

INFLUÊNCIA DO ÂNGULO E ÁREA FOLIARES EM ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO DO SORGO, Sorghum bicolor (L.) Moench, CULTIVADO EM DIFERENTES POPULAÇÕES.

POR

LUCAS ANTONIO DE SOUSA LEITE

---

Dissertação apresentada ao Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de "Mestre em Fitotecnia".

Fortaleza-Ceará

MAIO/1978.

DECLARAÇÃO DO AUTOR

Esta dissertação faz parte dos requisitos exigidos pelo Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, para a obtenção do grau de "Mestre em Fitotecnia".

A transcrição parcial ou total da obra é permitida desde que se faça referência da fonte e autor.

---

LUCAS ANTONIO DE SOUSA LEITE

APROVADA, em 15/05/1978.

---

Prof. JONAS PAES DE OLIVEIRA, MS.

- Orientador -

---

Prof. JOSÉ FERREIRA ALVES, MS.

- Conselheiro -

---

Prof. CLAIRTON MARTINS DO CARMO, MS.

- Conselheiro -

---

Prof. FRANCISCO BERILO FAÇANHA MAMEDE, MS.

- Convidado -

A meus irmãos,

MEU RECONHECIMENTO.

A meus pais,

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), instituição de origem, pela oportunidade de realizar este Curso e pela ajuda financeira.

À Fundação Ford e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro oferecido.

Ao professor JONAS PAES DE OLIVEIRA, pela valiosa orientação desta dissertação.

Ao professor CLAIRTON MARTINS DO CARMO, pela colaboração e apoio à realização do trabalho de dissertação e demais facilidades facultadas.

Nosso agradecimento ao professor JOSÉ FERREIRA ALVES, pelas sugestões na parte estatística.

Desejamos estender os nossos agradecimentos a WALKER, WALBER e WALDÊNIA GURGEL pela desmedida ajuda nos trabalhos de campo e catalogação dos dados para análise estatística.

Finalmente, agradecemos à todos, que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## CONTEÚDO

	<u>Página</u>
LISTA DE QUADROS .....	vi
INTRODUÇÃO .....	1
REVISÃO DE LITERATURA .....	4
<u>Área Foliar</u> .....	4
<u>Ângulo Foliar</u> .....	5
<u>População e Espaçamento</u> .....	7
MATERIAL E MÉTODOS .....	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
<u>Sorgo Granífero</u> .....	16
. Altura das Plantas .....	16
. Peso Seco Total .....	16
. Peso das Panículas .....	17
. Peso de 100 Sementes .....	18
. Relação Peso do Grão/Peso da Panícula .....	18
. Ângulo Foliar .....	19
. Índice de Área Foliar .....	19
<u>Sorgo Forrageiro</u> .....	23
. Altura das Plantas .....	23
. Peso Seco Total .....	23
. Ângulo Foliar .....	25
. Índice de Área Foliar .....	26
RESUMO E CONCLUSÕES .....	30
<u>Sorgo Granífero</u> .....	30
<u>Sorgo Forrageiro</u> .....	31
LITERATURA CITADA .....	32

LISTA DE QUADROS

QUADRO		Página
01	Identificação das Cultivares de Sorgo Granífero e Forrageiro .....	12
02	Precipitações Pluviométricas (mm) Durante os Meses Correspondentes à Permanência da Cultura no Campo, nos Municípios de Pacajús e Redenção-Ceará, 1977 .....	12
03	Altura Média (cm), Peso Seco Total (t/ha) e Peso das Panículas (g e t/ha) do Sorgo Granífero no Município de Pacajús-Ceará, 1977 .....	21
04	Peso de 100 Sementes (g), Relação Peso do Grão/Peso da Panícula, Ângulo Foliar e Índice de Área Foliar do Sorgo Granífero no Município de Pacajús-Ceará, 1977..	22
05	Altura Média (cm), Peso Seco Total (g e t/ha), Ângulo Foliar e Índice de Área Foliar do Sorgo Forrageiro no Município de Pacajús-Ceará, 1977 .....	28
06	Altura Média (cm), Peso Seco Total (g e t/ha), Ângulo Foliar e Índice de Área Foliar do Sorgo Forrageiro no Município de Redenção-Ceará, 1977 .....	29
07	Análise da Variância e Coeficiente de Variação da Altura Média (cm) do Sorgo Granífero no Município de Pacajús-Ceará, 1977 .....	36
08	Análise da Variância e Coeficiente de Variação do Peso Seco Total (t/ha) do Sorgo Granífero no Município de Pacajús-Ceará, 1977 .....	36
09	Análises da Variância e Coeficientes de Variação do Peso das Panículas (g e t/ha) do Sorgo Granífero no Município de Pacajús-Ceará, 1977 .....	37

QUADRO		Página
10	Análise da Variância e Coeficiente de Variação do Peso de 100 Sementes (g) do Sorgo Granífero no Município de Pacajús-Ceará, 1977 .....	37
11	Análise da Variância e Coeficiente de Variação da Relação Peso do Grão/Peso da Panícula do Sorgo Granífero no Município de Pacajús-Ceará, 1977 .....	38
12	Análises da Variância e Coeficientes de Variação do Ângulo Foliar (AF) e do Índice de Área Foliar (IAF) do Sorgo Granífero no Município de Pacajús-Ceará, 1977.	38
13	Análises da Variância e Coeficientes de Variação da Altura Média (cm) do Sorgo Forrageiro nos Municípios de Pacajús e Redenção-Ceará, 1977 .....	39
14	Análises da Variância e Coeficientes de Variação do Peso Seco Total (g) do Sorgo Forrageiro nos Municípios de Pacajús e Redenção-Ceará, 1977 .....	39
15	Análises da Variância e Coeficientes de Variação do Peso Seco Total (t/ha) do Sorgo Forrageiro nos Municípios de Pacajús e Redenção-Ceará, 1977 .....	40
16	Análises da Variância e Coeficientes de Variação do Ângulo Foliar do Sorgo Forrageiro nos Municípios de Pacajús e Redenção-Ceará, 1977 .....	40
17	Análises da Variância e Coeficientes de Variação do Índice de Área Foliar do Sorgo Forrageiro nos Municípios de Pacajús e Redenção-Ceará, 1977 .....	41

## INTRODUÇÃO

O conjunto de trabalhos agrônômicos com vistas à melhoria da produtividade em regiões de características essencialmente semi - áridas como o Nordeste brasileiro, deve considerar o estudo do melhoramento e manejo adequado das plantas nativas de interesse econômico, bem como de plantas exóticas cultivadas, provenientes de áreas ecológicas assemelhadas à nossa. No tocante especial às plantas cultivadas, as áreas mais apropriadas ao bom desempenho de certos cultivos apresentam-se, de certa maneira, limitantes à medida em que se acentua a demanda pelos produtos de tais culturas. O milho, *Zea mays* L., por exemplo, apesar de ter a sua produção consideravelmente aumentada nos últimos anos na Região nordestina, vem apresentando decréscimos de produtividade que poderão se acentuar ainda mais, à medida que venha a ocupar novas áreas, principalmente, as tidas como marginais à sua ecologia. Destarte, considerando-se ainda o deficit alimentar da Região e o menor risco a ser assumido pelos agricultores no trato com cultura que apresente melhor aptidão às zonas mais áridas da Região, realiza-se presentemente no Nordeste a introdução e expansão do cultivo do sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, um dos cereais mais cultivados no mundo. Sendo um cereal que pode no seu todo ou em parte substituir o milho, tanto na alimentação humana como na animal, o sorgo apresenta menor requerimento de água, além de apresentar maior resistência à seca do que o milho.

Correntemente, com vistas ao desenvolvimento de tecnologia adaptada à área, diversos órgãos de pesquisa e ensino do Nordeste empreendem investigações com essa cultura, visando notadamente a identificação das melhores cultivares, consórcio e tratos culturais. Estudos básicos, como fonte de auxílio à experimentação e ao melhoramento, devem concomitantemente serem empreendidos, salientando-se aqui os relacionados com a parte aérea da planta, notadamente área e ângulo foliares, responsáveis diretos pela interceptação dos raios solares.

A área foliar de uma cultura está diretamente ligada à sua taxa fotossintética. Segundo SHIBLES & WEBER (1966), a produção de uma comunidade vegetal está diretamente relacionada com a quantidade de luz interceptada. Em trabalho realizado com soja, *Glicine max* (L.) Merrill, esses autores observaram que a um aumento da população correspondia um incremento no índice de área foliar da cultura. YAO & SHAW (1964), trabalhando com milho observaram que em populações de plantas submetidas a maiores espaçamentos a radiação líquida era maior abaixo da superfície da cultura. Considerando esses parâmetros é de esperar-se que espaçamentos mais fechados concedam à cultura maior produtividade, até um certo ponto, onde a competição entre plantas venha influenciar negativamente.

O ângulo foliar é uma característica que vem sendo muito enfocada nos últimos anos com o objetivo primordial de conseguir-se densidades de plantio que permitam melhores interceptações possíveis da energia luminosa. A esse respeito, DONALD (1963) afirma que em cultivos adensados, maiores produções poderiam ser conseguidas por plantas de menor habilidade competitiva. Segundo ele, as plantas, normalmente, competem entre si pela interferência de uma no ambiente da outra. Desse modo, plantas que apresentem folhas erectas tendem a interferir menos no ambiente das suas vizinhas, tornando-se conseqüentemente, menos competitivas.

Estudos realizados por PENDLETON et al. (1968) mostraram ser a arquitetura foliar um fator por demais importante na produtividade das culturas. Eles conseguiram substancial aumento na produtividade do milho utilizando plantas com folhas erectas. WHIGHAM & WOOLLEY (1974), também trabalhando em cultura de milho, em espaçamento mais aberto, não observaram, porém, resultados vantajosos com relação ao ângulo foliar mais verticalizado, indicando que a influência dessa característica somente era evidenciada em populações mais adensadas.

Segundo WALL & ROSS (1970), o controle genético do ângulo foliar em sorgo ainda é desconhecido. Assim sendo, neste trabalho objetivava-se identificar cultivares que apresentem tendência para folhas verticalizadas, observando seu comportamento em relação à produção por área, em diferentes populações, como também o efeito da área foliar da cultura na produtividade.

## REVISÃO DE LITERATURA

### Área Foliar

Na avaliação do potencial fotossintético de uma comunidade vegetal, o conhecimento de sua área foliar é de fundamental importância, muito embora não represente esse fator por si só, a fotossíntese líquida das folhas individualmente, nem da própria comunidade. Segundo CHANG (1974), uma avaliação quantitativa da produção de matéria seca requer o conhecimento da fotossíntese líquida das folhas individualmente, assim como, de toda a área foliar da planta. LOOMIS & WILLIAMS (1969) afirmaram que com a aplicação das técnicas de análise de crescimento nas comunidades agrícolas, o produto do índice de área foliar (IAF) pela taxa de assimilação líquida (TAL), exprimiria a produção líquida de matéria seca da comunidade, ou seja, a taxa de crescimento da cultura (TCC).

O índice de área foliar foi idealizado por WATSON (1947) e desde então, vem sendo utilizado como parâmetro na análise de crescimento. É uma característica importante, porém, de muita laboriosidade para se determinar, pois, teoricamente teria-se que medir a área de todas as folhas da comunidade vegetal. CHANG (1974), descreve vários métodos para determinação da área foliar de uma cultura, mas, nenhum deles tem importância prática, e ainda apresentam a desvantagem de serem métodos destrutivos. Daí, alguns autores se preocuparam em determinar constantes de multiplicabilidade, que venham fornecer boas estimativas da área foliar real. Entre esses autores temos STICKLER et al. (1961) que encontraram um método para a determinação da área foliar do sorgo granífero pelo simples produto do comprimento da folha, sua máxima largura e uma constante  $K$ , calculada como sendo igual a 0,747. KRISHNAMURTHY et al. (1974), aplicando método semelhante em 3 genótipos de sorgo encontraram um valor para  $K$  igual a 0,71. Na tentativa de diminuir a laboriosidade do método tomaram a folha mais larga como sendo a mais representativa e encontraram valores para  $K$  que variaram entre 4,106 e 5,873, de acordo com os genótipos estudados. Procurando também diminuir a laboriosidade do processo, WENDT (1967), determinou

uma equação de regressão para o sorgo utilizando o logaritmo da área foliar e o logaritmo do comprimento da folha, chegando à seguinte equação:  $\log Y = 1,497 \log X - 0,406$ , onde  $Y$  é a área foliar ( $\text{cm}^2$ ) e  $X$  o comprimento da folha (cm), tendo as variáveis apresentado um coeficiente de correlação de 0,94.

A utilização da radiação solar por uma cultura, relaciona-se em muito com o IAF dessa cultura. SHIBLES & WEBER (1966), estudando a interceptação de luz radiante e produção de matéria seca em soja, *Glicine max* (L.) Merrill, encontraram que o aumento da população resultou em incremento do índice de área foliar e numa redução do número de dias da emergência até 95% da interceptação da radiação solar ( $D_{95}$ ). Em populações acima de 128.492 plantas por hectare o  $D_{95}$  foi consideravelmente superior no espaçamento de 100 cm em relação aos de 12,5, 25 e 50 cm. A produção de matéria seca foi uma função da porcentagem de interceptação da radiação solar, independentemente do espaçamento.

YODA et al. (1957), citados por DUCAN (1969), expuseram plantas experimentalmente à sombra e observaram que mesmo assim, certa quantidade de luz atingia as mesmas, as quais, alcançavam suas alturas máximas. Por sua vez, de OLIVEIRA (1974) em trabalho realizado com algodão cultivado em duas populações, verificou que as plantas não apresentaram diferenças em altura no estágio de frutificação. No entanto, hipotetizou o autor que em estágios anteriores, possivelmente, ter-se-ia detectado diferenças em altura, devido à maior competição por luz nos estágios iniciais em cultivos adensados, o que induziria a maiores alturas, ocorrendo uma compensação no estágio final de desenvolvimento da cultura devido a exaustão de nutrientes do solo.

### Ângulo Foliar

O ângulo foliar é uma característica que vem sendo muito estudada nos últimos anos, com o intuito de permitir maior adensamento populacional às culturas, buscando-se, por conseguinte, um incremento na produtividade. PENDLETON et al. (1968), utilizando um híbrido de milho

(C 103 x Hy) possuidor do gen "lg<sub>2</sub>" responsável pela característica folha erecta, observaram que o referido híbrido, produzia 40% a mais de grãos que o seu contraparte de folha horizontal, quando submetido a espaçamentos de 51 cm e população de 59.304 plantas por hectare. Da mesma forma, HICKS & STUCKER (1972) observaram em milho que a produção aumentava nas plantas com folhas verticalizadas quando comparada a obtida nas plantas de hábito normal. Constataram, também que a produção se correlacionou negativamente com o ângulo foliar em baixas populações e à medida que as plantas eram submetidas a maiores adensamentos, esta correlação tendeu para zero.

WINTER & OHLROGGE (1973), alterando mecanicamente o ângulo foliar de folhas de milho, de 45° para 75 ou 80°, encontraram que a resposta ao ângulo foliar dependia do índice de área foliar (IAF). Eles observaram que com IAF em torno de 3 ou 4, as plantas que apresentavam folhas verticalizadas tenderam a decrescer a produção de grãos, enquanto que com IAF acima de 5, houve tendência de aumento da produção. O IAF ótimo para a produção de grãos foi sempre maior em plantas com folhas verticalizadas. Eles também observaram que essas plantas quando cultivadas com seus índices de área foliar ótimos, o tipo com folhas verticalizadas apresentou vantagem na produção de grãos em torno de 0,4; 5,7 e 5,8%, em três anos subsequentes, porém, estas diferenças não foram significativas. Essa interdependência entre os efeitos do ângulo foliar e IAF na produção das plantas foi muito bem focalizado por DUNCAN (1971) que, a partir de dados observados em milho, desenvolveu uma simulação em computador, concluindo ter o ângulo foliar um pequeno efeito nas taxas fotossintéticas da cobertura vegetal em IAF's menores ou próximos de 3. Já para IAF's elevados, as plantas com folhas orientadas verticalmente podem apresentar as mais altas taxas fotossintéticas, o contrário ocorrendo naquelas com folhas horizontais.

WHIGHAM & WOOLLEY (1974), testando o híbrido de milho (C 103x Hy) que possui plantas do tipo com folhas erectas e seu contraparte com folhas normais (horizontais), em espaçamento de 76 cm e fazendo variar populações de 39.305 a 88.958 plantas por hectare, concluíram que o ângulo foliar tinha pouco efeito na produção quando se usava espaçamentos de 76 cm entre fileiras. RUSSELL (1972), em experimento de campo com 5 híbridos de milho com orientação foliar vertical e 5 outros com orientação horizontal, testados em 6 populações, não encontrou resultados que definissem uma linha de pesquisa para o tipo de orientação da folha, já que não houve superioridade de nenhum dos tipos. Esse mesmo autor observou que o espaçamento quando diminuía, as plantas apresentavam uma tendência de verticalizarem suas folhas devido, principalmente, à competição por luz.

Segundo WALL & ROSS (1970), o ângulo foliar tem sido estudado em outras culturas, como arroz e soja e os resultados conseguidos são bastantes promissores. No entanto, segundo esses autores o controle genético dessa característica ainda é desconhecido na cultura do sorgo.

#### População e Espaçamento

A população de plantas é um fator de muita frequência nos registros da literatura agrônômica. Seu estudo é importante na determinação da população ótima para determinada cultura em determinado ambiente, sendo, portanto, mais representativo para respostas de cunho regional. Há uma tendência na agricultura moderna, de adensar-se os plantios em busca, essencialmente, de aumento na produtividade. Atenção para esse fato é chamada por autores como WHIGHAM & WOOLLEY (1974) e STICKLER *et al.* (1961), segundo os quais um grande adensamento populacional implica em diminuição da produtividade devido, principalmente ao sombreamento. Sob esse aspecto, deve-se considerar, obviamente, o tipo de planta sob cultivo. DONALD (1963), considera como planta ideal para plantios adensados aquela que apresente menor habilidade competitiva, o que, segundo o autor, conduziria a maiores produções.

Em estudos realizados em sorgo granífero, GRIMES & MUSICK (1960), encontraram uma equação de regressão:  $\hat{Y} = 117,11 - 0,72 X$ , onde  $\hat{Y}$  é a produção em "bushels por acre" e  $X$  o espaçamento em polegadas. Nesse estudo, uma população de plantas variando de 138.378 a 553.514 plantas por hectare, em alguns casos, não teve influência material na produção.

A literatura registra, porém, uma série de dados conflitantes com o resultado encontrado por esses autores, especialmente, para o sorgo granífero, já que o forrageiro tem sido muito pouco estudado. PORTER et al. (1960), trabalhando com sorgo granífero sob condições de irrigação e fertilização, observaram que o rendimento de grãos era significativamente superior nos espaçamentos de 30 e 50 cm em relação aos de 75 e 100 cm. A média de produção de grãos e forragem no espaçamento de 100 cm foi significativamente inferior a todos os demais espaçamentos. Uma uniformidade na distribuição das plantas sobre a área cultivada resultou em maior eficiência do uso de umidade, nutrientes e energia solar, e consequentemente, em maiores rendimentos nos menores espaçamentos.

STICKLER & LAUDE (1960) observaram em sorgo granífero que as maiores produções foram registradas com 192.741 do que com 128.494 plantas por hectare. Outrossim, notaram significância para a interação população de plantas x espaçamento entre fileiras. A temperatura do solo, a intensidade de luz na superfície do solo e a perda de água da superfície do solo foram menores nos espaçamentos mais reduzidos (25; 40; 50 e 60cm) do que nos espaçamentos de 100 cm.

Com base em estudos de vários anos com sorgo granífero, STICKLER et al. (1961), informaram ser a superioridade na produção de grãos no espaçamento de 50 cm sobre o de 100 cm, devida ao fato da maior população de plantas do primeiro espaçamento e não pelo efeito da distância de fileiras de "per si". Eles observaram também, que a largura do espaçamento comportou-se diferentemente em relação à área por planta para a produção de grãos, em dois dos quatro testes efetivados. Sob as condições do experimento, as maiores produções foram alcançadas quando a plan

ta dispunha de uma área de 387 a 516 cm<sup>2</sup>. Esses autores verificaram também, que as plantas submetidas a maiores densidades populacionais apresentavam maiores alturas.

Trabalhando com cultivares de sorgo híbrido, sob irrigação, BROWN et al. (1964), comprovaram, em três anos subsequentes, a superioridade do espaçamento de 50 cm sobre o de 100 cm, na produção de grãos e forragem. O peso do metro cúbico de grãos foi superior, porém, no espaçamento de 100 cm, quando não houve ataque de antracnose.

Em experimento de campo realizado com sorgo granífero e forrageiro, BURNSIDE et al. (1964), verificaram que espaçamentos mais fechados (25 e 50 cm) entre fileiras quando comparados com os mais largos (75 e 100 cm) aumentavam a produção de forragem e o número de panículas por acre, enquanto que diminuía o número de ervas daninhas, altura das plantas, número de panículas por plantas, peso individual de panículas, umidade das sementes e peso de 100 sementes.

Em trabalho utilizando cultivares de sorgo granífero, KARCHI & RUDICH (1966), observaram que os maiores rendimentos resultaram de espaçamentos estreitos entre fileiras combinados com maiores espaçamentos entre plantas. Eles utilizaram espaçamentos entre linhas de 100 e 200 cm, e entre plantas de 2,5; 5; 10 e 20 cm. Os autores afirmaram ser esse aumento devido primariamente ao acréscimo do número de panículas por unidade de área e não por mudança do peso da panícula. Os mais altos rendimentos foram obtidos com 49.421 a 172.973 plantas por hectare, especialmente, quando plantado em espaçamentos mais estreitos.

O efeito do espaçamento, população de plantas e fertilização nitrogenada na produção do sorgo granífero, foi estudado por WELCH et al. (1966), que encontraram um ótimo populacional, para a produção de grãos e resíduo, entre 98.841 e 148.262 plantas por hectare. O máximo de rendimento de grãos e resíduo foi obtido com aplicação de 56 kg de nitrogênio por hectare, exceto sob condições de elevada umidade. Com população de 98.841 plantas por hectare, o espaçamento de 50 cm igualou-se ou mesmo excedeu ao de 100 cm, na produção de grãos e resíduo.

Em um experimento de densidades de plantio realizado com milho e utilizando os espaçamentos entre plantas de 2,5; 5; 10; 20; 40; 80; 120 e 160 cm, HAYNES & SAYRE (1956) verificaram que o peso seco total (kg/ha) tendeu a aumentar à medida que crescia a densidade de plantio. Por outro lado, o peso seco total das plantas individualmente foi maior nas menores densidades. Assim, o aumento da produção nas maiores densidades de plantio deveu-se ao incremento na população de plantas e não pela produção individual das plantas.

Trabalhando com duas cultivares de sorgo com características forrageiras, em espaçamentos de 17,3; 35,6 e 71,1 cm entre fileiras, e usando taxas de semeadura de 8,4; 13,5; 16,8; 26,9; 33,6 e 54,8 kg/ha, KOLLER & SCHOLL (1968), observaram que a produção de matéria seca por hectare aumentava com o aumento da população, principalmente, nos espaçamentos mais estreitos.

Em experimento de espaçamento conduzido por LIRA et al. (1976), com sorgo grânifero no Estado de Pernambuco, ficou evidenciado que as maiores produções de grãos foram obtidas nos espaçamentos de 50 e 75 cm com 15 a 20 plantas por metro linear.

Em experimento de campo realizado no Estado do Ceará, MAMEDE (1976), utilizando os sorgos grânifero e forrageiro submetidos a 2 espaçamentos e 4 densidades de plantio, recomenda para o primeiro, espaçamento de 75 cm entre fileiras e 5 plantas por metro linear, e para o segundo, espaçamento de 50 cm com 10 a 15 plantas por metro linear. Nesse estudo, a altura média das plantas variou com a população, porém, nem sempre as maiores alturas foram registradas nas populações mais densas. Em relação ao peso das panículas, este diminuiu com o aumento da população, bem como o peso dos grãos. A produção de massa verde do sorgo forrageiro não diferiu nas diversas populações.

## MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se no presente trabalho quatro cultivares de sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, sendo duas graníferas (EA-955 e EA-206) e duas forrageiras (EA-116 e EA-401) existentes no Banco de Germoplasma do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, cuja identificação encontra-se no QUADRO 01, de acordo com o registro de entrada. Todas elas têm apresentação bom comportamento em termos de produção de grãos e massa verde, respectivamente, nos ensaios de competição de cultivares de sorgo granífero e forrageiro, executados pelo Programa para o Desenvolvimento do Sorgo no Estado do Ceará, resultante de Convênio entre a Universidade Federal do Ceará e o Banco do Nordeste do Brasil S/A.

Os ensaios foram conduzidos nos municípios de Pacajús e Redenção-Ceará. Em Pacajús, foi instalado um experimento com sorgo granífero e um outro com forrageiro na Unidade de Execução de Pesquisa de âmbito Estadual de Pacajús, em área pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em solo arenoso com baixo teor de fósforo, potássio, cálcio + magnésio e com pH igual a 5,8, tendo recebido recomendação de adubação de nivelamento de 80-80-40, por parte do Laboratório de Análises de Solos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. Em Redenção, foi instalado um outro ensaio com sorgo forrageiro no Campo de Multiplicação de Sementes de Antonio Diogo, em área pertencente à Secretaria de Agricultura e Abastecimento de Estado do Ceará, em terreno franco-arenoso com baixo teor de fósforo, cálcio + magnésio, alto teor de potássio e com pH igual a 6,0, tendo sido recomendada adubação de 80-80-20. O adubo foi colocado em sulcos ao lado das linhas de cultura, sendo que por ocasião do plantio foi aplicado metade do adubo nitrogenado e o total dos demais nutrientes. Após trinta dias da emergência foi aplicado, em cobertura, o restante do nitrogênio. Os adubos utilizados foram uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio. As precipitações pluviométricas nos dois locais, referentes ao período de condução dos experimentos, constam do QUADRO 02.

QUADRO 01 - Identificação das Cultivares de Sorgo Granífero e Forrageiro.

Cultivar	Identificação
EA-116	3937-2
EA-206	IS-8236
EA-401	AF-43-IPA
EA-955	SERENA

QUADRO 02 - Precipitações Pluviométricas (mm) Durante os Meses Correspondentes à Permanência da Cultura no Campo, nos Municípios de Pacajús e Redenção - Ceará, 1977.

Meses	Locais	
	Pacajús	Redenção
Abril	243,8	255,0
Maio	232,0	209,0
Junho	206,1	200,0
Julho	107,7	100,0
TOTAIS	789,6	764,0

Adotou-se um esquema fatorial  $4 \times 2$  num delineamento em blocos completos casualizados com 4 repetições. Cada experimento envolveu quatro densidades de plantio (5, 10, 15 e 20 plantas por metro linear) e duas cultivares de sorgo grãífero ou forrageiro. O espaçamento utilizado para o sorgo grãífero foi de 75 cm, enquanto que para o forrageiro usou-se 50 cm entre linhas, espaçamentos estes recomendados por MAMEDE (1976), em estudos realizados nos municípios de Cascavel e Redenção - Ceará.

Os tratamentos testados foram os seguintes:

Experimento com Sorgo Granífero:

EA-955 com 5 plantas/m	-	66.500 plantas/ha
EA-955 com 10 plantas/m	-	133.000 plantas/ha
EA-955 com 15 plantas/m	-	199.500 plantas/ha
EA-955 com 20 plantas/m	-	266.000 plantas/ha
EA-206 com 5 plantas/m	-	66.500 plantas/ha
EA-206 com 10 plantas/m	-	133.000 plantas/ha
EA-206 com 15 plantas/m	-	199.500 plantas/ha
EA-206 com 20 plantas/m	-	266.000 plantas/ha

Experimentos com Sorgo Forrageiro:

EA-116 com 5 plantas/m	-	100.000 plantas/ha
EA-116 com 10 plantas/m	-	200.000 plantas/ha
EA-116 com 15 plantas/m	-	300.000 plantas/ha
EA-116 com 20 plantas/m	-	400.000 plantas/ha
EA-401 com 5 plantas/m	-	100.000 plantas/ha
EA-401 com 10 plantas/m	-	200.000 plantas/ha
EA-401 com 15 plantas/m	-	300.000 plantas/ha
EA-401 com 20 plantas/m	-	400.000 plantas/ha

As parcelas apresentaram 3,0 m de largura e 6,0 m de comprimento. Para o sorgo granífero, espaçado de 75 cm, as parcelas continham 4 fileiras, sendo as duas centrais consideradas úteis e utilizadas para a coleta dos dados. Para o sorgo forrageiro com 50 cm de espaçamento, as parcelas continham 6 fileiras, sendo as quatro centrais consideradas úteis.

Em 10 de abril de 1977, efetuou-se o plantio dos experimentos com sorgo granífero e forrageiro no município de Pacajús. Dez dias após, realizou-se o replantio nas parcelas que apresentaram falhas de germinação. Quando as plantas estavam com cerca de 15 a 20 cm de altura, efetuou-se o desbaste, permanecendo cada um dos tratamentos com o seu correspondente número de plantas por fileira.

A 2 de julho de 1977, foi feita uma amostragem para colgir dado referentes a ângulo e índice de área foliar. Quinze dias após, foi feita nova amostragem quando a cultura se encontrava na fase de colheita. Nestas amostragens eram escolhidas ao acaso, 4 plantas por parcela, registrando-se suas alturas, área do solo ocupada, os ângulos foliares de todas as folhas, bem como, o comprimento e a largura máxima de cada folha. As plantas colhidas foram devidamente etiquetadas, trituradas e postas a secar em estufa com temperatura em torno de 75°C. Posteriormente, foram feitas determinações de peso seco total, peso das panículas, relação peso do grão/peso da panícula e peso de 100 sementes. Para o sorgo forrageiro, apenas o peso seco total foi determinado. Efetuou-se, também, uma amostragem de 10 plantas por tratamento, das quais foram destacadas as folhas e tomadas seus comprimentos e larguras máximas, para determinação de suas áreas com um planímetro.

Em 16 de abril de 1977 foi efetuado, em Redenção, o plantio do experimento com sorgo forrageiro. Semelhantes amostragens e medições foram realizadas, diferindo aqui apenas quanto a época, que consistiu dos dias 8 e 23 de julho de 1977, para a primeira e segunda amostragens, respectivamente.

As medições de ângulo foliar foram tomadas com um aparelho denominado clinômetro, descrito por WHIGHAM & WOOLLEY (1974). A área foliar foi estimada pelo comprimento x largura máxima x um fator de correção "K". O fator de correção foi calculado dividindo-se a área foliar real (determinada por medições feitas com um planímetro) pelo comprimento da folha x sua máxima largura.

Estimadas as áreas foliares determinou-se os índices de área foliar (IAF) dividindo-se a área foliar de cada planta pela área de solo ocupada pela mesma, como descrito por WATSON (1947).

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente pelos métodos convencionais segundo COCHRAN & COX (1957).

As médias de tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados de produção de grãos e o peso seco total correspondentes aos sorgos granífero e forrageiro foram correlacionados com o índice de área foliar e o ângulo foliar.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Sorgo Granífero

#### . Altura das Plantas

Esta característica não apresentou diferença estatística significativa entre tratamentos (QUADRO 07). No QUADRO 03, observa-se que apesar das alturas das plantas não diferirem entre si, houve uma tendência das menores densidades encerrarem as maiores alturas. Este fato está de acordo com os resultados encontrados por BURNSIDE et al. (1964) e em parte, com os observados por MAMEDE (1976). Entretanto, STICKLER et al. (1961) obtiveram resultado diferente, o que os autores afirmaram dever-se à ocorrência de sombreamento mútuo nas populações mais adensadas. YODA et al. (1957), citados por DUNCAN (1969), constataram que as plantas quando submetidas experimentalmente à sombra, ocorre muitas vezes, uma certa intensidade de luz na qual elas atingem as suas máximas alturas. Então, se nossas observações tivessem sido feitas em estágios anteriores no desenvolvimento das plantas, certamente, teríamos encontrado diferenças significativas em altura para as diferentes populações. A esse respeito, de OLIVEIRA (1974), trabalhando com algodão herbáceo submetido a duas densidades de plantio, constatou que, na fase de frutificação, não havia diferença na altura das plantas. Em razão disso, referido autor arguiu que no plantio mais denso de ver-se-ia esperar que as plantas se alongassem, mais rapidamente nas fases iniciais de crescimento, devido ao sombreamento mútuo, e, menos rapidamente na época final de crescimento, devido à exaustão de nutrientes do solo. Assim sendo, uma certa compensação em altura ocorreria para diferentes populações ao cabo do fim do estágio de crescimento.

#### . Peso Seco Total

A análise da variância dos dados coligidos para esta característica revelaram não haver diferença estatística significativa entre cultivares (QUADRO 08), ocorrendo apenas uma ligeira tendência de superioridade da cultivar EA-955 em relação a EA-206, que apresentaram

em média, respectivamente, pesos secos totais de 6,90 e 6,40 t/ha, nas diversas densidades (QUADRO 03). Por outro lado, o efeito de densidades teve significância estatística somente dentro da cultivar EA-955, apresentando a mesma, maior peso seco com 15 plantas por metro linear em relação as densidades de 10 e 5 plantas por metro linear (QUADRO 03). A cultivar EA-206 não evidenciou diferença estatística significativa entre densidade. No entanto, apesar da densidade de 20 plantas por metro linear ter tendido a apresentar maior peso seco, seria mais recomendável a utilização de 5 plantas por metro linear, por necessitar de menor quantidade de sementes na implantação da cultura.

Esses resultados concordam, em parte, com os encontrados por KOLLER & SCHOLL (1968) que observaram ser a produção de matéria seca por hectare, crescente com o aumento da população, principalmente, nos espaçamentos mais estreitos. Também, HAYNES & SAYRE (1956), trabalhando com milho, verificaram que o aumento da densidade de plantio de terminava acréscimo no peso seco total das plantas.

#### . Peso das Panículas

O peso médio individual das panículas, mostrado no QUADRO 03, apresentou diferença estatística significativa entre cultivares e densidades dentro das cultivares (QUADRO 09). O maior peso médio das panículas registrou-se na cultivar EA-206 e nas menores densidades para as duas cultivares (QUADRO 03). No mesmo quadro, observa-se que para as duas cultivares a densidade de 5 plantas por metro linear, mostrou-se superior às demais, ao nível de 1% de probabilidade. Esses resultados se coadunam com os encontrados por BURNSIDE *et al.* (1964) e MAMEDE (1976). KARCHI & RUDICH (1966), não detectaram porém, diferença significativa em relação a esta característica.

Por outro lado, quando estes dados foram transformados em toneladas por hectare, as cultivares não apresentaram diferença estatística significativa (QUADRO 09). No entanto, a cultivar EA-206 tendeu a apresentar uma produção média de grãos superior a EA-955 (QUADRO 03). Analisando-se o comportamento das densidades dentro de cada uma

das cultivares, constatou-se que houve diferença significativa somente na cultivar EA-955 (QUADRO 09). A comparação das médias feita pelo teste de Tukey evidenciou que, embora 15 plantas por metro linear tenha apresentado o maior valor para peso das panículas (t/ha), este não diferiu das densidades de 10 e 20 plantas por metro linear.

Estes resultados se harmonizam com os encontrados por GRIMES & MUSICK (1960). BROWN et al. (1964), BURNSIDE et al. (1964) e STICKLER & LAUDE (1960), verificaram que maiores produções eram conseguidas com espaçamentos de 25 a 50 cm, combinados com maiores densidades de plantio. MAMEDE (1976), por sua vez, encontrou maiores rendimentos associando espaçamentos de 75 cm e menores densidades de plantio.

#### . Peso de 100 Sementes

Esta característica não evidenciou significância estatística entre os tratamentos, como denota o QUADRO 10. Observa-se porém, no QUADRO 04, que as menores densidades apresentaram ligeira tendência para maiores valores de peso de 100 sementes, para as duas cultivares. Por outro lado, o peso individual das panículas foi superior na densidade de 5 plantas por metro linear (QUADRO 03). Assim, o maior peso individual das panículas deveu-se, provavelmente, ao maior número de sementes nas panículas das plantas cultivadas em populações menos densas do que pela influência do peso das sementes.

A diminuição do peso do grão do sorgo com o aumento da população também foi verificada por BROWN et al. (1964), BURNSIDE et al. (1964) e MAMEDE (1976).

#### . Relação Peso do Grão/Peso da Panícula

A análise da variância dos dados para a relação peso do grão/peso da panícula, mostra não haver diferença estatística significativa entre os diversos tratamentos (QUADRO 11). Observou-se também, que esta relação não apresentou tendência alguma de ser maior ou menor de acordo com a variação das densidades. Seu valor máximo foi de 0,90 com 5 plantas por metro linear, e o mínimo de 0,81 com 15 plantas por metro linear, ambos na cultivar EA-955. Os demais valores encontram-se no QUADRO 04.

### . Ângulo Foliar

No QUADRO 12, a análise de variância mostra diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade entre as cultivares, sendo a EA-206 a que apresentou tipo de folha mais erecta (QUADRO 04). O efeito de densidades dentro das duas cultivares também apresentou diferença significativa, sendo a densidade de 5 plantas por metro linear inferior às demais. Entretanto, a densidade de 15 plantas por metro linear tendeu a apresentar folhas mais verticalizadas para as duas cultivares (QUADRO 04). A esse respeito, RUSSELL (1972) constatou tendência em plantas de milho, notando que as folhas se apresentavam mais erectas em densidades populacionais mais fechadas. Assim, era de esperar-se que com 20 plantas por metro linear, as plantas tivessem folhas mais erectas. Isto em parte é verídico, porém os resultados são apresentados em termo de ângulo médio, e nesta densidade, apesar das folhas superiores terem se apresentado como as mais verticalizadas, as folhas baixas, provavelmente, devido ao sombreamento e talvez, pelo próprio impedimento físico, mostraram-se mais horizontalizadas, o que certamente promoveu a queda da tendência esperada.

O estudo de correlação entre o ângulo foliar médio e a produção de grãos, expressa pelo peso das panículas (t/ha), mostrou não haver correlação significativa entre esses parâmetros ( $r = 0,314$ ). Entretanto, observamos que a densidade de 15 plantas por metro linear tendeu a apresentar folhas mais verticais (QUADRO 04), da mesma forma que tendeu a ser a mais produtiva dentro de cada cultivar (QUADRO 03).

### . Índice de Área Foliar

A correlação da área foliar com os dados de área foliar real, medida pelo planímetro, revelou-se significativa ao nível de 1% de probabilidade, evidenciando coeficiente de correlação de 0,97. A constante "K" para o referido tipo de sorgo foi calculada como sendo igual a 0,74. KRISNAMURTHY *et al.* (1974) e STICKLER *et al.* (1961), respectivamente, encontraram valores para "K" iguais a 0,71 e 0,747.

Esta característica não diferiu estatisticamente entre as cultivares (QUADRO 12), tendo a EA-206 apresentado índice de área foliar médio de 1,85 e a EA-955, de 1,72 (QUADRO 04).

As densidades dentro das duas cultivares evidenciaram diferença estatística significativa ao nível de 1% de probabilidade (QUADRO 12), sendo que, as maiores densidades encerraram os maiores índices de área foliar (QUADRO 04). Contudo, o coeficiente de correlação ( $r = 0,217$ ) entre o índice de área foliar e o peso das panículas (t/ha) não foi significativo. Entretanto, as maiores produções tenderam para a densidade de 15 plantas por metro linear, onde as folhas se apresentaram mais verticalizadas. STICKLER et al. (1961), denotam o sombreamento como o principal fator na queda da produtividade do sorgo submetido a elevadas densidades de plantio. Portanto, parece plausível haver sido o sombreamento, um fator deveres antagônico à obtenção de maior produtividade através de uma densidade de plantio mais acentuada.

QUADRO 03 - Altura Média (dm), Peso Seco Total (t/ha) e Peso das Panículas (g e t/ha) do Sorgo Granífero no Município de Pacajús-Ceará, 1977.

CULTIVARES	DENSIDADES (plantas / m)	ALTURA MÉDIA (cm)	PESO SECO TOTAL (t/ha)	PESO DAS PANICULAS (g) +	PESO DAS PANÍCULAS (t/ha)
EA-955	5	108,7	5,04 b	43,2 a	2,88 b
EA-955	10	109,8	6,35 b	24,0 b	3,20 ab
EA-955	15	102,6	9,21 a	23,9 b	4,79 a
EA-955	20	99,1	7,01 ab	13,5 b	3,60 ab
Médias		105,0	6,90	26,1	3,61
EA-206	5	109,0	6,28 a	59,6 a	3,96 a
EA-206	10	97,9	6,26 a	29,6 b	3,95 a
EA-206	15	93,2	5,58 a	22,6 bc	4,52 a
EA-206	20	92,2	7,48 a	14,3 c	3,81 a
Médias		98,0	6,40	31,5	4,06

+ Média de 4 panículas

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

QUADRO 04 - Peso de 100 Sementes (g), Relação Peso do Grão/Peso da Panícula, Ângulo Foliar e Índice de Área Foliar do Sorgo Granífero no Município de Pacajús - Ceará, 1977.

CULTIVARES	DENSIDADES (plantas / m)	Peso de 100 Sementes (g)	Peso do Grão/Peso da Panícula	Ângulo Foliar	Índice de Área Foliar
EA-955	5	2,47	0,90	19,3º b	1,02 c
EA-955	10	2,44	0,88	31,9º a	1,15 bc
EA-955	15	2,41	0,81	36,3º a	2,04 ab
EA-955	20	2,24	0,83	30,5º a	2,69 a
Médias		2,39	0,85	29,5º	1,72
EA-206	5	2,52	0,85	32,7º b	1,07 b
EA-206	10	2,49	0,84	36,0º ab	1,44 b
EA-206	15	2,45	0,83	44,4º a	1,94 b
EA-206	20	2,44	0,86	39,0º ab	2,96 a
Médias		2,47	0,84	38,0º	1,85

Médias seguidas da mesma letra não diferem **entre** si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

## Sorgo Forrageiro

### . Altura das Plantas

A análise da variância desta característica revelou significância estatística somente entre densidades dentro das duas cultivares, nos municípios de Pacajús e Redenção (QUADRO 13). A EA-116 apresentou altura média de 159,6 e 197,8 cm, enquanto que a EA-401 evidenciou 151,4 e 194,4 cm, respectivamente, nos municípios de Pacajús e Redenção (QUADRO 05).

O efeito de densidades dentro da cultivar EA-116 foi significativo nos dois locais (QUADRO 13). De um modo geral, a densidade de 5 plantas por metro linear não diferiu da de 10 plantas por metro, no entanto, apresentou as maiores alturas. Na EA-401 a densidade de 5 plantas por metro linear sobressaiu-se das demais, no município de Pacajús, não se sucedendo o mesmo em Redenção (QUADRO 13). Porém, verificou-se uma tendência das menores densidades encerrarem as maiores alturas (QUADRO 05).

Analisando comparativamente os resultados encontrados em Pacajús e Redenção, observa-se que as plantas, de uma maneira geral, mostraram-se mais altas em Redenção. Este fato é explicável pelas melhores condições edafológicas encontrada nesse município, já que os dados pluviométricos nos dois municípios, foram praticamente os mesmos (QUADRO 02).

Estes resultados estão de acordo com os encontrados por BURNSIDE et al. (1964) e em parte, com os observados por MAMEDE (1976).

### . Peso Seco Total

A massa verde é o fator mais importante na produção do sorgo forrageiro, sendo tal fator estimado em nosso estudo, através de determinações de peso seco total.

O peso seco total, expresso em gramas, evidenciou diferença significativa entre cultivares, nos dois municípios estudados (QUADRO 14), tendo a cultivar EA-116 apresentado valores médios de 163,6 e 231,4 g, enquanto que, a cultivar EA-401 evidenciou valores de 137,4 e 209,5 g, respectivamente, nos municípios de Pacajús e Redenção. (QUADROS 05 e 06). As densidades dentro das duas cultivares mostraram-se significativas ao nível de 1% de probabilidade nos dois locais (QUADRO 14). A densidade de 5 plantas por metro linear foi a que apresentou os maiores valores para peso seco total, nas plantas individualmente, da mesma forma que tenderam a apresentar maiores alturas (QUADROS 05 e 06). Isto vem a favor da nossa hipótese anterior, da maior concorrência nas altas densidades, sobretudo, por nutrientes do solo.

Nos QUADROS 05 e 06, encontram-se também os valores médios relativos ao peso seco total, transformados para toneladas por hectare, nos municípios de Pacajús e Redenção. A análise da variância revelou diferença estatística ao nível de 1% de probabilidade para as duas cultivares nos dois locais estudados (QUADRO 15). Da mesma forma, houve efeito significativo de densidades para as duas cultivares. Dentre estas, a EA-116 foi a mais produtiva apresentando médias de 8,41 e 12,56 t/ha, enquanto que, a EA-401 evidenciou valores de 7,14 e 10,82 t/ha, respectivamente, nos municípios de Pacajús e Redenção (QUADROS 05 e 06). Também, nestes mesmos quadros observamos que as maiores densidades de plantio apresentaram as maiores produções, exceção feita a EA-116 no município de Pacajús que evidenciou tal superioridade com 15 plantas por metro linear.

A despeito desses resultados, convém salientar que a maior produtividade nas maiores densidades deveu-se, em parte ou totalmente, à compensação do número de plantas por área, já que as plantas nas menores densidades apresentaram peso seco total maior (QUADROS 05 e 06).

De uma maneira geral, estes resultados estão de acordo com os encontrados por STICKLER & LAUDE (1960), que verificaram um aumento na produção de massa verde quando se incrementava a população de plantas, principalmente, dentro de menores espaçamentos, e esse aumento de via-se ao fato, não do aumento de produção por planta individualmente, porém, do aumento do número de plantas por unidade de área. Em contrapartida, esses dados estão em desacordo com os encontrados por MAMEDE (1976).

#### . Ângulo Foliar

As análises da variância dos dados obtidos para ângulo foliar evidenciaram diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade entre cultivares, nos dois locais (QUADRO 16). Em relação ao efeito de densidades dentro das cultivares, nos dois locais, não se sucedendo diferença significativa na disposição foliar, excetuando a cultivar EA-401 com 5 plantas por metro linear no município de Pacajús (QUADRO 16). No entanto, para as duas cultivares, evidenciou-se tendência a verticalização das folhas com o aumento da densidade populacional (QUADROS 05 e 06). Essa tendência foi observada por RUSSELL (1972), em trabalho realizado em milho.

A cultivar EA-116 apresentou valores médios de 55,6° e 54,5°, respectivamente, nos municípios de Pacajús e Redenção. Da mesma forma, a EA-401 evidenciou valores de 34,8° e 30,3° (QUADROS 05 e 06). Observamos ainda, nestes quadros, que de um modo geral, a cultivar EA-116 apresentou folhas mais verticalizadas da mesma forma, que foi a mais produtiva.

A análise comparativa dos dados referentes aos dois municípios dentro de cada cultivar, mostra não haver diferenças marcantes entre os ângulos foliares, o que indica parecer tratar-se de uma característica mais ou menos estável quanto a diferenças ambientais.

O ângulo foliar, no município de Pacajús, correlacionou-se significativamente, ao nível de 5% de probabilidade, com o peso seco total ( $r = 0,385$ ). Em Redenção, no entanto, essa correlação não foi significativa ( $r = 0,313$ ).

#### . Índice de Área Foliar

A correlação entre a área foliar real e o produto do comprimento da folha e sua máxima largura, foi de 0,98, apresentando significância estatística ao nível de 1% de probabilidade. Assim, a constante "K" para o sorgo forrageiro foi calculado como sendo igual a 0,76.

O índice de área foliar apresentou diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade entre cultivares, nos dois locais estudados (QUADRO 17). A cultivar EA-116, apresentou índice de área foliar de 3,86 e 5,58, respectivamente nos municípios de Pacajús e Redenção, enquanto que, esses valores para a EA-401 foram de 2,47 e 4,13 (QUADROS 05 e 06).

O efeito de densidades nas duas cultivares, no município de Pacajús, evidenciou diferença altamente significativa para a EA-116, não registrando-se o mesmo para a EA-401 (QUADRO 17). No entanto, ambas as cultivares apresentaram valores médios crescentes com o aumento da densidade de plantio (QUADRO 05). Em Redenção, as densidades dentro das duas cultivares evidenciaram diferença estatística, ao nível de 1% de probabilidade, (QUADRO 17), sendo as maiores densidades portadoras dos índices de área foliar mais elevados (QUADRO 06).

A análise comparativa dos dados coligidos nos dois locais, mostram em Redenção valores superiores àqueles encontrados em Pacajús (QUADROS 05 e 06), o que provavelmente, adveio das diferenças nas condições edafológicas.

O estudo de correlação entre o índice de área foliar e o peso seco total (t/ha), apresentou valores de 0,563 e 0,761, altamente significativos para os municípios de Pacajús e Redenção, respectivamente. Atentando para os resultados encontrados em nosso estudo, as culturas utilizadas apresentaram ângulos foliares, que parecem permitir boa insolação na parte aérea, mesmo das plantas submetidas às maiores densidades de plantio. Dessa forma, esses resultados contrastam com os encontrados por STICKLER et al. (1961) que relatam a queda de produtividade do sorgo como advinda do sombreamento mútuo das folhas em populações adensadas, as quais, teriam sua capacidade fotossintetizante diminuída.

QUADRO 05 - Altura Média (cm), Peso Seco Total (g e t/ha), Ângulo Foliar e Índice de Área Foliar do Sorgo Forrageiro no Município de Pacajús-Ceará, 1977.

CULTIVARES	DENSIDADES (plantas / m)	Altura Média (cm)	Peso Seco Total (g) (t/ha)		Ângulo Foliar	Índice de Área Foliar
EA-116	5	177,6 a	263,1 a	6,57 b	49,99 a	2,57 c
EA-116	10	163,3 ab	162,5 b	8,12 b	56,49 a	3,03 bc
EA-116	15	142,4 b	157,9 b	11,85 a	56,99 a	4,75 ab
EA-116	20	155,2 ab	71,0 c	7,10 b	59,39 a	5,09 a
Médias		159,6	163,6	8,41	55,69	3,86
EA-401	5	178,5 a	239,2 a	5,98 b	22,79 b	1,62 a
EA-401	10	148,4 ab	130,9 b	6,54 b	33,79 a	2,41 a
EA-401	15	134,1 b	76,0 c	5,70 b	40,29 a	2,74 a
EA-401	20	144,7 b	103,6 bc	10,36 a	42,69 a	3,12 a
Médias		151,4	137,4	7,14	34,89	2,47

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

QUADRO 06 - Altura Média (cm), Peso Seco Total (g e t/ha), Ângulo Foliar e Índice de Área Foliar do Sorgo Forrageiro no Município de Redenção - Ceará, 1977.

CULTIVARES	DENSIDADES (plantas / m)	Altura Média (cm)	Peso Seco Total (g)	Peso Seco Total (t/ha)	Ângulo Foliar	Índice de Área Foliar
EA-116	5	223,9 a	339,9 a	8,49 c	54,5º a	2,84 b
EA-116	10	215,9 ab	245,9 b	12,29 b	53,2º a	5,28 ab
EA-116	15	182,2 bc	180,4 c	13,53 b	55,2º a	6,59 a
EA-116	20	169,5 c	159,5 c	15,95 a	55,4º a	7,61 a
Médias		197,8	231,4	12,56	54,5º	5,58
EA-401	5	208,8 a	354,2 a	8,85 c	28,1º a	1,99 c
EA-401	10	197,9 a	204,2 b	10,21 bc	28,9º a	3,30 bc
EA-401	15	194,6 a	150,7 c	11,30 ab	33,6º a	6,04 a
EA-401	20	176,4 a	129,2 c	<b>12,92</b> a	30,7º a	5,21 ab
Médias		194,4	209,5	10,82	30,3º	4,13

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

## RESUMO E CONCLUSÕES

Duas cultivares de sorgo granífero e duas forrageiras foram submetidas a uma variação populacional de 66.500 a 266.000 plantas por hectare, para o primeiro tipo, e de 100.000 a 400.000 plantas por hectare, para o segundo. O espaçamento usado foi de 75 e 50 cm, respectivamente, para o sorgo granífero e forrageiro, combinados com densidades de plantio de 5, 10, 15 e 20 plantas por metro linear.

Os tipos graníferos foram representados pelas cultivares EA-955 e EA-206, enquanto, os forrageiros pelas cultivares EA-955 e EA-206, enquanto, os forrageiros pelas cultivares EA-116 e EA-401, as quais tem apresentado bom comportamento em ensaios de competição, no Estado do Ceará.

O procedimento estatístico foi um esquema fatorial  $4 \times 2$  num delineamento em blocos completos casualizados com 4 repetições.

### Sorgo Granífero

O peso das panículas por planta, para cada cultivar, foi maior na densidade de 5 plantas por metro linear. No entanto, a maior produção por hectare tendeu a registrar-se na densidade de 15 plantas por metro linear, o que demonstra ser o menor peso individual das panículas, em parte, compensado pelo maior número de plantas por hectare.

O ângulo foliar médio da cultivar EA-206 apresentou orientação mais vertical que a EA-955. Com o aumento da densidade de plantio, as folhas de uma maneira geral, tenderam a verticalização.

O índice de área foliar não diferiu entre cultivares, no entanto, apresentou valores crescentes com o aumento da densidade de plantio.

A constante "K" determinada para a estimação da área foliar, utilizando o produto do comprimento da folha pela sua largura máxima, para o sorgo granífero foi de 0,74.

A correlação entre o ângulo foliar e o índice de área foliar com a produção de grãos não foi significativa. Entretanto, pelo fato da cultivar EA-206, portadora de folhas mais verticalizadas, ter apresentado tendência a ser mais produtiva, há necessidade de que outros estudos se processem para averiguar, mais amiúde, a relação entre esses parâmetros.

#### Sorgo Forrageiro

A maior produtividade evidenciou-se na densidade de 15 e 20 plantas por metro linear, para as duas cultivares, nos dois locais estudados, muito embora, os maiores pesos secos totais por planta tenham registrado-se com 5 plantas por metro linear. No caso, a maior produtividade nos plantios mais densos, deveu-se ao maior número de plantas por unidade de área.

Dentre as cultivares forrageiras a EA-116 foi a que apresentou ângulo foliar médio mais vertical. Entre densidades, esta característica tendeu a apresentar folhas mais verticalizadas, a medida que se aumentava a densidade de plantio.

O índice de área foliar diferiu significativamente entre cultivares e densidades. Os maiores índices de área foliar registraram-se na cultivar EA-116 e nas maiores densidades populacionais.

A constante "K" determinada para o tipo forrageiro apresentou valor de 0,76.

## LITERATURA CITADA

- BROWN, A.R., CARLISLE COBB & WOOD, E.H. - Effects of irrigation and row spacing on grain sorghum in the Piedmont. Agron. J. 56 : 506-509. 1964.
- BURNSIDE, O.C., FENSTER, C.R. & WICKS, G.A. - Influence of tillage, row spacing and atrazine on yield components of dryland sorghum in Nebraska. Agron. J. 56 : 397-400. 1964.
- CHANG, JEN-HU. - Climate and Agriculture. Aldine Publishing Company, Chicago. 1974. 304 p.
- COCHRAN, W.G. & COX, G.M. - Experimental Designs. Second Edition John Wiley & Sons, Inc. London. p. 106-114. 1957.
- de OLIVEIRA, J.P. - Leaf area, solar radiation interception, and dry matter production of cotton as affected by leaf-type. M.S. Thesis, University of Arizona Library. 1974.
- DONALD, C.M. - Competition among crop and pasture plants. Adv. Agronomy 15 : 1-118. 1963.
- DUNCAN, W.G. - Cultural manipulation for higher yields. In: Physiological aspects of crop yield. p. 327-342. Amer. Soc. of Agron. and Crop. Sci. Soc. of Amer. Madison, Wis. 1969.
- - Leaf angles, leaf area, and canopy photosynthesis. Crop. Sci. 11 : 482-485. 1971.
- GRIMES, D.W. & MUSICK, J.T. - Effect of plant spacing, fertility, and irrigation management on grain sorghum production. Agron. J. 52 : 647-650. 1960.
- HAYNES, J.L. & SAYRE, J.D. - Response of corn to withinrow competition. Agron. J. 48 : 362-364. 1956.

- HICKS, D.R. & STUCKER, R.E. - Plant density effect on grain yield of corn hybrids diverse in leaf orientation. Agron. J. 64 : 484-487 . 1972.
- KARCHI, Z. & RUDICH, Y. - Effects of row width and seedling spacing on yield and its components in grain sorghum grown under dryland conditions. Agron. J. 58 : 602-604. 1966.
- KOLLER, H.R. & SCHOLL, J.M. - Effect of row spacing and seeding rate on forage production and chemical composition of two sorghum cultivars harvested at tow cutting frequencies. Agron. J. 60 : 456 - 459. 1968.
- KRISHNAMURTHY, K., JAGANNATH, M.K., RAJASHEKARA, B.G. & RAGHUNATHA, G. - Estimation of leaf area in grain sorghum from single leaf measurements. Agron. J. 66 : 544-545. 1974.
- LIRA, M. de A., FARIS, M.A. & FERRAZ, L. - Row spacing, and plant population trials in Pernambuco State, northeast Brazil. Sorghum News letter 19 : 5. 1976.
- LOOMIS, R.S. & WILLIAMS, W.A. - Productivity and the morphology of crop stands: patterns with leaves. In: Physiological aspects of crop yield. Amer. Soc. of Agron. and Crop. Sci. of Amer., Madinson, Wis. 1969.
- MAMEDE, F.B.F. - Efeito da densidade populacional e espaçamento sobre a produção em sorgo, Sorghum bicolor (L.) Moench. Dissertação de Mestrado. Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. 1976.
- PENDLETON, J.W., SMITH, G.E., WINTER, S.R. & JOHNSTON, T.J. - Field investigations of the relationships of leaf angle in corn (Zea mays L.) to grain yield and apparent photosynthesis. Agron. J. 60 : 422 - 424. 1968.

- PORTER, K.B., JENSEN, M.E. & SLETTEN, W.H. - The effect of row spacing fertilizer and planting rate on the yield and water use of irrigated grain sorghum. Agron. J. 52 : 431-434. 1960.
- RUSSELL, W.A. - Effect of leaf angle on hybrid performance in maize (Zea mays L.). Crop. Sci. 12 : 90-92. 1972.
- SHIBLES, R.M. & WEBER, C.R. - Interception of solar radiation and dry matter production by various soybean planting patterns. Crop. Sci. 6 : 55-59. 1966.
- STICKLER, F.C. & LAUDE, H.H. - Effect of row spacing and plant population on performance of corn, grain sorghum, and forage sorghum. Agron. J. 52 : 275-277. 1960.
- , PAULI, A.W., LAUDE, H.H., WILKINS, H.D. & MINGS, J.L. - Row width and plant population studies with grain sorghum at Manhattan, Kan. Crop. Sci. 1 : 297-300. 1961.
- , WEARDEN, S. & PAULI, A.W. - Leaf area determination in grain sorghum. Agron. J. 53 : 187-188. 1961.
- WALL, J.S. & ROSS, W.M. - Sorghum production and utilization. The Avi Publishing Co., Inc. Westport, Conn. 1970: 702 p.
- WATSON, D.J. - Comparative physiological studies on the growth of field crops: I. Variation in net assimilation rate and leaf area between years. Annals of Botany (N.S.) 11 : 41-76. 1947.
- WELCH, N.H., BURNETT, E. & ECH, H.V. - Effect of row spacing, plant population, and nitrogen fertilization on dryland grain sorghum production. Agron. J. 58 : 160-163. 1966.

- WENDT, C.W. - Use of a relationship between leaf length and leaf area to estimate the leaf area of cotton (Gossypium hirsutum L.), castors (Ricinus communis L.) and sorghum (Sorghum vulgare L.). Agron. J. 59 : 484-486. 1967.
- WHIGHAM, D.K. & WOOLLEY, D.G. - Effect of leaf orientation, leaf area, and plant densities on corn production. Agron. J. 66 : 482-486. 1974.
- WINTER, S.R. & OHLROGGE, A.J. - Leaf angle, leaf area, and corn (Zea mays L.) yield. Agron. J. 65 : 395-397. 1973.
- YAO, A.Y.M. & SHAW, R.H. - Effect of plant population and planting pattern for corn on the distribution of net radiation. Agron. J. 56 : 165-169. 1964.

QUADRO 07 - Análise da Variância e Coeficiente de Variação da Altura Média (cm) do Sorgo Granífero no Município de Pacajús - Ceará, 1977.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	VARIÂNCIAS
Tratamentos	7	201,53 ns
Blocos	3	439,34 *
Erro Experimental	21	142,43
C.V. (%)		18,70

ns - não significativo

\* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

QUADRO 08 - Análise da Variância e Coeficiente de Variação do Peso Seco Total (t/ha) do Sorgo Granífero no Município de Pacajús-Ceará, 1977.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	VARIÂNCIAS
Cultivares	1	2,02 ns
Densidades dentro do cultivar EA-955	3	12,14 **
Densidades dentro do cultivar EA-206	3	2,50 ns
Blocos	3	0,82 ns
Erro Experimental	21	1,55 ns
C.V. (%)		18,70

ns - não significativo

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade

QUADRO 09 - Análises da Variância e Coeficientes de Variação do Peso das Panículas (g e t/ha) do Sorgo Granífero no Município de Pacajús-Ceará, 1977.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	VARIÂNCIAS	
		(g) <sup>+</sup>	(t/ha)
Cultivares	1	228,44 *	1,57 ns
Densidades dentro da cultivar EA-955	3	615,42 **	2,78 *
Densidades dentro da cultivar EA-206	3	1.557,43 **	0,39 ns
Blocos	3	48,47	0,77 ns
Erro Experimental	21	39,75	0,71
C.V. (%)		21,80	22,00

+ - Média de 4 panículas

ns - não significativo

\* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade

QUADRO 10 - Análise da Variância e Coeficiente de Variação do Peso de 100 Sementes (g) do Sorgo Granífero no Município de Pacajús-Ceará, 1977.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	VARIÂNCIAS
Tratamentos	7	0,0283 ns
Blocos	3	0,0218 ns
Erro Experimental	21	0,0329
C.V. (%)		7,44

ns - não significativo

QUADRO 11 - Análise da Variância e Coeficiente de Variação da Relação Peso do Grão/Peso da Panícula do Sorgo Granífero no Município de Pacajús-Ceará, 1977.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	VARIÂNCIAS
Tratamentos	7	0,0034 ns
Blocos	3	0,0028 ns
Erro Experimental	21	0,0034
C.V. (%)		6,82

ns - não significativo

QUADRO 12 - Análises da Variância e Coeficientes de Variação do Ângulo Foliar (AF) e do Índice de Área Foliar (IAF) do Sorgo Granífero no Município de Pacajús-Ceará, 1977.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	VARIÂNCIAS	
		AF	IAF
Cultivares	1	579,70 **	0,13 ns
Densidades dentro da cultivar EA-955	3	209,91 **	2,48 **
Densidades dentro da cultivar EA-206	3	98,51 *	2,69 **
Blocos	3	17,50 ns	0,76 ns
Erro Experimental	21	26,58	0,26
C.V. (%)		15,20	28,70

ns - não significativo

\* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade

QUADRO 13 - Análises da Variância e Coeficientes de Variação da Altura Média (cm) do Sorgo Forrageiro nos Municípios de Pacajús e Redenção-Ceará, 1977.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	VARIÂNCIAS	
		Pacajús	Redenção
Cultivares	1	536,2 ns	94,2 ns
Densidades dentro da cultivar EA-116	3	866,7 *	2.735,5 **
Densidades dentro da cultivar EA-401	3	1.452,6 **	723,2 ns
Blocos	3	215,9 ns	380,9 ns
Erro Experimental	21	239,1	423,8
C.V. (%)		9,9	10,4

ns - não significativo

\* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade

QUADRO 14 - Análises da Variância e Coeficientes de Variação do Peso Seco Total (g) do Sorgo Forrageiro nos Municípios de Pacajús e Redenção-Ceará, 1977.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	VARIÂNCIAS	
		Pacajús	Redenção
Cultivares	1	5.462,7 **	3.819,3 **
Densidades dentro da cultivar EA-116	3	24.678,2 **	26.337,4 **
Densidades dentro da cultivar EA-401	3	20.487,4 **	41.145,9 **
Blocos	3	264,3 ns	765,4 ns
Erro Experimental	21	341,7	468,7
C.V. (%)		12,2	9,8

ns - não significativo

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade

QUADRO 15 - Análises da Variância e Coeficientes de Variação do Peso Seco Total (t/ha) do Sorgo Forrageiro nos Municípios de Pacajús e Redenção-Ceará, 1977.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	VARIÂNCIAS	
		Pacajús	Redenção
Cultivares	1	12,77 **	24,39 **
Densidades dentro da cultivar EA-116	3	22,64 **	38,69 **
Densidades dentro da cultivar EA-401	3	18,88 **	11,86 **
Blocos	3	1,05 ns	1,88 ns
Erro Experimental	21	1,14	1,33
C.V. (%)		13,70	9,80

ns - não significativo

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade

QUADRO 16 - Análises da Variância e Coeficientes de Variação do Ângulo Foliar do Sorgo Forrageiro nos Municípios de Pacajús e Redenção-Ceará, 1977.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	VARIÂNCIAS	
		Pacajús	Redenção
Cultivares	1	3.473,60 **	4.706,9 **
Densidades dentro da cultivar EA-116	3	65,44 ns	3,8 ns
Densidades dentro da cultivar EA-401	3	315,83	24,0 ns
Blocos	3	62,65 ns	93,0 ns
Erro Experimental	21	24,63	52,8
C.V. (%)		10,90	17,1

ns - não significativo

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade

QUADRO 17 - Análises da Variância e Coeficientes de Variação do Índice de Área Foliar do Sorgo Forrageiro nos Municípios de Pacajús e Redenção-Ceará, 1977.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	VARIÂNCIAS	
		Pacajús	Redenção
Cultivares	1	15,41 **	16,73 **
Densidades dentro da cultivar EA-116	3	6,19 **	16,98 **
Densidades dentro da cultivar EA-401	3	1,61 ns	13,41 **
Blocos	3	0,03 ns	2,38 ns
Erro Experimental	21	0,78	1,88
C.V. (%)		27,90	28,20

ns - não significativo

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade