento do colmo em milho*. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1991. 4 p. (EMBRAPA-CNPMS. Pesquisa em Andamento, 7).
- MAGALHÃES P.C.; DURÃES, F.O.M.; CRUZ, I. MAGNAVACA, R. Quebramento do colmo em milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20, Goiânia, 1994. *Anais...* ABMS, 1994. p. 192.
- MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; PAIVA, E. *Fisiologia da planta de milho*. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1995. 27 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 20).
- MAGALHÃES, A.C.N. Plantas sob condições de estresse: com destaque para o milho. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ESTRESSE AMBIENTAL, 1, Belo Horizonte, 1992. *Anais...* Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 1995. p. 195-221.
- RESENDE, M.; FRANÇA, G.E.; ALBUQUERQUE, P.E.P.; ALVES, V.M.C. O momento de irrigar a cultura do milho de inverno na Região Sudeste. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19, Porto Alegre. 1992. *Anais...* Porto Alegre: ABMS, 1992. p. 144.
- SCHOPER, J.B.; JOHNSON, R.R.; LAMBERT, R.J. Maize yield response to increased assimilate supply. *Crop Science*, Madison, v. 22, n.6, p. 1184-1189, Nov/Dec. 1982.
- TOLLENAAR, M. Sink source relationships during reproductive development in maize. *A Review*.
- TOLLENAAR, M.; DAYNARD, T. B. Effect of defoliation on Kernel development in maize. *Canadian Journal Plant Science*, Ottawa, v.58, p. 207-212, 1978b.
- TOLLENAAR, M.; DAYNARD, T.B. Relationship between assimilate source and reproductive sink in maize grown in a short season environment. *Agronomy Journal*, Madison, v. 70, n. 2, p. 219-223, Mar/Apr. 1978d.
- YAMAGUCHI, J. Varietal traits limiting the grain of tropical maize. IV. Plant Traits and productivity of tropical varieties. *Soil Science and Plant nutrition*, Tokyo, v. 20, p. 287-304, 1974.