CARLOS ANTÔNIO TEODORO PEREIRA

COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE SORGO SACARINO | *Sorghum bicolor* (L.) Moench | EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E DENSIDADES

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do grau de "Mestre".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS
1 9 8 6

COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE SORGO SACARINO *Sorghum bicolor* (L.) Moench| EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E DENSIDADES

APROVADA:

PROF. LUIZ ANTÔNIO DE BASTOS ANDRADE
Orientador

PROF. MAGNO ANTONIO PATTO RAMALHO

PROF. AILTO ANTÔNIO CASAGRANDE
FCAVJ/UNESP

Aos meus pais

com gratidão

pelo apoio que recebi

DEDICO

AGRADECIMENTOS

O autor expressa, seus agradecimentos:

À Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudos durante a realização do curso.

Ao Departamento de Ciência dos Alimentos da ESAL-EPAMIG pela realização das análises químicas.

Ao professor Luiz Antônio de Bastos Andrade pela orientação e dedicação na realização deste trabalho.

Ao professor Magno Antonio Patto Ramalho pela contribuição científica e disponibilidade.

Ao professor Ailto Antônio Casagrande pelas valiosas sugestões científicas.

In memoriam a Renato Antônio Borgonovi.

Aos colegas de curso, pela amizade encontrada.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

CARLOS ANTÔNIO TEODORO PEREIRA, filho de Antônio Francisco Pereira e Teresinha Alves Pereira, nasceu em Perdões, Estado de Minas Gerais, aos 29 dias do mês de setembro de 1960.

Realizou os estudos de segundo grau na Escola da Comunidade Dulce de Oliveira e Escola Estadual João Mello Gomide em Perdões - MG.

Em 1980, ingressou na Escola Superior de Agricultura de Lavras, graduando-se Engenheiro Agrônomo em 1983.

Iniciou o curso de pós-graduação a nível de Mestado, na Escola Superior de Agricultura de Lavras em 1984, na área de Agronomia, concentração Fitotecnia.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE QUADROS

QUADRO Página

QUADRO Página

LISTA DE FIGURAS

FIGURA Página

FIGURA Página

1. INTRODUÇÃO

A criação do Programa Nacional do Álcool no Brasil trouxe, como consequência, um estímulo à pesquisa e ao debate acerca de matérias-primas que podem ser empregadas. Além da cana-de-açúcar, já tradicionalmente utilizada na produção de álcool, o sorgo sacarino tem sido colocado como uma promissora matéria-prima alternativa e complementar a cana, principalmente em microdestilarias.

A utilização do sorgo sacarino além de possibilitar a ampliação do período de safra, assegurando a maximização no uso de fatores e recursos disponíveis, oferece ainda vantagens como: menor risco de vulnerabilidade genética no programa de produção de álcool, face a utilização racional de duas espécies; possibilidade de aproveitamento dos grãos como fonte de energia ou alimento, conciliando a produção energética com a produção de alimentos e possibilidade de localização de um sistema bio-energético em regiões que não são tradicionalmente produtoras de cana-de-açúcar, BORGONOVI et alii (2).

Os resultados obtidos durante alguns anos de pesquisa em diferentes regiões, tem confirmado o potencial desta cultura

para a produção de álcool e, já se dispõe hoje de alguma tecnologia, embora muitos aspéctos ainda precisam ser melhor pesquisados.

Dentro deste enfoque, o espaçamento e a densidade de plantas por ocasião da instalação da cultura, são variáveis que devem ser reavaliadas para as condições do Sul do estado de Minas Gerais. A recomendação atual é de que o espaçamento seja de 0,7 m entre linhas e a densidade de 7 a 10 plantas por metro linear de sulco, SILVA (54). Deve ser enfatizado, também, que não se encontrou na literatura trabalhos envolvendo a questão intrínsica de cada cultivar, como por exemplo sua capacidade de perfilhamento, altura e outros atributos que podem afetar diferencialmente características agroindustriais em diferentes espaçamentos e densidades de plantio.

Recentemente, os programas de melhoramento de sorgo sacarino existentes no Brasil, estão lançando algumas cultivares, as quais, apresentem características bem distintas, entre elas, o perfilhamento, altura e diâmetro do colmo. Ainda não foi realizado nenhum trabalho procurando verificar se a indicação destas cultivares, deve ser acompanhada de recomendações especiais com relação ao espaçamento e densidade.

Face às considerações apresentadas, é objetivo do presente trabalho estudar a influência de diferentes espaçamentos e densidades de plantas nas características agroindustriais de três

cultivares de sorgo sacarino, com diferentes capacidades de perfilhamento, que estão sendo recomendadas pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Generalidades

O sorgo é uma gramínea provavelmente originária da África e parte da Ásia. É uma cultura bastante antiga, mas, somente a partir do fim do século passado é que teve um grande desenvolvimento em muitas regiões do mundo. No Brasil, apesar de sua introdução no início do século, somente em anos recentes ela se desenvolveu, GARCIA et alii (17).

Nos Estados Unidos, o sorgo sacarino tem sido cultivado com a finalidade principal de produção de xarope, COWLEY & SMITH (12) e SMITH & REEVES JR (47). Entretanto, pode também ser utilizado na produção de álcool a partir de seus açúcares diretamente fermentescíveis.

No Brasil os trabalhos de pesquisa com sorgo sacarino, visando a produção de álcool, tiveram impulso com a criação do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), em Sete Lagoas, M.G., em 1975.

Com a crise energética, a partir de 1973, ocorreu o aumento brusco no preço do petróleo. Esta política despertou a aten

ção dos países envolvidos, entre eles o Brasil, a um reexame dos recursos e necessidades energéticas, procurando estudar a viabilidade do aproveitamento de fontes de energia renováveis em plano nacional, GIACOMINI (18). Além da cana-de-açúcar, já tradicionalmente utilizada para a produção de álcool, o sorgo sacarino tem se mostrado uma promissora matéria-prima alternativa.

A grande possibilidade de sua utilização está na complementação à cana-de-açúcar, aproveitando os equipamentos das destilarias no período de janeiro a março/abril, período de entressafra da cana na região centro-sul do Brasil (1, 14, 30, 44 e 50). Existem, entretanto, outras razões: possibilidade de aproveitamento de áreas no período de renovação dos canaviais, TOKESHI (51); alta eficiência fotossintética, GIACOMINI (18); balanço energético positivo, SILVA et alii (46); pouca exigência às condições edafoclimáticas e rápido ciclo cultural, TEIXEIRA et alii (50).

Por outro lado, o sorgo sacarino não tem ainda sido aproveitado em larga escala, principalmente devido a diversos problemas, tais como: sensibilidade ao fotoperiodismo; fibra com grande poder de reabsorção do caldo após a moagem dos colmos; incidência de doenças; período de utilização industrial curto e período de tempo entre o corte e a moagem curto, não devendo ultrapassar 12 a 18 horas, CESAR & DELGADO (9). CASAGRANDE et alii (8) verificaram para três cultivares de sorgo sacarino, redução mais intensa na fermentação alcóolica somente 48 horas após o corte.

Isto evidencia a necessidade de que sejam desenvolvidas

pesquisas, visando a solução destes problemas. Há ainda todo um caminho a ser percorrido para que seja materializado o pensamento de acoplar o sorgo e a cana-de-açúcar para a produção de álcool em larga escala.

2.2. Cultivares de sorgo sacarino

Um dos fatores de extrema importância no cultivo de sorgo sacarino para produção de álcool é a escolha de cultivares adequadas. Neste sentido, o Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo lançou, em 1982, a cultivar BR-505. Testada durante três anos com a sigla CMSXS-616 em todo o território nacional, destacou-se por sua elevada produtividade de colmos, riqueza em açúcares, período de utilização industrial mais longo e baixo teor de fibras. Comparadas a quinze outras cultivares, apresentou teores de 13,51% de sacarose e 21,60% de sólidos solúveis, EMBRAPA (15).

As cultivares BR-501 e CMSXS-616 (BR-505) tem se destacado pelas suas altas produtividades de colmo, sendo que a cultivar BR-505 tem apresentado ainda maior porcentagem de açúcares redutores totais (ART) no caldo, enquanto que a cultivar BR-501 tem se caracterizado por uma grande produtividade de grãos, três a quatro vezes superior à BR-505, (3, 42 e 43). Em Araras (SP), foram obtidos teores de ART (%) no caldo de 15,4; 14,2 e 14,0 para as cultivares BR-505, BR-501 e CMSXS-623, respectivamente, BORGONOVI et alii (3).

Em nove locais onde foram conduzidos o ensaio nacional de sorgo sacrino, anos 80/81 e 81/82, foi verificada uma altura média de plantas de 299, 289 e 271 cm para as cultivares BR-505, CMSXS-623 e BR-501, respectivamente, BORGONOVI et alii (3).

Dados apresentados por, BORGONOVI et alii (2), mostram ainda a superioridade da BR-505 em relação à BR-501 no tocante a produção de massa verde total (t/ha) e peso de colmos (t/ha). No que diz respeito a produção de panícula (t/ha), uma situação inversa foi verificada.

Em estudo de competição de variedades de sorgo sacarino, verificou-se também uma maior produção de colmos para a cultivar BR-505 (36,1 t/ha), embora não tenha havido diferença signinicativa de produção da cultivar CMSXS-623 (32,1 t/ha), RAUPP et alii (38).

Uma característica industrial importante no sorgo sacarino diz respeito à capacidade de extração de caldo, que está diretamente relacionada com o teor de fibra. O sorgo sacarino mostra um teor de fibra relativamente maior do que a cana-de-açúcar, além de ser de natureza mais esponjosa, mostrando um maior coeficiente de reabsorção de caldo durante a moagem, CESAR & DELGADO (9). Assim, quanto maior o teor de fibra, menor é a extração do caldo, sendo que esta característica é variável de cultivar para cultivar. A cultivar BR-505 apresenta baixo teor de fibra, o que facilita a extração de caldo, EMBRAPA (15). PETIZ et alii (37) confirmaram isto, ao verificarem que ela apresentou maior rendimento na extração do que os cultivares BR-501 e BR-505.

2.3. Espaçamentos e densidades em sorgo

Não são numerosos os trabalhos a respeito do comportamento de cultivares de sorgo sacarino em diferentes espaçamentos e densidades de plantas, sendo que não foi encontrado na literatura, estudos envolvendo estes dois fatores e cultivares com diferentes capacidades de perfilhamento.

Estudo da influência de três espaçamentos (0,5m; 0,7m; 0,9m) e quatro populações de plantas (64.500; 110.500; 148.500 e 178.500 plantas/ha) em duas cultivares de sorgo sacarino |Roma e Brandes (BR-501)|, mostrou, através da análise de regressão, para as duas cultivares, um efeito linear entre população de plantas e o rendimento de colmos, sem que houvesse, entretanto, diferenças significativas entre as duas maiores populações. Foi verificado ainda que, enquanto para a cultivar Brandes houve um aumento significativo no diâmetro de colmos nos dois espaçamentos maiores e nas duas menores populações de plantas, para a cultivar Roma isto não aconteceu. A produção de açúcar total do colmo não foi afetada pelas populações, sendo que com a população de 160.000 plantas/ha a produção foi máxima, MEDEIROS et alii (27).

Em ensaio conduzido no Rio Grande do Sul com duas cultivares de sorgo sacarino (JES-1 e BR-502) e quatro densidades de plantas (5, 7, 9 e 11 plantas/m), verificou-se que a produção de colmos, massa verde, grãos, porcentagem de caldo extratível e porcentagem de fibra das duas cultivares aumentaram numa proporção direta à densidade de plantas. Por outro lado, o brix (sólidos so

lúveis) e a matéria seca dos colmos aumentaram numa proporção inversa às densidades estudadas, CHIELLE (10).

Estudo do efeito de três espaçamentos (0,60; 0,80 e 1,00 m) e da adubação nitrogenada em sorgo sacarino (cultivar Brandes), evidenciou que, enquanto não houve resposta a adubação nitrogenada, nos dois menores espaçamentos foi detectada maior produção de colmos por área, MACHADO et alii (26). Por outro lado, estudando o efeito de níveis de adubação N, P e K e três espaçamentos entre linhas (0,6; 0,8 e 1,0 m), MACHADO et alii (24) verificaram que a produção de colmos foi influênciada somente pela adubação.

Em experimento de sorgo sacarino, cultivar Rio, envolvendo espaçamentos de 0,525 e 1,050m entre fileiras e 1, 2, 3 e 4 plantas separadas, respectivamente, por 15, 30, 45 e 60 cm dentro da fileira, verificou-se que o espaçamento de 52,5 cm entre fileiras proporcionou maiores produções de massa verde, colmos e açúcar por hectare, BROADHEAD & FREEMAN (5).

Experimento realizado por REEVES & SMITH (40), utilizando três cultivares de sorgo sacarino (Mer 71-0, WRAY e NM-1500) e três espaçamentos entre fileiras (0,5; 0,75 e 1,00 m), mostrou que uma maior quantidade de massa verde e colmos foi produzida, a medida que se diminuiu o espaçamento. Entretanto, NICHOLS et alii (33) obtiveram, para a cultivar Wray, uma maior produção de colmos no espaçamemto de 0,9 m e uma população de 124.000 plantas/ha.

Para a cultivar de sorgo sacarino Roma, verificou-se que 70.000 plantas por hectare se constituiu na melhor população

quanto à produção de colmos por área, PERES & AYALA (36).

No que diz respeito ao efeito da densidade de plantas sobre a porcentagem de extração de caldo de sorgo sacarino, BROADHEAD et alii (6) não detectaram diferenças significativas para as cultivares Rex e Hodo.

A variação de espaçamentos e densidades pode afetar outras características da planta. CHIELLE (10) verificou para duas cultivares de sorgo sacarino, que o diâmetro dos colmos aumentou quando a densidade diminuiu de 11 para 5 plantas por metro. Verificou também, que das densidades estudadas (5, 7, 9 e 11 plantas/m), a de 7 plantas/m proporcionou plantas mais altas.

Em sorgo forrageiro, cultivar IPA 7301158, verificou-se que a produção de massa verde por área cresceu linearmente com a mudança de espaçamento de 1,0 m para 0,5 m e de 10 para 20 plantas por metro, LIRA et alii (23).

FARIS et alii (16), estudando em Pernambuco o comportamento da cultivar IPA 1153 (sorgo granífero) em três espaçamentos (0,5; 0,75 e 1,00 m) e três densidades (10, 15 e 20 plantas por metro), verificaram que não houve efeito de densidade na produção de grãos, enquanto que nos dois espaçamentos maiores, a produção foi significativamente superior. No Rio Grande do Sul RAUPP & SILVEIRA (39), em sorgo granífero, verificaram que o espaçamento de 0,75 m e a densidade de 15 plantas por metro foram os que proporcionaram melhores resultados. MUCHOW et alii (31) relatam que populações menores que 267.000 plantas/ha e espaçamentos meno

res que 0,75 m não proporcionaram efeitos significativos na produção de grãos. Dados citados pelo DLFRS mostram também que não houve diferença na produção de grãos de sorgo granífero entre os espaçamentos de 0,750 e 0,375 metros entre fileiras (4). Entretanto, outros pesquisadores (7, 22, 28, 29 e 35) verificaram maiores produções de grãos de sorgo granífero para espaçamentos próximos de 0,50 m entre fileiras.

MACHADO et alii (25), não encontraram efeitos significativos de espaçamento (0,5; 0,7 e 0,9 m) e densidade (10; 20 e 30 plantas/m) na produção de grãos em sorgo granífero. Nos dois maiores espaçamentos houve a produção de colmos mais grossos enquanto que, nas maiores densidades, houve a produção de colmos mais finos. A interação espaçamento x densidade não foi significativa. REIS et alii (41) em Cachoeira Dourada (MG), não encontraram também efeito significativo de 10 e 20 plantas por metro sobre e produção de grãos de sorgo granífero, com espaçamento de 0,70 m entre fileiras. PATIL & JAWALE (34) em experimento envolvendo densidades menores, 7 e 10 plantas por metro, verificaram aumentos significativos na produção de grãos de sorgo granífero quando se aumentou a densidade de 7 para 10 plantas/m.

Em estudo de três populações de sorgo granífero (120; 250 e 400 mil plantas/ha), com e sem irrigação, verificou-se que a produção aumentou com a irrigação, sendo que na presença de irrigação, a maior produção foi obtida com a população de 250.000 plantas/ha e, sem irrigação, com 120.000 plantas/ha, INUYAMA (21).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e solo

O experimento foi instalado no ano agrícola 1984/85, no Campus da ESAL, Lavras, Minas Gerais, em solo classificado como Podzólico Vermelho Amarelo, de média fertilidade, cuja análise química encontra-se no Quadro 1.

A altitude média do Campus da ESAL é de 900 m, situado nas coordenadas geográficas 21°14'S de latitude e 45°00'W de longitude, com clima Cwb de acordo com classificação climática de Köppen. O comprimento médio do dia durante a realização do experimento foi de 12,78 horas. As precipitações, por intervalo de dez dias, ocorridas durante a realização do experimento são apresentadas na Figura 1.

De uma maneira geral as condições climáticas foram satisfatórias às exigências do sorgo sacarino.

3.2. Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram constituídos por três espaçamentos

entre linhas (0,50 m; 0,75 m e 1,00 m), três densidades de plantas por metro (5, 9 e 13) e três cultivares de sorgo sacarino com diferentes capacidades de perfilhamento |BR-501 (maior), BR-505 (menor), CMSXS-623 (intermediária)|.

QUADRO 1 - Resultados das análises químicas de amostras do solo da área experimental* (camada 0-20 cm).

Características	Níveis	Classificação
pH em água	5,4	Acidez média
Alumínio trocável (ME/100 cc)	0,1	Baixo
P assimilável	5,0	Baixo
K trocável	36,0	Médio
Ca + Mg trocáveis (ME/100 cc)	2,1	Médio

* Realizada no Instituto de Química "John Weelock" do Departamento de Ciências dos Solos da ESAL, de acordo com VETTORI (52).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, segundo um esquema de parcela subsividida, com três repetições. Os tratamentos das parcelas foram os três espaçamentos e da subparcela uma combinação das três cultivares nas três densidades.

As subparcelas constaram de linhas com 7 m de comprimento em número de 10, 8 e 5 para os espaçamentos de 0,50 m; 0,75 m e 1,00 m, respectivamente. Foi utilizado como bordadura uma linha

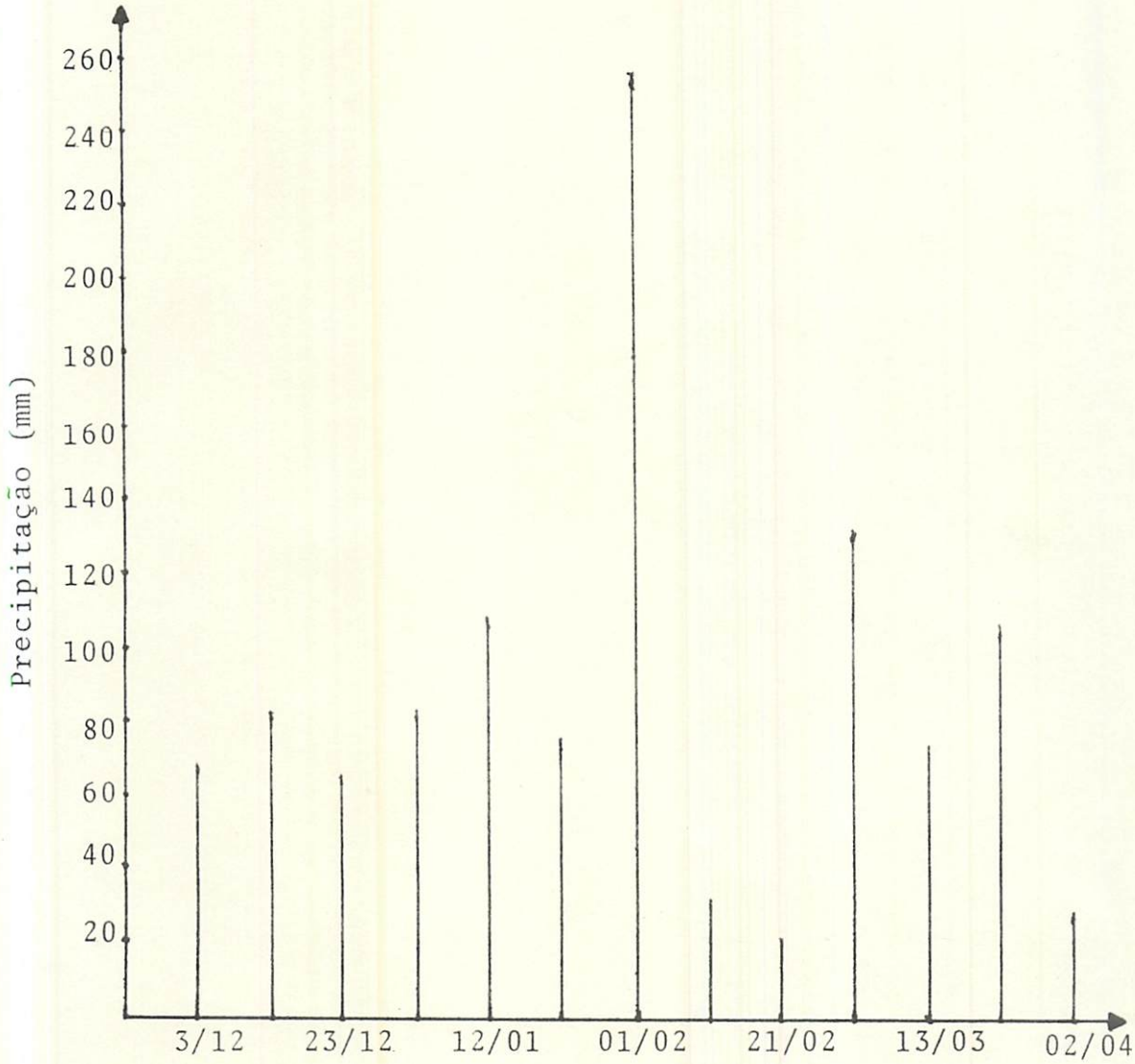

FIGURA 1 - Precipitação pluviométrica (mm), por intervalo de dez dias, no transcorrer do experimento. Dados coletados na estação climatológica principal de Lavras, situada no Campus da ESAL.

em cada lateral no espaçamento de 1,00 m e duas linhas em cada lateral para os espaçamentos de 0,50 m e 0,75 m. Também foi eliminado 1 m em cada extremidade das linhas. Cada subparcela apresentou uma área útil de 15 m^2, uniforme para toda elas.

3.3. Instalação e condução do experimento

O preparo do solo constou de uma aração realizada dois meses antes do plantio; duas gradagens, sendo uma imediatamente após a aração e outra às vésperas da semeadura e um pranchonamento realizado juntamente com a segunda gradagem.

O ensaio foi instalado no dia 29/11/84, sendo a semeadura realizada a uma profundidade média de 4,0 cm. A quantidade de sementes colocada por metro linear foi três vezes maior que o stand inicial desejado. O desbaste foi executado 20 dias após a semeadura, sendo deixadas 5, 9 ou 13 plantas por metro linear, de acordo com a densidade desejada. A adubação de plantio foi a normalmente recomendada para região, na base de 500 kg/ha da fórmula 04-14-08, mais 20 kg/ha de sulfato de zinco aplicados no sulco antes do plantio. Aplicou-se ainda, em cobertura, 37 dias após o plantio, o equivalente a 200 kg/ha de sulfato de amônio. O controle de plantas daninhas foi feito através de duas capinas manuais. Verificou-se um início de ataque de *Elasmopalpus lignosellus* 40 dias após a instalação do experimento; para o controle utilizou-se o produto Carvin 7,5 S, aplicado em pulverização na base das plantas.

A colheita foi realizada com base na maturação de cada cultivar, determinada através de amostras que foram retiradas a partir de dez dias após o florescimento, a intervalos regulares, na bordadura de cada parcela, para avaliação de brix. O período da colheita foi de 01/04 a 07/04/85.

3.4. Dados avaliados

- Altura da planta

Foi avaliada, antes da colheita, a altura média das plantas (m) na área útil da subparcela, tomando-se 20 plantas ao acaso e medindo-as da superfície do solo ao ápice da panícula.

- Índice de perfilhamento

Os dados para esta característica foram obtidos pela relação stand final sobre stand inicial, sendo este último obtido pelo número de plantas que constituiam os tratamentos de cada subparcela. O stand final foi obtido por contagem direta do número de plantas das subparcelas, na época da colheita.

- Diâmetro de colmo (cm)

Por ocasião da colheita foi determinado o diâmetro médio dos colmos, fazendo-se esta determinação na base do primeiro

entre-no de vinte plantas, na área útil da subparcela.

- Sólidos solúveis (%)

Determinado em laboratório por refratometria, conforme normas da AOAC, HORWITZ (20), utilizando-se o refratômetro do tipo ABBÉ.

- Açúcares redutores (%)

Determinado em laboratório pela porcentagem de glicose presente no caldo. Utilizou-se o método de SOMOGYI-NELSON (32).

- Sacarose (%)

A porcentagem de sacarose existente no caldo foi determinada em laboratório pelo método de SOMOGYI-NELSON (32).

- Açúcares totais (%)

Os açúcares totais presentes no caldo foram determinados em laboratório, segundo metodologia proposta por SOMOGYI-NELSON (32).

- Extração de caldo (%)

Foram coletadas 15 plantas ao acaso em cada sub-parcela; após a desfolha e retirada da panícula, procedeu-se a moagem dos colmos. A porcentagem de extração de caldo foi calculada através da seguinte fórmula:

$$\text{Extração (\%)} = \frac{\text{Peso do caldo de 15 colmos}}{\text{Peso de 15 colmos}} \times 100$$

- Litros de álcool por tonelada de colmos (l/t)

Esta característica foi calculada segundo expressão semelhante a utilizada por COUTINHO (11).

$$l/t = 0{,}058275 \times E \times AT$$ onde:

E : Porcentagem de extração de caldo.

AT : Porcentagem de açúcares totais presentes no caldo.

- Produção de panícula (t/ha)

Das 15 plantas retiradas para a determinação da extração de caldo, realizou-se a separação e pesagem das panículas. Estabeleceu-se a relação peso de panícula sobre peso de planta. Os dados para esta característica foram obtidos multiplicando-se esta relação pela produção de massa verde (t/ha).

- Produção de massa verde (t/ha)

Realizou-se a pesagem de toda a massa verde colhida na área útil das subparcelas, cortando-se as plantas a 10 cm da superfície do solo. Posteriormente estes dados foram transformados para t/ha.

- Produção de colmos (t/ha)

Retirou-se uma amostra de 15 plantas completas em cada subparcela e estabeleceu-se a relação peso de colmos sobre peso de plantas. Multiplicando o valor dessa relação pela produção de massa verde (t/ha) obteve-se a produção de colmos em t/ha.

- Produção de caldo (t/ha)

Esta característica foi obtida pela multiplicação da quantidade de litros de álcool produzida por tonelada de colmo pela produção de colmos (t/ha) de cada subparcela.

- Produção de álcool (l/ha)

Esta característica foi obtida pela multiplicação da quantidade de litros de álcool produzido por tonelada de colmo pela produção de colmos (t/ha) de cada subparcela.

3.5. Análise estatística

Os dados foram analisados segundo o esquema de parcelas subdivididas, GOMES (19), sendo que para o teor de sólidos solúveis, açúcares redutores, sacarose, açúcares totais e percentagem de extração de caldo, fez-se a transformação dos dados para arc sen $\sqrt{x/100}$ (graus), STEEL & TORRIE (49). Para a característica índice de perfilhamento fez-se a transformação dos dados para $\sqrt{x}$, SNEDECOR (48). Para o teste de significância foi utilizado o teste de "F", a nível de 5 e 1% de probabilidade. Nos casos de resultados significativos as médias foram comparadas pelo teste Tukey a nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características das plantas

4.1.1. Altura

Os quadrados médios obtidos na análise de variância são apresentados no Quadro 2. Nota-se efeito significativo de espaçamento, densidade e cultivar. As interações não foram significativas.

Observou-se resposta linear ao efeito dos espaçamentos (Figura 2) e densidades (Figura 3). A altura de planta foi acrescida de 0,39 cm para cada cm de aumento no espaçamento. Por outro lado, para cada planta adicionada na densidade entre 5 e 13 plantas/metro, ocorreu uma redução de 1,88 cm na altura das plantas. Resultados semelhantes foram obtidos por CHIELLE (10). Nota-se que o aumento do stand, dentro dos limites estudados, provoca uma redução na altura de plantas. Este fato se deve possivelmente a maior competição em presença de um maior número de plantas por unidade de área, isto porque, evidentemente, diminui o espaço disponível para a obtenção de água, luz e nutrientes de cada planta.

QUADRO 2 - Quadrados médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para as características da planta de sorgo sacarino. Lavras, ESAL, MG. 1984/85.

Causas de variação	GL	Altura da planta (cm)	Índice de perfilhamento	Diâmetro de colmo (cm)
Espaçamentos (A)	2	0,2983**	0,0659**	0,2721**
Blocos	2	0,1403**	0,0188*	0,0193
Erro (A)	4	0,0046	0,0020	0,0058
Densidades (B)	2	0,1538**	0,2438**	0,3893**
A x B	4	0,0097	0,0179**	0,0014
Cultivares (C)	2	1,1520**	0,0659**	0,4843**
A x C	4	0,0091	0,0050*	0,0208**
B x C	4	0,0175	0,0248**	0,0375**
A x B x C	8	0,0111	0,0025	0,0252*
Erro (B)	48	0,0157	0,0019	0,0029
C.V.(%) das parcelas		2,49	4,31	4,77
C.V.(%) das subparcelas		4,61	4,17	3,39

* Nível de significância a 5% de probabilidade.

** Nível de significância a 1% de probabilidade.

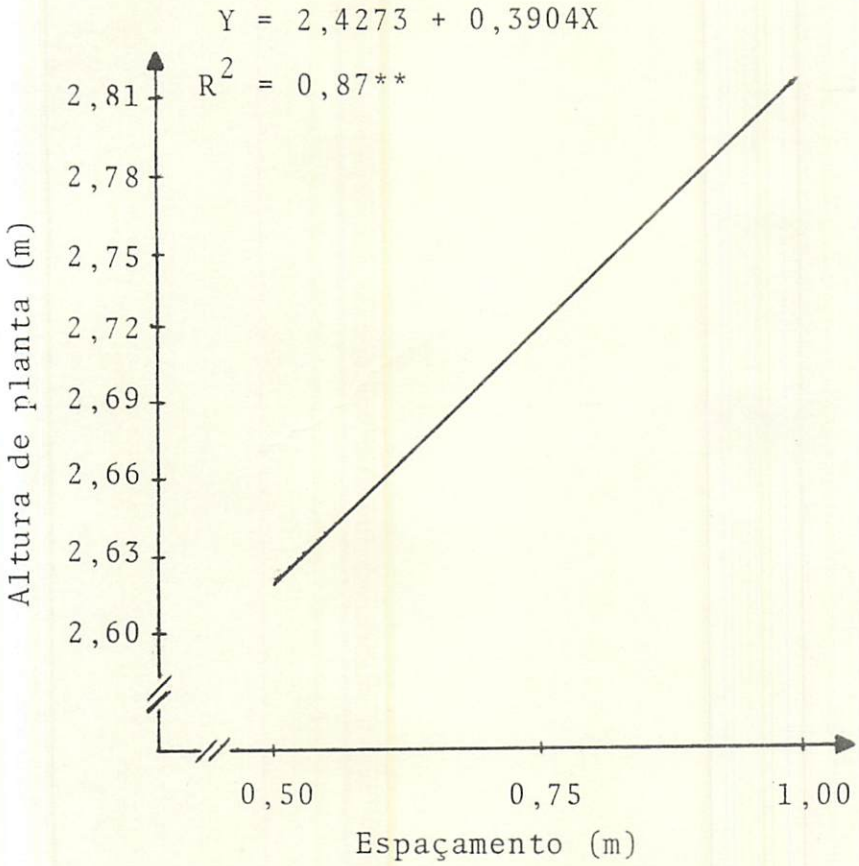

FIGURA 2 - Equação de regressão da altura de planta de sorgo sacarino em função do espaçamento.

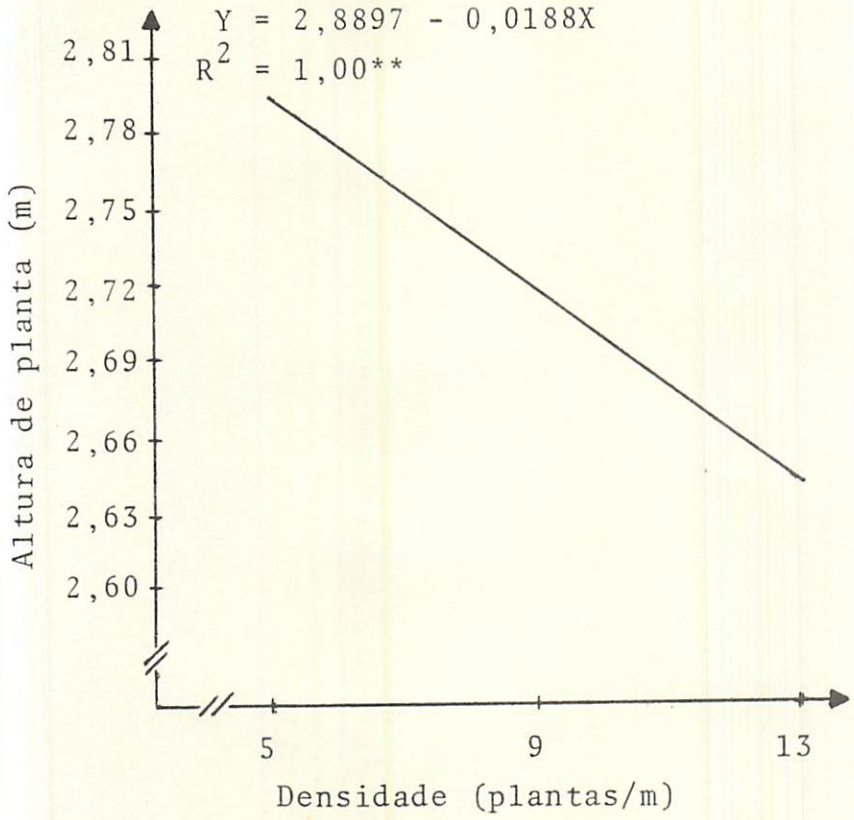

FIGURA 3 - Equação de regressão da altura de planta de sorgo sacarino em função da densidade.

Entre as cultivares, a BR-505 mostrou-se mais alta (2,90 m), a CMSXS-623 intermediária (2,76 m) e a BR-501 a mais baixa (2,50 m), Quadro 3. Estes resultados são semelhantes aqueles demonstrados por BORGONOVI et alii (3).

4.1.2. Índice de perfilhamento

Os quadrados médios obtidos na análise de variância para esta característica são apresentados no Quadro 2. Verifica-se um efeito significativo de espaçamento, densidade, cultivar e para as interações densidade x espaçamento, cultivar x densidade e cultivar x espaçamento.

Entre as cultivares, a BR-501 apresentou o maior índice (1,19) por ocasião da colheita. A CMSXS-623 apresentou-se intermediária com índice de 1,10 e a BR-505 o menor (0,99), Quadro 3. As maiores densidades e menores espaçamentos (Figuras 4 e 5) contribuíram para uma redução no índice, uma vez que, nestas condições, a competição foi tão intensa que contribuiu até mesmo para a morte de plantas e o índice foi menor que 1,0.

Como as interações foram significativas (Quadro 2) realizou-se o seu desdobramento, estando os resultados apresentados no Quadro 4, onde se verifica efeito significativo para todos eles. Constata-se que o índice de perfilhamento apresentou uma resposta linear à variação da densidade nos diferentes espaçamentos estudados e que apesar da interação, o efeito da densidade

foi semelhante nos três espaçamentos; a interação foi devida apenas a intensidade de resposta, sendo o efeito da densidade menos acentuado no espaçamento de 0,50 m (Figura, 4).

QUADRO 3 - Médias obtidas por cultivares para as características altura de planta, índice de perfilhamento e diâmetro de colmo de sorgo sacarino, Lavras, ESAL - MG, 1984/85.

Cultivares	Altura de planta (m)	Índice de perfilhamento	Diâmetro de colmo (cm)
BR-505	2,90a	0,99 c	1,74a
CMSXS-623	2,76 b	1,10 b	1,58 b
BR-501	2,50 c	1,19a	1,47 c

- Em cada coluna, médias acompanhadas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade.

No desdobramento da interação para verificar o efeito dos espaçamentos para cada cultivar constatou-se uma relação linear em todos os casos (Figura 5). Assim como na interação densidade x espaçamento, a interação foi devida apenas a intensidade de resposta. Entre as cultivares, a BR-501 apresentou maior incremento no índice de perfilhamento com o aumento do espaçamento de 0,50 para 1,00 metro, este incremento foi da ordem de 29,1%. Para a CMSXS-623 e BR-505 este aumento foi de 18,3 e 11,1%, respectiva-

QUADRO 4 - Resumo da análise de variância (quadrados médios) no desdobramento das interações: densidades dentro de espaçamento, espaçamentos dentro de cultivar e densidades dentro de cultivar para as características índice de perfilhamento e diâmetro de colmo (cm) de sorgo sacarino. Lavras, ESAL, MG. 1984/85.

Causas de variação	GL	Índice de perfilhamento	GL	Diâmetro de colmo (cm)
Densidades:Espaçamento 0,50m	2	0,0192**	-	-
Densidades:Espaçamento 0,75m	2	0,1438**	-	-
Densidades:Espaçamento 1,00m	2	0,1166**	-	-
Erro (B)	48	0,0019	-	-
Espaçamentos:BR-505	2	0,0067*	2	0,1563**
Espaçamentos:BR-501	2	0,0477**	2	0,0462**
Espaçamentos:CMSXS-623	2	0,0215**	2	0,1110**
Erro ponderado	26	0,0019	15	0,0039
Densidades:BR-505	2	0,0144**	-	-
Densidades:BR-501	2	0,1799**	-	-
Densidades:CMSXS-623	2	0,0991**	-	-
Erro (B)	48	0,0019	-	-

* e ** Níveis de significância a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

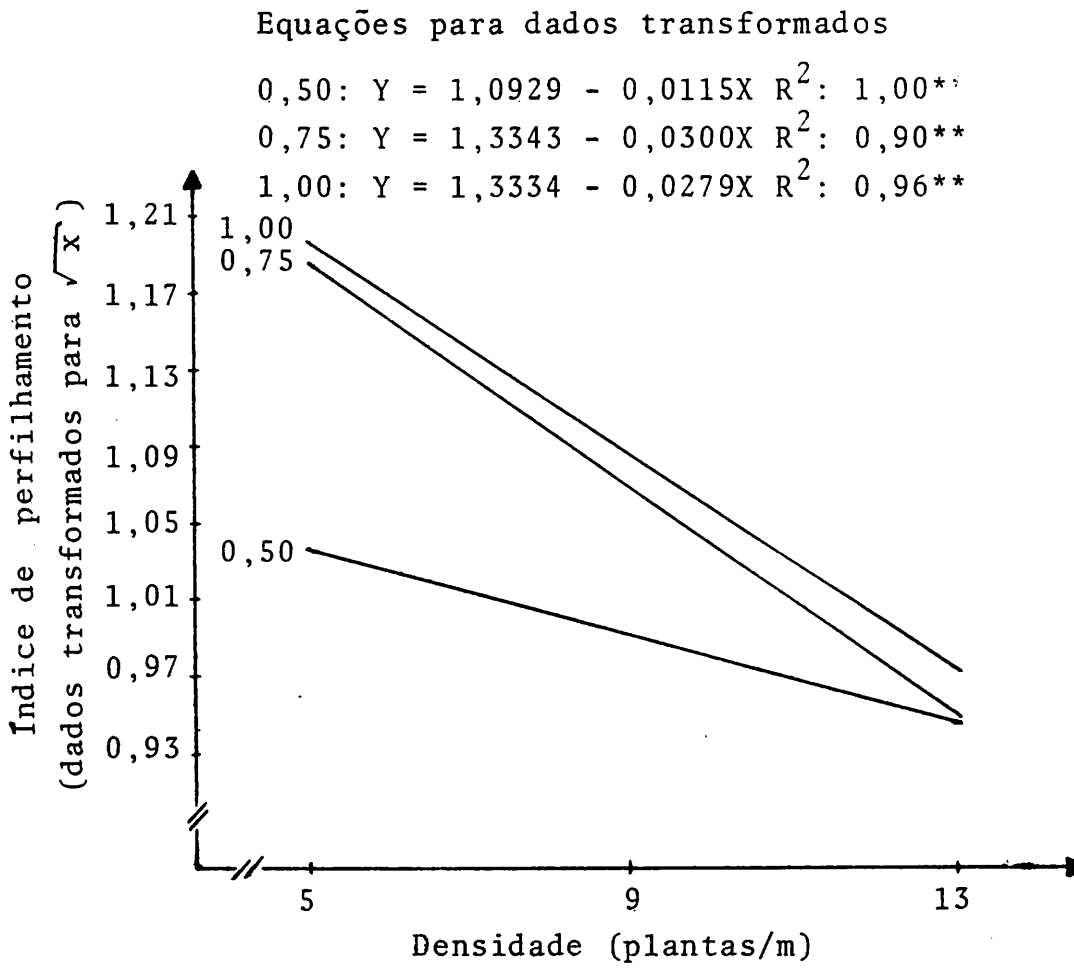

FIGURA 4 - Equação de regressão do índice de perfilhamento de sorgo sacarino em função da densidade em três espaçamentos (0,50; 0,75; 1,00 m entre fileiras).

Equações para dados transformados

BR-505 - $Y = 0,9161 + 0.1047X$ R^2: 0,92**

BR-501 - $Y = 0,8844 + 0,2786X$ R^2: 0,92**

CMSXS-623 - $Y = 0,9153 + 0,1761X$ R^2: 0,82**

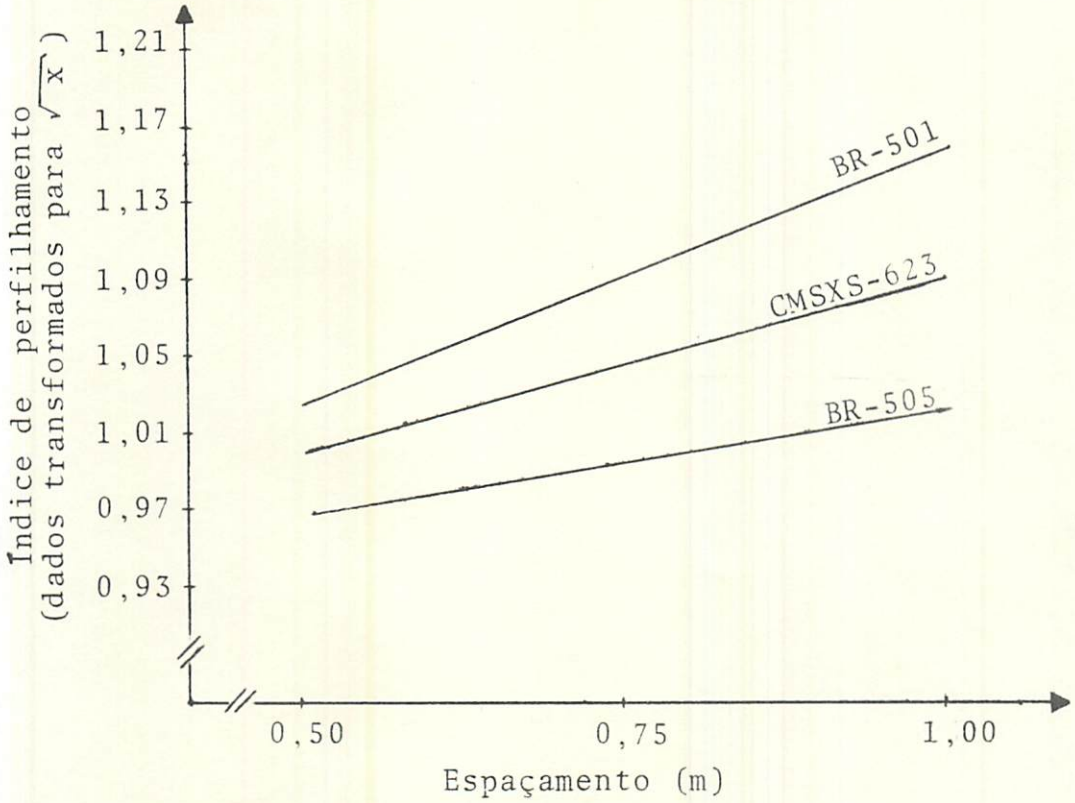

FIGURA 5 - Equação de regressão do índice de perfilhamento de sorgo sacarino em função do espaçamento para três cultivares (BR-505, BR-501 e CMSXS-623).

mente.

Para a interação densidade x cultivares notou-se o mesmo já comentado para os casos anteriores; também aqui a cultivar BR-505 foi a que apresentou menor variação no índice de perfilhamento com a alteração na densidade de plantas. Da mesma forma a BR-501 foi a que mais respondeu a variação na densidade (Figura 6). Estes resultados mostram que a BR-501 apresentou um maior acúmulo de genes para o caráter perfilhamento, e mostram também que a herdabilidade (h^2) para este caráter deve ser baixa, uma vez que ela sofreu grandes alterações quando se modificou o espaçamento e densidade.

4.1.3. Diâmetro do colmo

Ocorreu efeito significativo para todos os fatores estudados e suas interações, exceto para a interação espaçamento x densidade, Quadro 2.

Entre as cultivares, a BR-505 apresentou o maior diâmetro (1,74 cm) e a BR-501 o menor (1,47 cm), Quadro 3.

Como ocorreu interação significativa entre densidade x espaçamento x cultivares, procedeu-se o seu desdobramento, estando os resultados apresentados no Quadro 5. Constata-se que o teste de F só não foi significativo para o efeito das densidades no espaçamento de 0,75 m e 1,00 m com a cultivar BR-501.

Ao contrário do que foi verificado para o índice de per

QUADRO 5 - Resumo da análise de variância (quadrados médios) no desdobramento da interação, densidades dentro de espaçamento e cultivar para a característica diâmetro de colmo (cm) de sorgo sacarino. Lavras, ESAL, MG. 1984/85.

Causas de variação	GL	QM
Densidades:Espaçamento 0,50m:BR-505	2	0,0535**
Densidades:Espaçamento 0,50m:BR-501	2	0,0507**
Densidades:Espaçamento 0,50m:CMSXS-623	2	0,0134*
Densidades:Espaçamento 0,75m:BR-505	2	0,0995**
Densidades:Espaçamento 0,75m:BR-501	2	0,0090
Densidades:Espaçamento 0,75m:CMSXS-623	2	0,0888**
Densidades:Espaçamento 1,00m:BR-505	2	0,1911**
Densidades:Espaçamento 1,00m:BR-501	2	0,0005
Densidades:Espaçamento 1,00m:CMSXS-623	2	0,0614**
Erro (B)	48	0,0029

* e ** Níveis de significância a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Equações para dados transformados

BR-505 - $Y = 1,0844 - 0,0100X$ R^2: 1,00**

BR-501 - $Y = 1,4063 - 0,0348X$ R^2: 0,97**

CMSXS-623 - $Y = 1,2699 - 0,0247X$ R^2: 0,89**

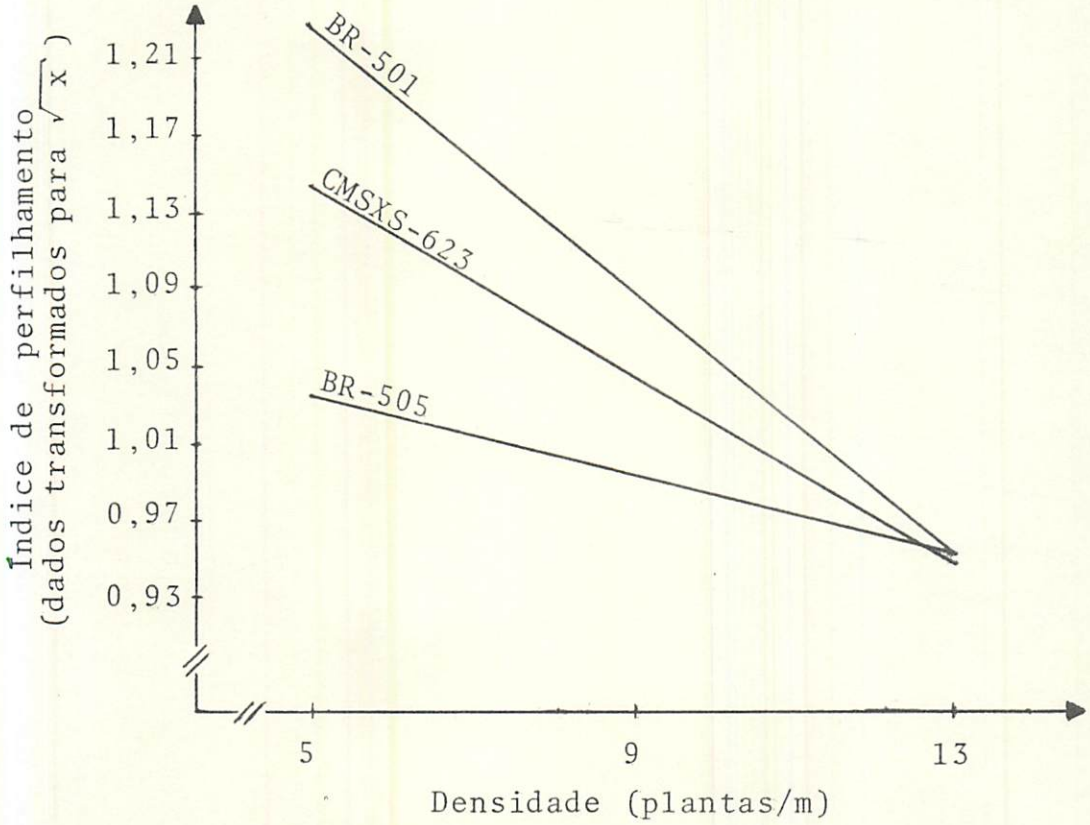

FIGURA 6 - Equação de regressão do índice de perfilhamento de sorgo sacarino em função da densidade para três cultivares (BR-505, BR-501, CMSXS-623).

filhamento, a cultivar BR-505 foi a mais instável, ou seja, apresentou maior redução no diâmetro com o incremento do número de plantas. No espaçamento de 1,00 metro entre fileiras o diâmetro, para esta cultivar, caiu em 0,0625 cm para cada planta adicionada a mais em cada metro linear de linha de plantio, enquanto que para 0,50 m este decréscimo foi de 0,0325 cm (Figura 8). Na literatura são encontrados resultados semelhantes aos apresentados na Figura 7, isto é, redução no diâmetro das plantas com a redução no espaçamento e especialmente com o aumento da densidade, MACHADO et alii (25) e CHIELLE (10).

Não considerando o efeito de espaçamento e densidade, notou-se que a cultivar BR-505 apresentou maior altura e diâmetro, porém menor índice de perfilhamento, ao passo que na cultivar BR-501 ocorreu ao contrário, Quadro 3. Isto evidencia um certo antagonismo entre índice de perfilhamento e a altura e o diâmetro do colmo.

O efeito do espaçamento, não considerando a densidade, foi semelhante para as três cultivares, e houve incremento do diâmetro com o aumento do espaçamento, Figura 7, Este mesmo fato foi constatado para a altura das plantas (Figura 2) e índice de perfilhamento (Figura 5).

No caso da densidade, não considerando o espaçamento e cultivares, constatou-se que o efeito também foi semelhante para a altura, índice de perfilhamento e diâmetro do colmo. Todas estas características reduziram com o incremento no número de plan-

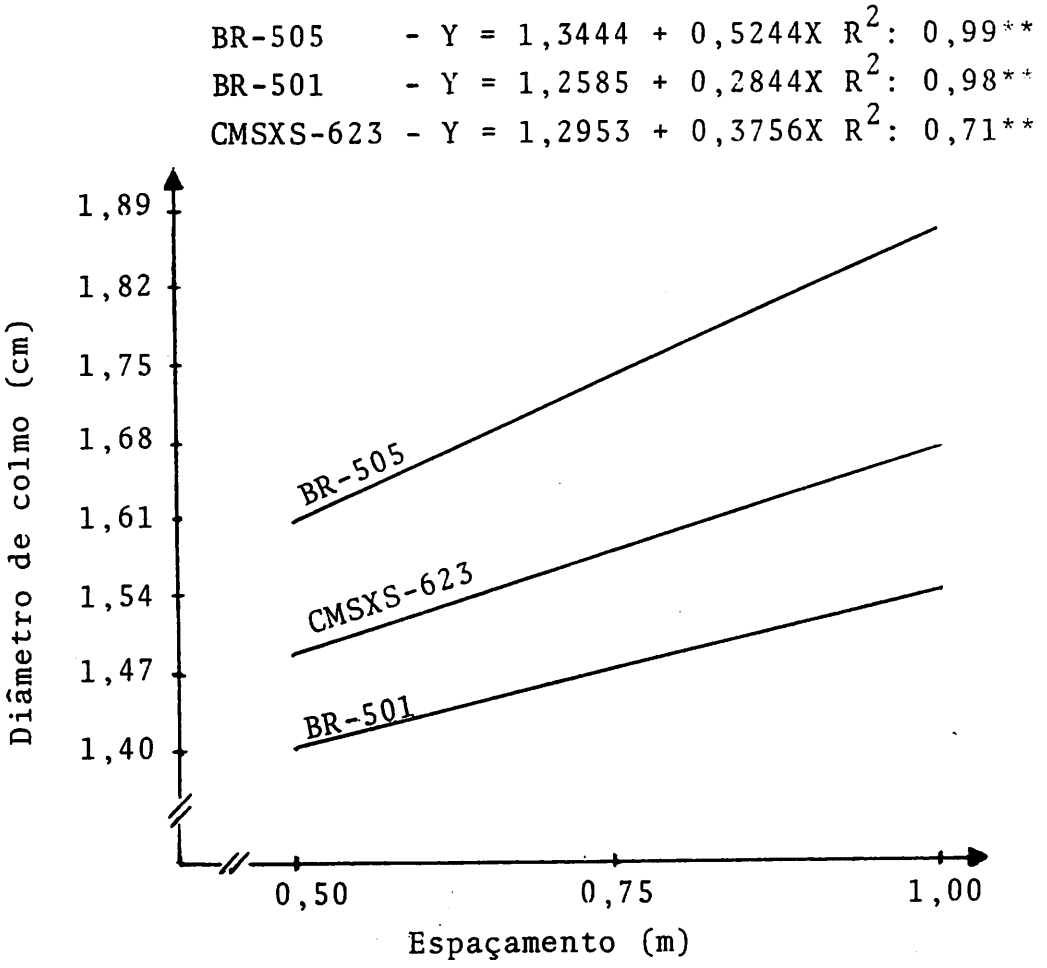

FIGURA 7 - Equação de regressão do diâmetro de colmos de sorgo sacarino em função do espaçamento para três cultivares (BR-505, BR-501 e CMSXS-623).

1,00m BR-505 - Y = 2,4425 - 0,0625X R^2: 0,99**
0,75m BR-505 - Y = 2,1058 - 0,0425X R^2: 0,73**
0,50m BR-505 - Y = 1,9058 - 0,0325X R^2: 0,99**
0,50m BR-501 - Y = 1,6912 - 0,0331X R^2: 0,80**
1,00m CMSXS-623 - Y = 1,9400 - 0,0337X R^2: 0,86**
0,75m CMSXS-623 - Y = 2,033 - 0,0400X R^2: 0,85**

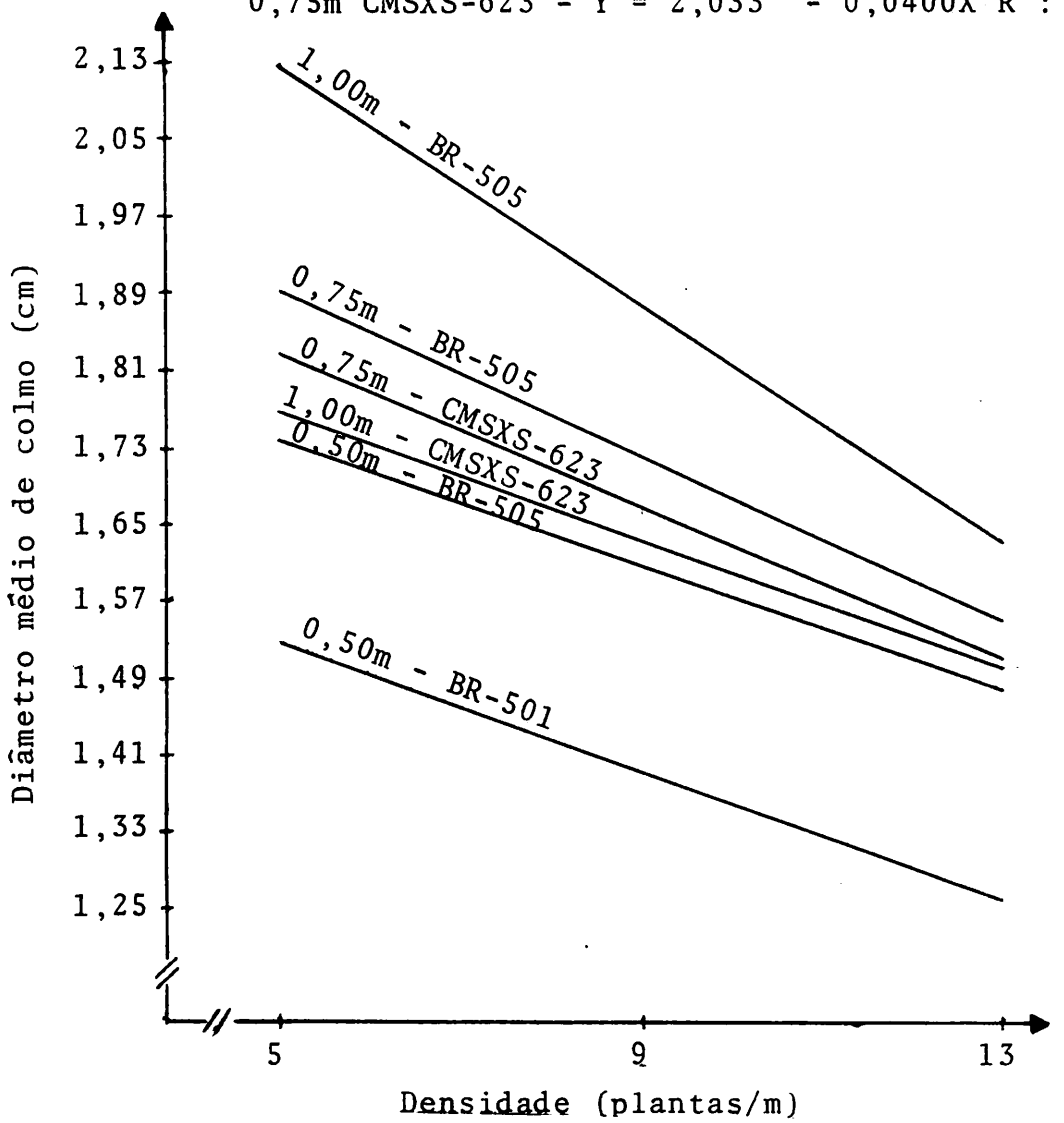

FIGURA 8 - Equação de regressão do diâmetro de colmos de sorgo sacarino em função da densidade para três cultivares (BR-505, BR-501 e CMSXS-623) em três espaçamentos(0,50; 0,75 e 1,00 m).

tas (Figuras 3, 4 e 8).

4.2. Características tecnológicas do caldo, porcentagem de extração de caldo e rendimento de álcool por tonelada de colmos

Os quadrados médios e os coeficientes de variação obtidos na análise de variância para as características tecnológicas, percentagem de extração de caldo e rendimento de álcool por tonelada de colmos de sorgo sacarino encontram-se no Quadro 6. Verifica-se que todas as interações estudadas não foram significativas.

Observa-se ainda que não houve efeito significativo de espaçamento sobre as características tecnológicas analisadas, o que concorda com MEDEIROS et alii (27) para o teor de açúcares redutores totais. Também não houve efeito de espaçamento sobre a porcentagem de extração de caldo e rendimento de caldo por tonelada de colmo.

As médias para estas características são apresentadas no Quadro 7.

Quanto a densidade, observa-se que houve efeito significativo apenas para a porcentagem de sólidos solúveis (Quadro 6). O aumento de densidade de 5 para 13 plantas por metro proporcionou uma redução no teor de sólidos solúveis (Figura 9), o que concorda com CHIELLE (10). As demais características tecnológicas estudadas, assim como a porcentagem de extração de caldo e rendimen

to de álcool por tonelada de colmos, não foram afetadas pela densidade (Quadro 6). Resultados semelhantes para a porcentagem de extração de caldo foram obtidos por BROADHEAD et alii (6).

Com relação às cultivares, nota-se que todas as características foram influenciadas significativamente (Quadro 6). Para sólidos solúveis (%), sacarose (%) e açúcares totais (%) a cultivar BR-505 foi a que apresentou maiores teores, seguida pela CMSXS-623 e BR-501 (Quadro 7). Diversos trabalhos já conduzidos têm demonstrado a alta riqueza em açúcares da cultivar BR-505 (3, 15, 42 e 43).

Para açúcares redutores (%) verificou-se uma tendência inversa (Quadro 7), com a cultivar BR-505 apresentando teores mais baixos. Isto era de se esperar, uma vez que os açúcares redutores (glicose e frutose) são precursores da sacarose, DEVLIN(13) e, para esta cultivar, os teores de sacarose encontrados foram os mais altos.

Quanto a porcentagem de extração de caldo, verificou-se diferenças significativas, entre as cultivares. A BR-505 se destacou apresentando maior extração de caldo que a BR-501 e CMSXS-623 (Quadro 7). Provavelmente isto se deve ao fato de que esta cultivar possui baixo teor de fibras, conforme trabalhos da EMBRAPA (15). PETIZ et alii (37), também haviam destacado o maior rendimento de extração da cultivar BR-505.

Com relação ao rendimento de álcool por tonelada de colmo verifica-se que a BR-505 se destacou (42,25 l/t), seguida da

QUADRO 6 - Quadrados médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para as características tecnológicas, porcentagem de extração de caldo e litros de álcool/t de colmo, de sorgo sacarino. Lavras, ESAL, MG. 1984/85.

Causas de variação	GL	Sólidos Solúveis (%)	Açúcares Redutores (%)	Sacarose (%)	Açúcares totais (%)	Porcentagem de extração de caldo (%)	Litros de álcool/t de colmo
Espaçamentos (A)	2	0,1400	2,9388	1,8864	0,0293	4,5364	6,3837
Blocos	2	1,9063	9,9353	17,5673	7,4345	34,6033	18,9129
Erro (A)	4	1,4830	2,2868	2,7684	2,7911	13,1360	24,8414
Densidades (B)	2	2,0628*	0,1626	0,0407	0,7216	1,7576	8,7342
A x B	4	0,0547	0,7000	0,8322	0,9487	1,1934	3,8000
Cultivares (C)	2	92,463**	15,594**	146,7621**	74,0034**	28,5450**	1110,7820**
A x C	4	0,5702	0,6264	1,2971	2,0231	1,7235	27,6353
B x C	4	0,2052	0,2706	1,3103	0,7336	0,5694	10,8724
A x B x C	8	0,3818	0,0912	0,8012	0,5838	0,8648	4,3241
Erro (B)	48	0,6047	0,8176	2,4434	1,1211	0,6969	11,8259
C.V. (%) das parcelas		5,35	14,03	9,48	7,90	8,42	14,02
C.V. (%) das subparcelas		3,42	8,39	8,90	5,01	1,94	9,67

* Nível de significância a 5% de probabilidade.

** Nível de significância a 1% de probabilidade.

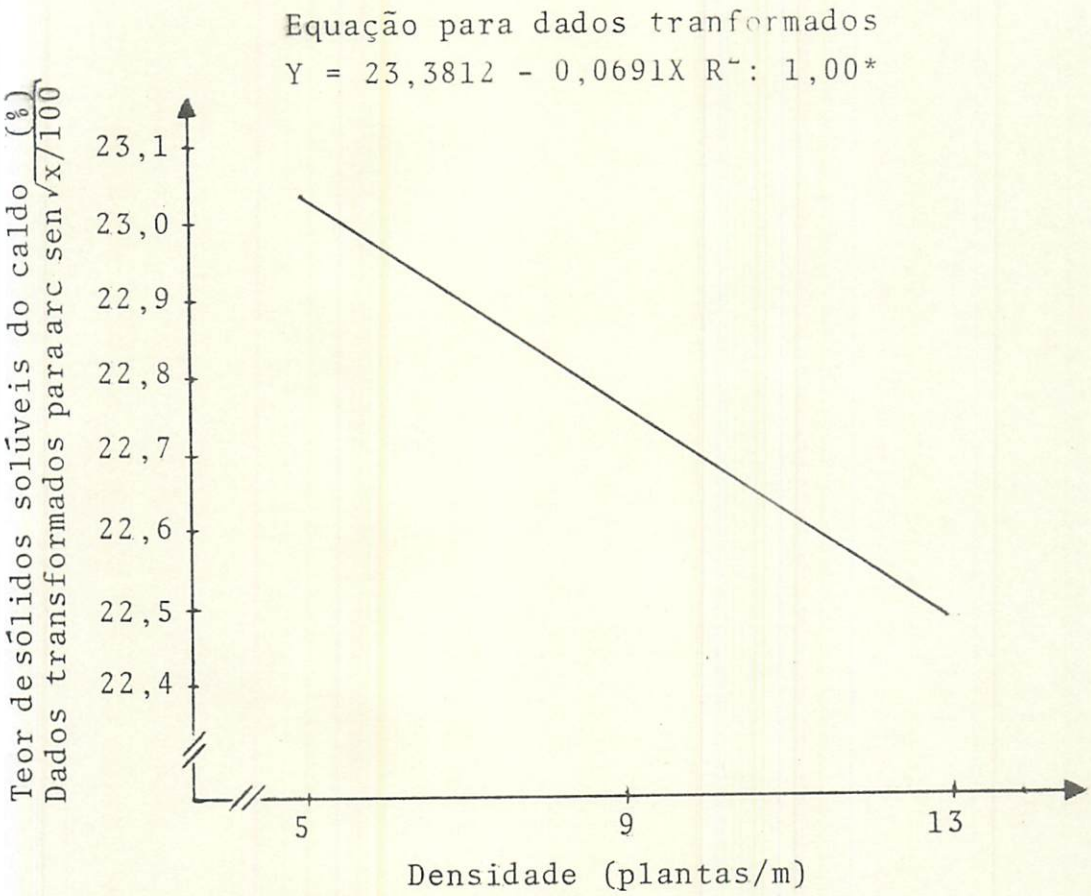

FIGURA 9 - Equação de regressão do teor de sólidos solúveis do caldo de sorgo sacarino em função da densidade.

QUADRO 7 - Médias obtidas por cultivar, densidade e espaçamento para as características tecnológicas, porcentagem de extração de caldo e litros de álcool por tonelada de colmo de sorgo sacarino. Lavras, ESAL, MG. 1984/85.

		Sólidos Solúveis (%)	Açúcares Redutores (%)	Sacarose (%)	Açúcares totais (%)	Extração de caldo (%)	Litros de álcool/t de colmo
Espaçamentos	0,50m	14,87	3,65	8,98	13,12	45,82	35,14
	0,75m	15,00	3,26	9,41	13,07	46,55	35,42
	1,00m	15,02	3,58	8,91	13,06	47,24	36,08
Densidades (plantas/m)	5	15,31	3,44	9,05	12,86	46,56	34,96
	9	14,97	3,54	9,12	13,17	46,96	36,09
	13	14,62	3,50	9,12	13,22	46,08	35,59
Cultivares	BR-505	16,91a	2,96 b	11,60a	14,98a	48,58a	42,25a
	BR-501	12,49 c	3,81a	6,92 c	11,08 c	45,62 b	29,47 c
	CMSXS-623	15,63 b	3,76a	9,06 b	13,19 b	45,40 b	34,92 b

- Em cada coluna, médias acompanhadas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade.

CMSXS-623 (34,92 l/t) e BR-501 (29,47 l/t), todas elas com diferenças significativas entre si. O maior rendimento obtido pela cultivar BR-505 deve-se ao fato de que esta cultivar apresenta maior riqueza em açúcares totais e maior porcentagem de extração de caldo (Quadro 7).

4.3. Características de produção

Os quadrados médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para as características de produção avaliadas, são apresentados no Quadro 8.

4.3.1. Produção de panícula

A produção de panícula (t/ha) foi afetada pelo espaçamento, densidade e cultivar. A interação densidade x cultivar também foi significativa, Quadro 8.

Ocorreu efeito linear entre espaçamento e produção de panícula, Figura 10. Para cada cm de aumento no espaçamento verificou-se queda de 20,7 kg na produção de panícula por ha. Outros pesquisadores já haviam verificado que ocorre uma maior produção de panícula em torno de 0,5 m (7, 22, 28, 29 e 35), o que concorda com os resultados obtidos neste trabalho. Entretanto, são discordantes do de MACHADO et alii (25), que não encontraram diferenças significativas entre espaçamentos e produção de grãos.

QUADRO 8 - Quadrados médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para as características de produção de sorgo sacarino. Lavras, ESAL, MG. 1984/85.

Causas de variação	GL	Produção de panícula (t/ha)	Produção de massa verde (t/ha)	Produção de colmos (t/ha)	Produção de caldo (t/ha)	Produção de álcool (litros/ha)
Espaçamentos (A)	2	12,2750*	280,5630*	193,0758*	29,4194*	163556,535
Blocos	2	6,0249	320,8940*	103,9557	81,4112*	166487,405
Erro (A)	4	1,1775	34,8046	20,2757	4,2338	55045,396
Densidades (B)	2	16,0186**	286,9716**	166,7320**	32,9787**	293871,466**
A x B	4	0,5925	23,5481	19,5385	4,5886	1167,847
Cultivares (C)	2	83,6656**	612,2751**	433,9796**	171,1680**	3753859,169**
A x C	4	0,5108	6,9009	5,4923	1,4518	57517,729
B x C	4	1,2261*	18,2768	5,5611	1,8626	39027,853
A x B x C	8	0,2095	20,2454	13,8132	2,9368	21765,563
Erro (B)	48	0,2607	12,0756	7,9266	1,8209	22418,289
C.V. (%) das parcelas		20,89	12,70	12,91	12,62	18,65
C.V. (%) das subparcelas		9,04	7,48	8,07	8,28	11,90

* Nível de significância a 5% de probabilidade.

** Nível de significância a 1% de probabilidade.

Entre as cultivares estudadas, a BR-501 sobressaiu-se, com uma produção de 7,32 t/ha, estatisticamente superior às obtidas pela CMSXS-623 (5,03 t/ha) e BR-505 (4,56 t/ha), Quadro 9. Alguns autores (3, 42 e 43), já haviam citado a alta capacidade de produção de panículas da cultivar BR-501. No presente trabalho sua produção foi 45,5% e 60,5% superior às obtidas pela CMSXS-623 e BR-505, respectivamente. Deve-se observar que esta cultivar também foi a que apresentou o maior índice de perfilhamento.

Quando do desdobramento da interação densidade x cultivar, verifica-se que houve efeito significativo de densidade para cada cultivar (Quadro 10), discordando de FARIS et alii (16). Provavelmente esta diferença de resultados possa ser explicada, pelo fato de serem estudados cultivares e níveis de densidade diferentes deste trabalho. Para as três cultivares, a variação da densidade de 5 para 13 plantas por metro proporcionou um aumento linear na produção (Figura 11) o que concorda com CHIELLE (10) e PATIL & JAWALE (34). Entretanto, MACHADO et alii (25) e REIS et alii (41) não encontraram efeito significativo de densidade sobre a produção de grãos, provavelmente, devido ao fato destes autores terem estudado densidades maiores do que as utilizadas no presente trabalho. Para a cultivar BR-505 (menor capacidade de perfilhamento), quando a densidade foi aumentada de 5 para 13 plantas por metro, verificou-se acréscimo de 68,5% na produção, enquanto que para as cultivares CMSXS-623 (capacidade de perfilhamento intermediária) e BR-501 (menor capacidade de perfilhamento) estes aumentos foram de respectivamente, 29,3 e 15,1%. A cultivar BR-501 a-

QUADRO 9 - Médias obtidas por cultivar para as características de produção de sorgo sacarino. Lavras, ESAL, MG. 1984/85.

Cultivares	Produção de panícula (t/ha)	Produção de massa verde (t/ha)	Produção de colmos (t/ha)	Produção de caldo (t/ha)	Produção de álcool (litros/ha)
BR-505	4,56 c	51,81a	39,46a	19,17a	1667,33a
BR-501	7,32a	44,83 b	32,01 b	14,60 b	943,23 c
CMSXS-623	5,03 b	42,70 b	33,18 b	15,06 b	1158,03 b

- Em cada coluna médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 10 - Resumo da análise de variância (quadrados médios) no desdobramento da interação densidades dentro de cultivar para a característica produção de panícula (t/ha) de sorgo sacarino. Lavras, ESAL, MG. 1984/85.

Causas de variação	GL	QM
Densidades: BR-505	2	12,2521**
Densidades: BR-501	2	2,4517**
Densidades: CMSXS-623	2	3,7669**
Erro (B)	48	0,2607

** Nível de significância a 1% de probabilidade.

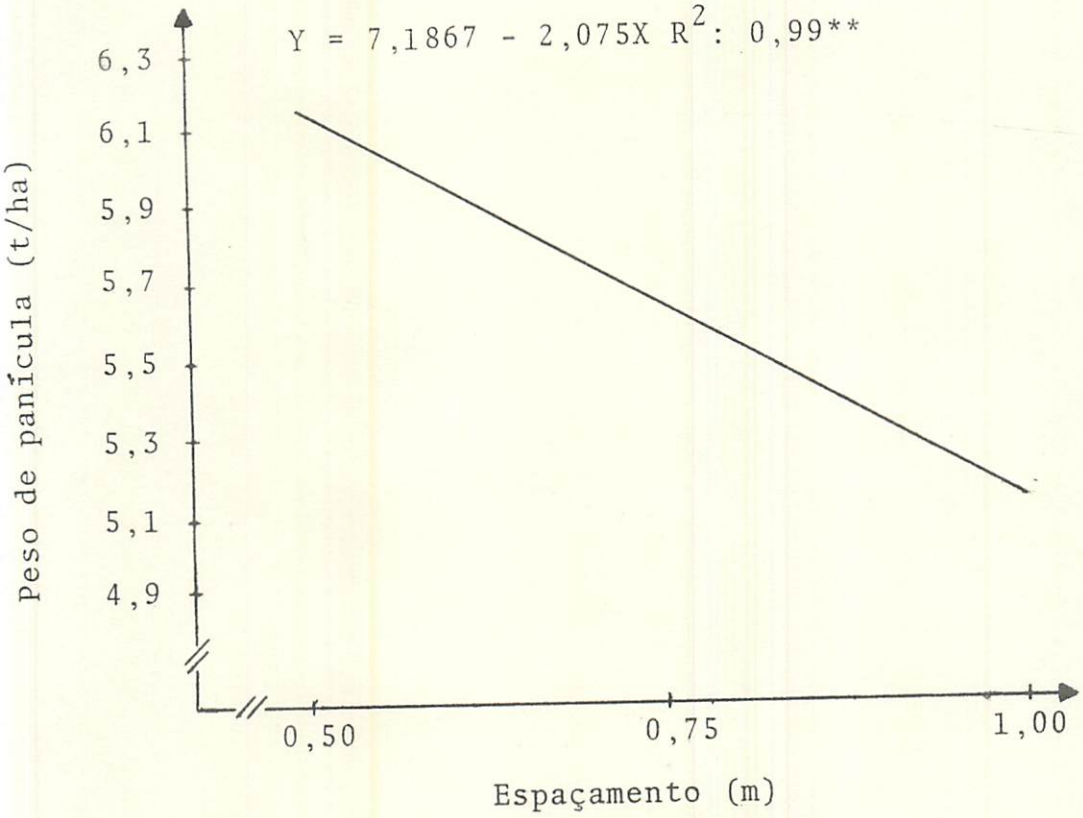

FIGURA 10 - Equação de regressão da produção de panícula de sorgo sacarino em função do espaçamento.

BR-501 - $Y = 6,1663 + 0,1285X$ R^2: 0.98**
BR-505 - $Y = 1,9438 + 0,2910X$ R^2: 1,00**
CMSXS-623 - $Y = 3,5809 + 0,1612X$ R^2: 1,00**

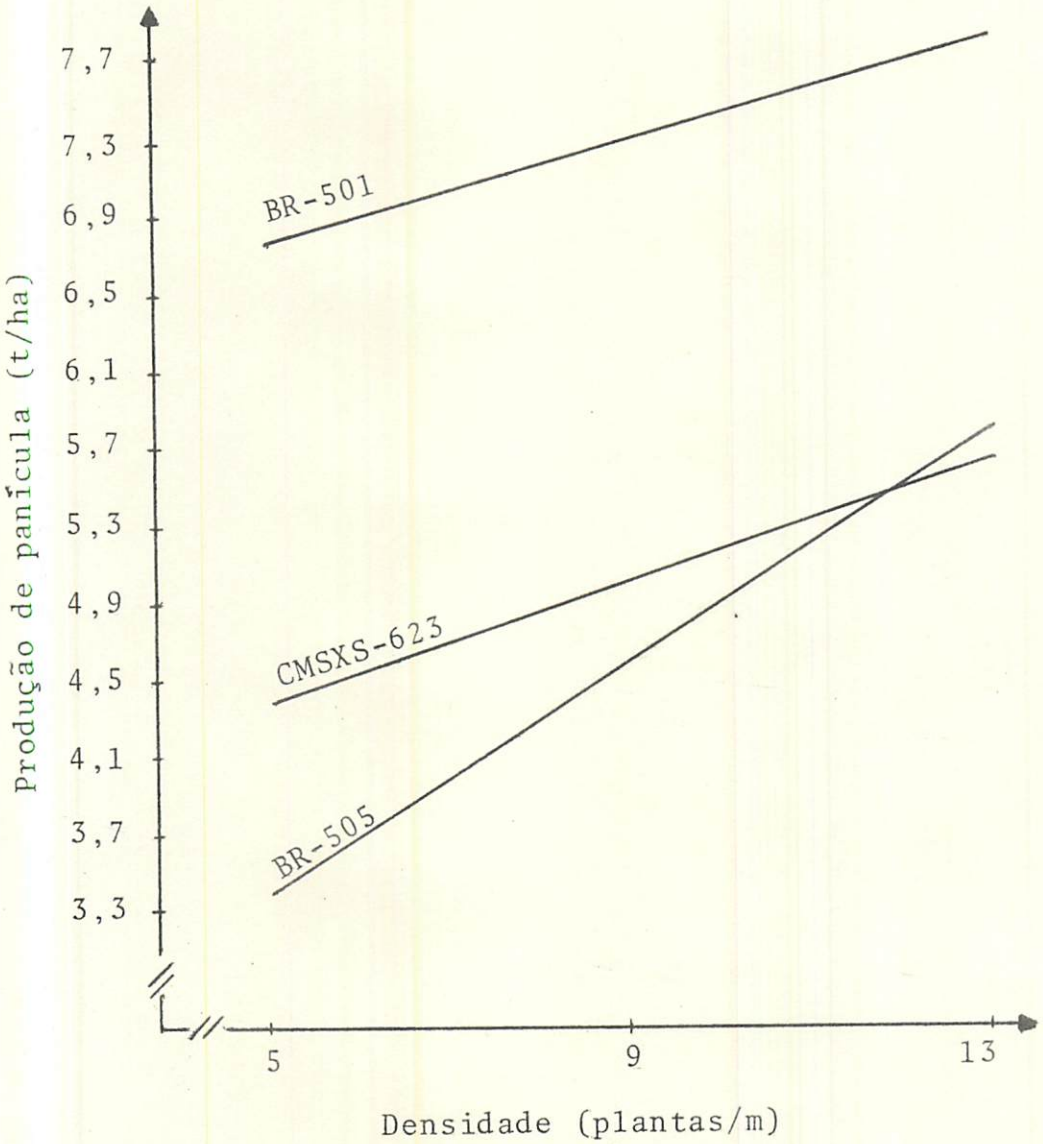

FIGURA 11 - Equação de regressão da produção de panícula de sorgo sacarino em função da densidade para três cultivares (BR-505, BR-501 e CMSXS-623).

presentou menor variação na produção entre as densidades estudadas (reta com menor coeficiente angular), Figura 11. Isto ocorreu, em grande parte, pelo fato desta cultivar apresentar maior perfilhamento nas densidades menos elevadas do que as outras cultivares (Figura 6), o que resultou em um stand menos variável.

4.3.2. Produção de massa verde

Houve efeito significativo de espaçamento, densidade e cultivar para a produção de massa verde (t/ha). Entretanto, as interações estudadas não foram significativas (Quadro 8).

Com relação ao efeito do espaçamento, verificou-se que ocorreu resposta linear da produção de massa verde em função da variação no espaçamento (Figura 12). À medida que se aumentou o espaçamento, ocorreu um decréscimo na produção de 106,48 kg/ha para cada cm adicionado. Alguns autores (5, 23 e 40) verificaram também maior produção de massa verde em espaçamentos mais fechados. Apesar das plantas apresentarem maior altura e diâmetro de colmo para o espaçamento de 1,00 metro (Figuras 2 e 7), a produção de massa verde provavelmente foi menor devido ao menor número de plantas por ha.

O aumento da densidade proporcionou um aumento linear na produção de massa verde (Figura 13), resultados que estão de pleno acordo com CHIELLE (10). Apesar da menor altura e diâmetro de colmo (Figuras 3 e 8), o maior número de plantas por ha foi o fator responsável pela maior produção de massa nas densidades me-

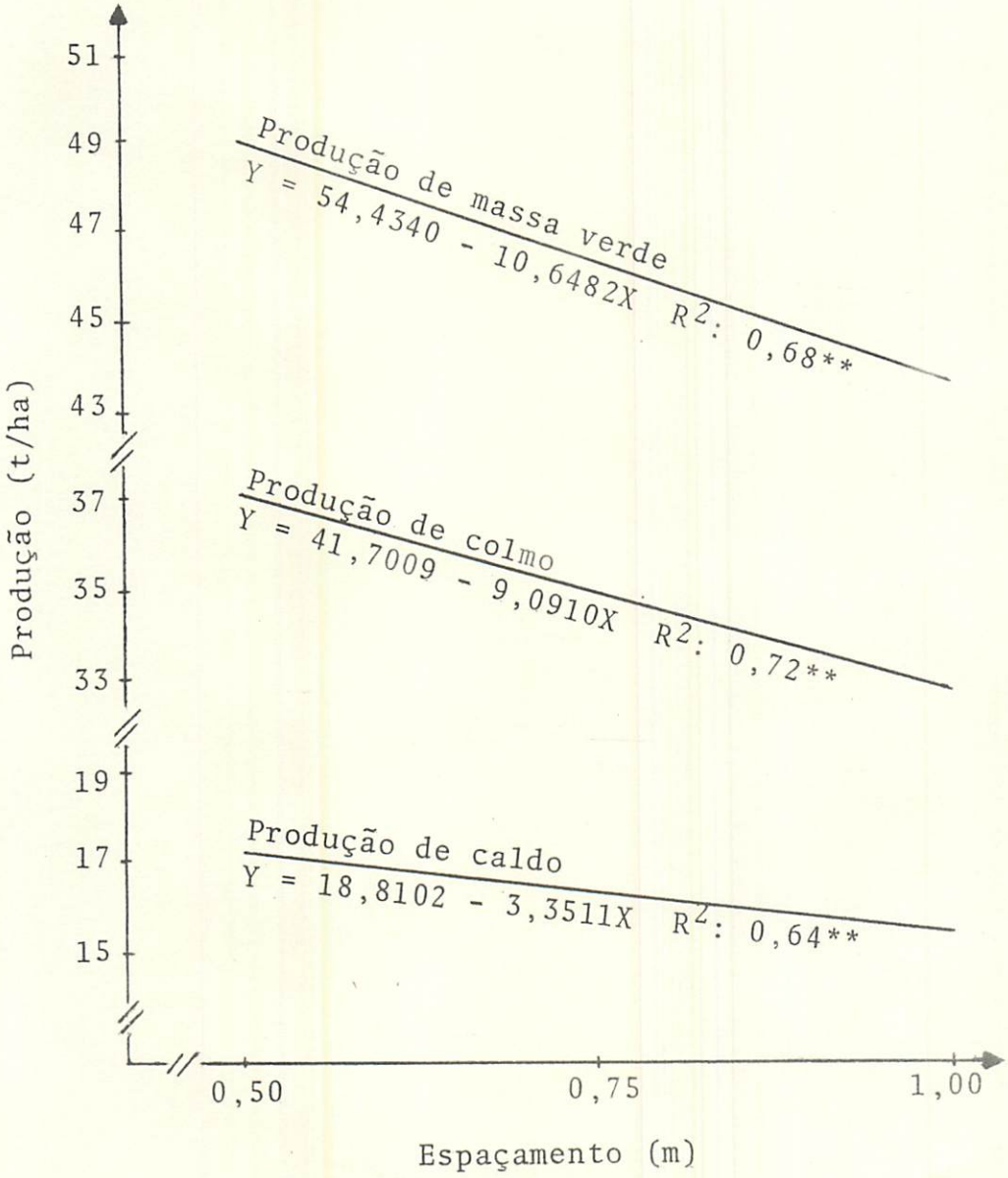

FIGURA 12 - Equação de regressão da produção de colmos, massa verde e caldo de sorgo sacarino em função do espaçamento.

nores.

Entre as cultivares, a BR-505 foi a mais produtiva(51,81 t/ha), sendo estatisticamente superior a BR-501 (44,83 t/ha) e CMSXS-623 (42,70 t/ha), Quadro 9. A maior produção desta cultivar deveu-se a sua maior altura e diâmetro de colmo, uma vez que o seu índice de perfilhamento foi o mais baixo (Quadro 3).

4.3.3. Produção de colmos

A semelhança do que se obteve para massa verde, a produção de colmos (t/ha), foi afetada significativamente pelo espaçamento, densidade e cultivar. Também aqui, as interações estudadas não foram significativas (Quadro 8).

A produção de colmos decresceu linearmente com o aumento do espaçamento de 0,50 para 1,00 metro, Figura 12. Estes resultados assemelham aqueles encontrados por CHIELLE (10) e MACHADO et alii (26), mas discordam dos de MACHADO et alii (24) que não encontraram efeito significativo de espaçamento sobre a produção de colmos. O maior número de colmos obtidos por hectare nos menores espaçamentos foi o fator responsável pela maior produção, uma vez que nestes espaçamentos, as plantas foram mais baixas e com menor diâmetro (Figuras 2 e 7).

O aumento da densidade de 5 para 13 plantas por metro, proporcionou um aumento linear na produção de colmos de 0,61 t/ha para cada planta adicionada à linha de plantio (Figura 13). Ape-

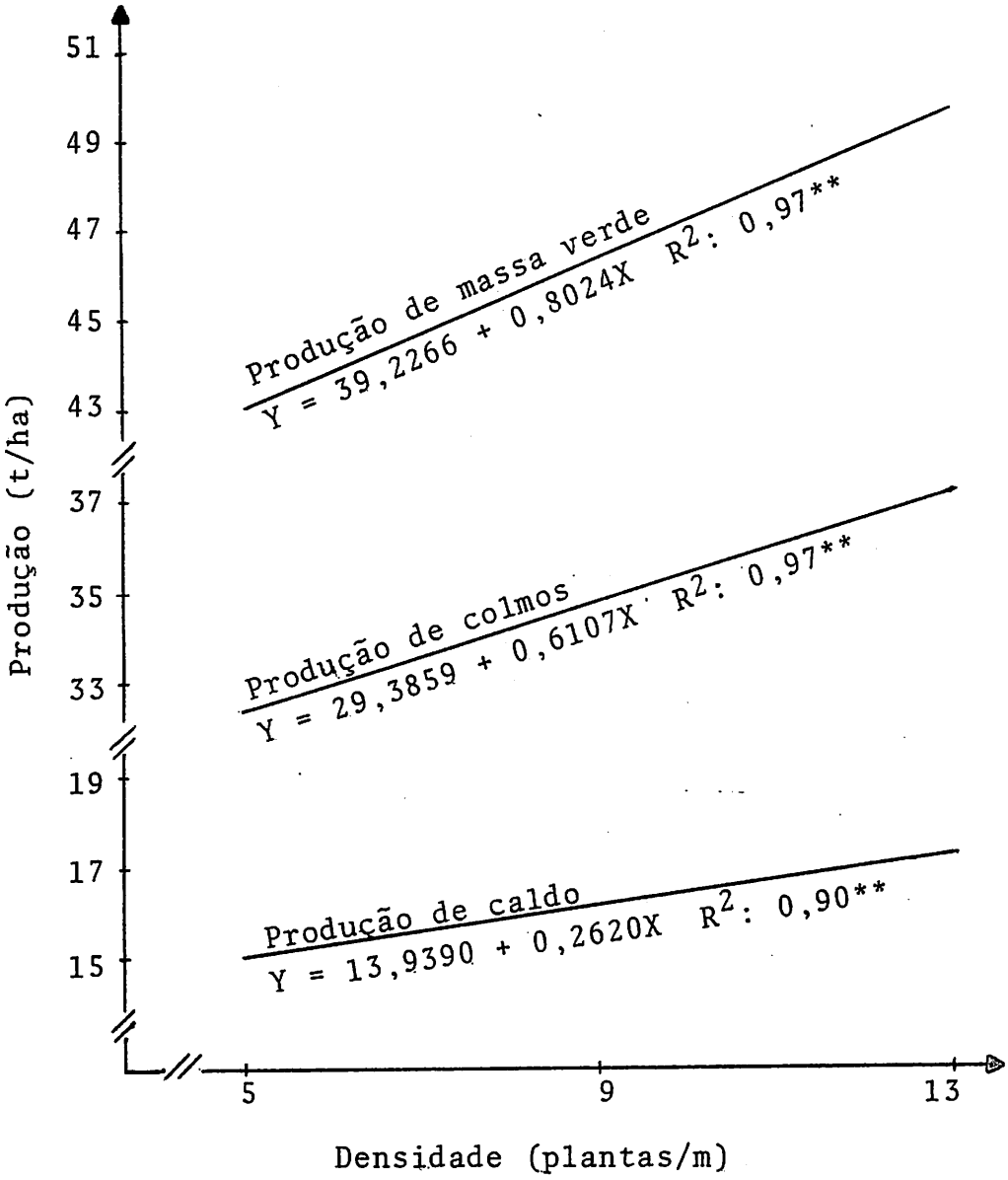

FIGURA 13 - Equação de regressão da produção de colmos, massa verde e caldo de sorgo sacarino em função da densidade.

sar de ter sido encontrada uma menor altura e diâmetro (Figuras 3 e 8), o maior número de colmos por área foi o fator responsável pela maior produção nas maiores densidades.

A BR-505 foi a que mais se destacou entre as cultivares, com uma produção de colmos de 39,46 t/ha (Quadro 9), significativamente superior as produções obtidas pela CMSXS-623 (33,18 t/ha) e BR-501 (32,01 t/ha). Outros trabalhos já realizados demonstram a superioridade da BR-505, que vem se destacando como excelente produtora de colmos, além de outras características favoráveis (2, 3, 15, 42 e 43). Esta cultivar foi também a que produziu maior quantidade de massa verde, sendo que estas duas características estão relacionadas, uma vez que a produção de colmos é a produção de massa verde menos a produção de panículas e folhas.

É interessante ressaltar o antagonismo verificado para a produção de colmos e de panículas. A cultivar BR-505 que mostrou maior produção de colmos, foi a que apresentou menor produção de panículas. Situação inversa foi obtida para a BR-501.

4.3.4. Produção de caldo

Para a quantidade de caldo produzida (t/ha), houve efeitos significativos de espaçamento, densidade e cultivar isoladamente, uma vez que as interações não foram significativas (Quadro 8).

Com relação ao efeito de espaçamento e densidade (Figuras 12 e 13 respectivamente), verificou-se que o aumento no espa-

çamento de 0,50 para 1,00 metro e a redução da densidade de 13 para 5 plantas por metro proporcionaram uma redução linear na produção de caldo. Como a porcentagem de extração de caldo não foi afetada pelos espaçamentos e densidades estudados (Quadro 6), pode-se afirmar que a maior produção de caldo nos menores espaçamentos e maiores densidades foi devida ao aumento do número de colmos por área.

Entre as cultivares, foi a BR-505 que apresentou maior produção de caldo (19,17 t/ha), significativamente superior às obtidas pela CMSXS-623 (15,06 t/ha) e BR-501 (14,60 t/ha), que não foram estatisticamente diferentes entre si, Quadro 9. A maior produção obtida pela BR-505 foi devida ao maior rendimento de colmos por área (Quadro 9) e maior porcentagem de extração de caldo (Quadro 7) obtidas por esta cultivar, quando comparada a CMSXS-623 e BR-501.

4.3.5. Produção de álcool

A produção de álcool (litros/ha) só foi afetada significativamente pela densidade e cultivar. As interações estudadas não foram significativas, assim como o efeito de espaçamento (Quadro 8).

Apesar da maior produção de colmos por ha em espaçamentos menores (Quadro 11), a produção de álcool não foi afetada por esta característica, devido a tendência de maior porcentagem de extração de caldo nos espaçamentos maiores.

A densidade porém afetou a produção de álcool de maneira linear (Figura 14). Cada planta a mais por metro de sulco proporcionou acréscimo de 21,73 l/ha de álcool. Pode-se afirmar que a linearidade existente entre densidade e peso de colmos (Figura 13) foi o principal fator responsável por este resultado, uma vez que a densidade não afetou a porcentagem de extração de caldo e o rendimento de álcool por tonelada de colmo.

Entre as cultivares a BR-505 apresentou a maior produção (1667,33 l/ha), seguida da CMSXS-623 (1158,03 l/ha) e BR-501 (943,23 l/ha), todas elas com diferenças significativas entre si (Quadro 9). A BR-505 foi a que apresentou o maior rendimento de álcool por ha devido a sua maior produção de colmos por área(Quadro 8) e maior rendimento de álcool por tonelada de colmo (Quadro 6), quando comparada com as outras duas cultivares.

De uma maneira geral, dentro dos limites estudados no presente trabalho, verificou-se que o aumento na densidade de plantas contribuiu para um incremento na produção de colmos, panícula e litros de álcool por ha. A redução do espaçamento contribuiu para um aumento na produção de panícula e colmos não afetando significativamente a produção de álcool por ha; entretanto, houve uma tendência de redução na produção de álcool no espaçamento de 1,00 metro entre fileiras.

Nos menores espaçamentos os colmos obtidos foram mais finos, dificultando a colheita, além de que nestes espaçamentos os tratos culturais ficam mais difíceis de serem realizados.

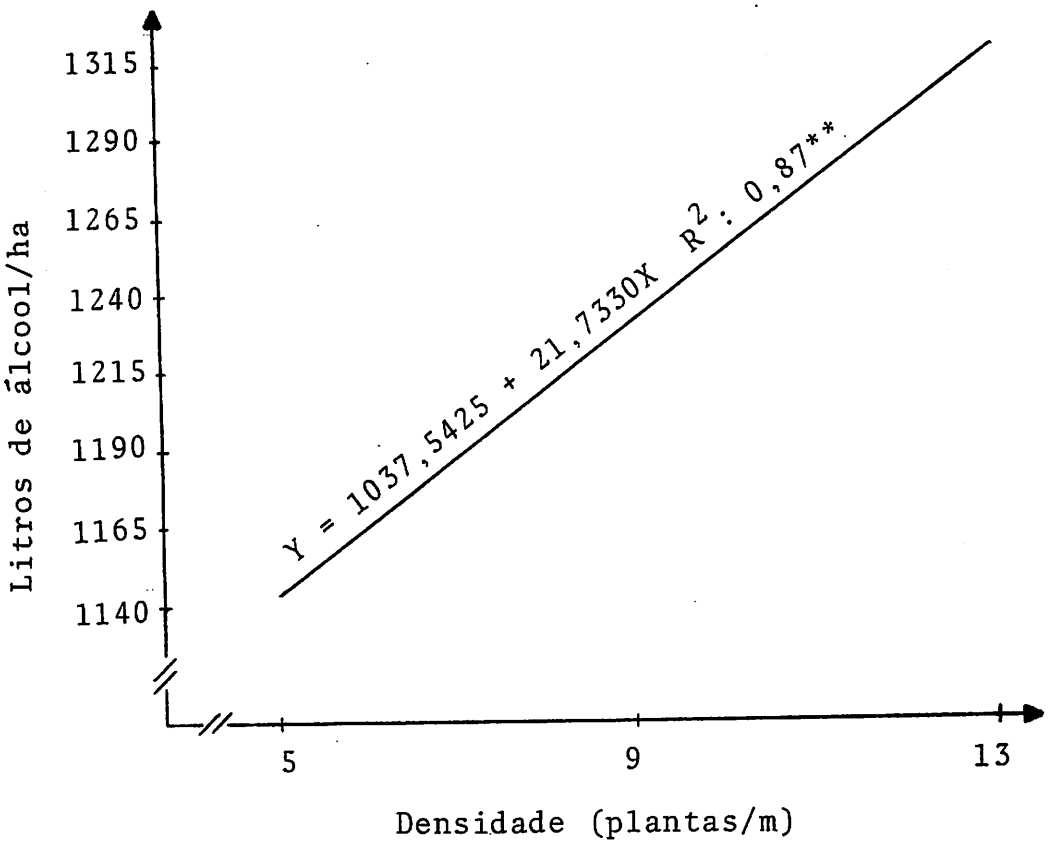

FIGURA 14 - Equação de regressão da produção de álcool de sorgo sacarino em função da densidade.

QUADRO 11 - Médias obtidas por espaçamento para a característica produção de álcool (l/ha) de sorgo sacarino. Lavras, ESAL, MG - 1984/85.

Espaçamento (m)	Produção de álcool (l/ha)
0,50	1.288,05
0,75	1.317,81
1,00	1,167,06

Levando em conta estas considerações de ordem prática, o espaçamento a ser utilizado para o sorgo sacarino deverá ficar em torno de 0,70 metros entre fileiras e a densidade de 10 plantas por metro, independente da capacidade de perfilhamento das cultivares, para condições semelhantes a deste ensaio, coincidindo com as recomendações de SILVA (45).

5. CONCLUSÕES

Considerando as condições locais e a metodologia empregada, a redução do espaçamento entre linhas (de 1,00 para 0,50 m) e o aumento da densidade de plantas (de 5 para 13 plantas por metro linear) promoveram acréscimos na produção de massa verde, colmos, caldo e panícula, sem afetar as características tecnológicas (sacarose, açúcares redutores e açúcares totais), porcentagem de extração de caldo e litros de álcool por tonelada de colmos, embora tivessem decrescidos o perfilhamento, altura e diâmetro do colmo. Observou-se também que entre as cultivares estudadas, a BR-505 sobressaiu-se sobre as demais. De um modo geral os efeitos de espaçamentos e densidades independeram das cultivares utilizadas.

6. RESUMO

Com o objetivo de estudar a influência de diferentes espaçamentos e densidades de plantas na produção de três cultivares de sorgo sacarino com diferentes capacidades de perfilhamento, foi conduzido um experimento no ano agrícola 1984/85, na Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras-MG, em solo caracterizado como Podzólico Vermelho Amarelo.

O delineamento estatístico utilizado foi o de Blocos Casualizados, segundo um esquema de parcelas subdivididas, com três repetições. Os tratamentos das parcelas foram os três espaçamentos entre fileiras (0,50; 0,75 e 1,00 m) e das subparcelas uma combinação de três cultivares de sorgo sacarino com diferentes capacidades de perfilhamento BR-501 (maior), CMSXS-623 (intermediária) e BR-505 (menor) e três densidades de plantas (5, 9, e 13 plantas/m).

Foram avaliadas as seguintes características: altura de planta, diâmetro de colmo, índice de perfilhamento, sólidos solúveis, açúcares redutores, sacarose e açúcares totais no caldo, porcentagem de extração de caldo, rendimento de álcool por tonelada de colmo, produção de panículas, massa verde, colmos, caldo e álcool por hectare.

Verificou-se, que a redução do espaçamento entre linhas (de 1,00 para 0,50 m) e o aumento da densidade de plantas (de 5 para 13 plantas por metro linear) promoveram acréscimos na produção de massa verde, colmos, caldo e panícula, sem afetar as características tecnológicas (sacarose, açúcares redutores e açúcares totais), porcentagem de extração de caldo e litros de álcool por tonelada de colmos, embora tivessem decrescidos o perfilhamento, altura e diâmetro do colmo. Observou-se também que entre as cultivares estudadas, a BR-505 sobressaiu-se sobre as demais. De um modo geral os efeitos de espaçamentos e densidades independeram das cultivares utilizadas.

7. SUMMARY

Aiming to study the influence of spacing and plant density on alcohol yield of sweet sorghum with different tillering, three cultivars, BR-501 (bigger), CMSXS-623 (intermediate) and BR-505 (smaller) were used on an experiment conducted at Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras - Brazil, during the agricultural year of 1984-1985 on a soil characterized as Red Yellow Podzolic.

Experimental design used randomized blocks on a split plot scheme with three repetitions. Plot treatments were the three spacing (0,50, 0,75 and 1,00 m) between lines. Subplot treatments a combination of the three cultivars at different plant densities (5,9 and 13 plants/m).

The following characteristics were evaluated: plant height, stem diameter, tillering index, soluble solids, reducing sugars, sucrose and total sugar content in juice; percentage of juice extraction, alcohol yield per ton of stems, head production, biomass, stems, juice and alcohol per hectare.

It was found that decreasing the between-line spacings (from 1,00 m to 0,50 m) and the increase of the plant density (from

5 to 13 plants per linear meter) promoted increases in the production of green mass, stalks, juice and head, without affecting the technological characteristics (sucrose, reduzing sugars and total sugars), percentage of juice extraction ans liters of alcohol per ton of stalk, although they had decreased the tillering, diameter and height of plants. It was established that among the cultivars studied, BR-505 distinguished over the others. Altogether, the effects of spacing and densities have been independent of the cultivars utilized.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAUJO, N. de Q.; CASTRO, H.F. de; VISCONTI, A.E.S.; SALLES FILHO, M.; SILVA, H.G.B. da; SCHNEIDERMANN, V.M.S.; FERRAZ, M.H.A.; ALMEIDA, W.R. de; BAGGIO, C. de A.; ESTEVES, A.M.L. & COSTA, F. de A. Sorgo - matéria prima renovável para a produção de etanol na escalada energética nacional. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 90(2):23-44, ago. 1977.

2. BORGONOVI, R.A.; FREDOLINO, G.S.; SANTOS, H.L.; FERREIRA, A. da S.; WAQUIL, J.M.; SILVA, S.B. & CRUZ, I. Recomendações para o plantio de sorgo sacarino. Sete Lagoas, EMBRAPA-CNPMS, 1982. 16p. (Boletim técnico, 8).

3. _____; GIACOMINI, F. & SCHAFFERT, R.E. Recomendações para o cultivo do sorgo. Sete Lagoas, EMBRAPA-CNPMS, 1982. 77p. (Circular técnica, 1).

4. BOTSWANA. Ministry of Agriculture. The effect of row spacing plant population and fertilizer on growth, development, grain yield and wather use of sorghum (*Sorghum bicolor*) cultivar RS-610; dryland farming reseach scheme (DLFRS). Botswana phase II. Botswana, 1979. 18p.

5. BROADHEAD, D.M. & FREEMAN, K.C. Stalk and sugar yield of sweet sorghum as affected by spacing. Agronomy Journal, Madison, 72(3):523-4, May/June 1980.

6. _____; STOKES, I.E. & FREEMAN, K.C. Sorgo spacing experiments in Mississippi. Agronomy Journal, Madison, 55(2):164-6, Jan./feb. 1963.

7. BUENO, A. Influência de espaçamentos, densidades e altura de plantas no desempenho do sorgo granífero. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 17(2):261-7, fev. 1982.

8. CASAGRANDE, A.A.; MUTTON, M.A.; PANE, F.A. & MOURA Jr., A. T. Comportamento agroindustrial do sorgo sacarino, com relação a inversão da sacarose e fermentação do caldo. STAB, Piracicaba, 3(5):21-6, mai./jun. 1985.

9. CÉSAR, M.A.A. & DELGADO, A.A. O sorgo sacarino na indústria alcooleira. Álcool e Açúcar, São Paulo, 2(7):50-2, nov./dez. 1982.

10. CHIELLE, Z.G. Ensaio de populações x variedades e acamamento em sorgo sacarino (*Sorghum bicolor*), In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 14, Florianópolis, 1982. Resumos ... Florianópolis, EMPASC, 1982. p.102.

11. COUTINHO, E.L.M. Efeitos da adubação nitrogenada, fosfatada e potássica na cultura do sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) avaliada pela diagnose foliar, produção de col-

mos e álcool etílico. Piracicaba, ESALQ, 1983. 89p. (Tese MS).

12. COWLEY, W.R. & SMITH, B.A. Sweet sorghum as a potential sugar crop a south Texas. In: CONGRESS ISSCT, 14, New Orleans, 1972. Proceedings. New Orleans, 1972. p.628-33.

13. DEVLIN, R.M. Glucidos. Fisiologia vegetal. Barcelona, Omega, 1976. Cap. 7, p.115-36.

14. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro de Pesquisa de Milho e Sorgo. A interação cana e sorgo para a produção de álcool. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 5 (56):67-70, ago. 1979.

15. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sorgo. In: ____. EMBRAPA ano 10; destaque dos resultados de pesquisa de 1982. Brasília, 1983. p.81-4.

16. FARIS, M.A.E.; VENTURA, C.A.de. & FERRAZ, L. Estudo de espaçamento e densidade de plantio na cultura do sorgo granífero. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 10, Sete Lagoas, 1974. Anais... Sete Lagoas, EMBRAPA-CNPMS, 1974. p.140.

17. GARCIA, J.C.; RUAS, D.G.G. & FELÍCIO FILHO, A. Sorgo: Algumas considerações econômicas. Informe Agropecuária, Belo Horizonte, 5(56):3-5, ago. 1979.

18. GIACOMINI, F.S. Sorgo sacarino para produção de álcool. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 5(56):44-7, ago. 1979.

19. GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 4.ed. Piracicaba, ESALQ, 1970. 430p.

20. HORWITZ, W. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 11. ed. Washington, AOAC, 1970. 1015p.

21. INUYAMA, S. Effects of plant density under two irrigation regimes on leaf water potencial, leaf diffensive resistance during the drought stress period and grain yield of grain sorghum. Japanese Journal of Crop Science, Tokyo, 47(4): 596-601, Jan. 1978.

22. JOSHI, P.K. & UPADHYAY, U.C. Growth and yield of different hybrids and high yielding varieties of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) as affected by various levels of nitrogen and plant densities. Journal of Maharashtra Agricultural Universities, Maharashtra, 2(3):220-4, Mar. 1977.

23. LIRA, M. de A.; FARIZ, M.A.; FERRAZ, L. DINIZ, M.S. & ARAÚJO, M.R.A. Ensaio de espaçamento e densidade de plantio na cultura do sorgo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 10. Sete Lagoas, 1974. Anais... Sete Lagoas, EMBRAPA-SNPMS, 1974. p.140.

24. MACHADO, J.R.; BRINHOLI, O.; ROSOLEM, C.A. & NAKAGAWA, J. Efeitos de espaçamentos entre linhas e de níveis de adubação no comportamento do sorgo sacarino (*Sorghum bicolor*) em latossolo vermelho-escuro-fase-arenoso. Experimento

III. In: REUNIÃO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 14, Florianópolis, 1982. Resumos... Florianópolis, EMBRAPA/EMPASC, 1982, p.125.

25. MACHADO, J.R.; NAKAGAWA, J.; MARCONDIS, D.A.S.; BRINHOLI, O. & ROSELEM, C.A. Efeito do espaçamento entre linhas e da densidade na linha, no comportamento do sorgo granífero (*Sorghum* sp.). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 11, Piracicaba, 1976. Anais... Piracicaba, ESALQ, 1976. p.803-12.

26. _____; _____; POSELEM, C.A. & BRINHOLI, O. Efeitos de espaçamentos entre linhas e de níveis de adubação no comportamento do sorgo sacarino, (*Sorghum bicolor* L.) em Latossolo roxo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 14, Florianópolis, 1982. Resumos... Florianópolis, EMBRAPA-EMPASC, 1982. p.128.

27. MEDEIROS, J.B.; SILVA, A.F. da; CRUZ, J.C. & VIANA, A.C. Estudo de três espaçamentos e quatro densidades de plantas, em duas cultivares de sorgo sacarino. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 12, Goiânia, 1978. Anais... Brasília, EMBRAPA-DID, 1979. p.113.

28. MEIRA, J.L.; AZEVEDO, J.T. de; SILVA, J.; SCHAFFERT, R.S.; MURAD, A.M. & CARVALHO, L.J.C.B. Espaçamento e densidade para sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L) Moench.). Projeto sorgo; relatório anual 72/73/74/75. Belo Horizonte, 1977, p.105-20.

29. MEIRA, J.L.; SCHAFFERT, R.E.; AZEVEDO, J.T. de; SILVA, J.; BARROS, D.J. de; CARVALHO, L.J.C.B. de; MARINATO, R. & MURAD, A.M. Ensaio de espaçamento e densidade para sorgo granífero. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 10, Sete Lagoas, 1974. Anais ... Sete Lagoas, EMBRAPA-CNPMS, 1974. p.66-89.

30. MENEZES, T.J.B.; LAMO, P.R.; TEIXEIRA, C.G. & PURCHIO. Possibilidades de produção de álcool a partir de sorgo sacarino. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO DE ÁLCOOL NO NORDESTE, 1, Fortaleza, 1977. Anais ... Fortaleza, BNB, 1977. p.211-29.

31. MUCHOW, R.C.; COATES, D.B.; WILSON, G.L. & FOALE, M.A. Growth and productivity of irrigated *Sorghum bicolor* (L. Moench). In: Northern Australia. I Plant density and arrangement effects on light interception and distribution, and grain yield, in the hybrid Texas 610 SR in low and moedium latitudes. Australian Journal of Agricultural Research, Melbourne, 33(5):773-84, Ago. 1982.

32. NELSON, N. A photometria adaptation of Smogy method for the determination of glucose. Journal Biological Chemists, Baltimore, 153:375, 1944.

33. NICHOLS, R.L.; BRYAN, W.L.; GAINES, T.P.; GASCHO, G.I. & MONROE, G.E. Effects of weed control, plant population and row spacing on sweet sorghum. FIELD CROP ABSTRACTS, Farnham Royal, 36(6):452, abst. 4502, June 1983. In: Proceed-

ing 34th Annual Melting Southern Weed Science Society, 1981. p.227. In: FIELD CROP ABSTRACTS, Farnham Royal, 36(6):452, abst. 4502, June 1983.

34. PATIL, E.N. & JAWALE, S.M. Effect of plant density and nitrogen levels on yield of sorghum (CSH5) under dhule conditions. Journal of Maharashtra Agricultural Universities, Maharashtra, 2(3):263-4, Mar. 1977.

35. _____ & SURVE, D.M. Effect of groded levels of nitrogen and plant densities on the yield of hybrid sorghum CSH5. Journal of Maharashtra Agricultural Universities, Maharashtra, 5(2):147-9, Feb. 1980.

36. PEREZ, F.R.; AYALA, H.G. Confrontacion de densidades de poblacion de sorgos sacariferos. Publication Miscelanea, Obispo, 66:27-33, 1980.

37. PETIZ, C.A.T.; RAUPP, A.A.A.; ALQUATI, P.H.; AVILA, C.J.E.; NASCIMENTO, S.L.S. Estudo de estocagem do colmo e do caldo de sorgo sacarino. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL, 10, Pelotas, 1981. Anais... Pelotas, EMBRAPA-UEPAE/Pelotas,1981. p.136-8.

38. RAUPP, A.A.; PATRINI, J.A.; PORTO, M.P.; SILVEIRA JÚNIOR, P. & BRANDÃO, N. Ensaio nacional de sorgo sacarino. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 14, Florianópolis, 1982. Resumos... Florianópolis, EMPASC, 1982. p.42.

39. RAUPP, A.A. & SILVEIRA, P.G. Estudo do espaçamento e densidade no sorgo granífero em Pelotas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 13, Londrina, 1980. Anais... Londrina, IAPAR, 1980. p.91.

40. REEVES Jr., S.A. & SMITH, B.A. Effect of row spacing on yield of total biomass and sugar for three sweet sorghum varieties, Agronomy Abstracts, Madison, 127, 1980. (72nd Annual Meting, American Society of Agronomy.

41. REIS, M.S.; RIBAS, P.M. & ANDRADE, A.M. de S. Efeito de densidade de plantio e níveis de nitrogênio na cultura do sorgo granífero em dois tipos de solo do Triângulo Mineiro. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 10, Sete Lagoas, 1974, Anais ... Sete Lagoas, EMBRAPA-CNPMS, 1974. p.91-6.

42. SCHAFFERT, R.E. & ANDRADE, R.U. Avaliação de duas coleções de germoplasma de sorgo sacarino para a produção de álcool. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 14, Florianópolis, 1982. Resumos... Florianópolis, EMBRAPA/EMPASC, 1982. p. 26.

43. _____; SANTOS, F.G. & BORGONOVI, R.A. Avaliação e recomendação de cultivares de sorgo sacarino para a produção de álcool. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 14, Floranópolis, 1982. Resumos... Florianópolis, EMPASC, 1982. p. 87.

44. SERRA, G.E. O sorgo sacarino como matéria prima para a produção de álcool etílico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SORGO, Brasília, 1977. Anais... Brasília, EMBRAPA/CNPMS, 1979. p.105-16.

45. SILVA, J.G. da. Sorgo sacarino para a produção de álcool. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 5(56):19-21, ago. 1979.

46. _____; SERRA, G.E.; MOREIRA, J.R. & GONÇALVES, J.C. Balanço energético cultural na produção de álcool etílico da cana-de-açúcar, mandioca e sorgo sacarino - fase agrícola e industrial. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 88(6):8-21, jun. 1976.

47. SMITH, B.A.; REEVES Jr. S.A. Sweet sorghum biomass. Part III. Cultivars and plant constituents. Sugar y azucar, New York, 76:37-50, 1981.

48. SNEDECOR, G.W. Statistical methods. S.ed. Iowa, Iowa State College, 1956. 330p.

49. STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw-Hill, 1960. 481p.

50. TEIXEIRA, C.G.; PURCHIO, M.J.; MENEZES, T.J.B.; SALES, A.M.; LAMO, P.R. de & ARAZAKI, T. Produção de álcool etílico de sorgo. Ciência e Cultura; Suplemento, São Paulo, 28(7): 831, jul. 1976. (Reunião Anual do SBPC).

51. TOKESHI, H. Interação entre cana-de-açúcar e sorgo sacarino na produção de álcool. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 100(1):17-24, jul. 1982.

52. VETTORI, F.C. Métodos de análise de solos. Rio de Janeiro, EPE, 1969. (Boletim técnico).