

EFETOS DA DENSIDADE POPULACIONAL E DO ESPAÇAMENTO SOBRE A PRODUÇÃO DE
SORGO, *Sorghum bicolor* (L.) Mbench.

POR

FRANCISCO BERILO FAÇANHA MAMEDE

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


Fortaleza-Ceará

1 9 7 6

DECLARAÇÃO DO AUTOR

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


A transcrição do material contido nesta dissertação é permitida desde que se faça a citação apropriada.


FRANCISCO BERILO FAÇANHA MAMEDE

APROVADA, em 27/02/1976.


CLAIRTON MARTINS DO CARMO, M.S.

Orientador


JOSÉ FERREIRA ALVES, M.S.


JOSÉ BRAGA PAIVA

Eng^o Agrônomo

Aos meus pais, MOZART e HOZANA
À minha esposa, ELISABET
À minha filha, MICHELLE

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao professor orientador CLAIRTON MARTINS DO CARMO e professores conselheiros JOSÉ FERREIRA ALVES e JOSÉ BRAGA PAIVA pelas prestimosas orientações necessárias ao desenvolvimento deste trabalho.

Ao Banco do Nordeste do Brasil S/A., por ter proporcionado os recursos financeiros para a execução da pesquisa, sem os quais não seria possível desenvolvê-la.

À Fundação Ford por ter colaborado com bolsa de estudo durante o decorrer do curso.

Aos Engenheiros-Agrônomos e Técnicos Agrícolas que compõem a equipe de sorgo do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará que contribuíram para a elaboração deste trabalho.

Ao professor MARCOS VINICIUS ASSUNÇÃO por ter sido o primeiro a me incentivar e aconselhar a realizar este estudo.

Aos meus pais, esposa e filha pela dedicação, apoio, incentivos que me proporcionaram nos momentos adversos durante o transcurso deste estudo.

A todos aqueles que direta ou indiretamente cooperaram na realização desta pesquisa.

C O N T E Ú D O

	<u>Página</u>
LISTA DE QUADROS	vi
LISTA DE FIGURAS	xi
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO DA LITERATURA	2
MATERIAL E MÉTODO	8
RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
SUMÁRIO E CONCLUSÕES	23
LITERATURA CITADA	25

LISTA DE QUADROS

QUADRO		<u>Página</u>
01	Precipitações Pluviométricas (mm) Durante os Meses Correspondentes ao Ciclo de Vida dos Ensaios de Densidade e Espaçamento de Sorgo, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção e Cascavel, Ceará, 1975. ...	28
02	Análise da Variância da Produção de Massa Verde de Sorgo Forrageiro, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção, Ceará, 1975.	28
03	Análise da Variância da Produção de Massa Verde de Sorgo Forrageiro, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.	29
04	Médias de Produção de Massa Verde (t/ha) de Sorgo Forrageiro, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção e Cascavel, Ceará, 1975.	29
05	Análise da Variância da Altura Média das Plantas de Sorgo Forrageiro, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção, Ceará, 1975.	30
06	Análise da Variância da Altura Média das Plantas de Sorgo Forrageiro, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.	30
07	Altura Média das Plantas (cm) de Sorgo Forrageiro, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench em Redenção e Cascavel, Ceará, 1975.	31
08	Análise da Variância do Número Médio de Folhas (dos transformados para \sqrt{X}) de Sorgo Forrageiro, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção, Ceará, 1975.	31

QUADRO

Página

09	Análise da Variância do Número Médio de Folhas (da dos transformados para \sqrt{X} de Sorgo Forrageiro, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.	32
10	Número Médio de Folhas de Sorgo Forrageiro, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção e Cascavel, Ceará, 1975.	32
11	Análise da Variância do "Stand" Final de Sorgo Forrageiro, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção, Ceará, 1975.	33
12	Análise da Variância do "Stand" Final de Sorgo Forrageiro, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.	33
13	Médias do "Stand" Final de Sorgo Forrageiro, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção e Cascavel, Ceará, 1975.	34
14	Análise da Variância da Produção de Grãos de Sorgo Granífero, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção, Ceará, 1975.	34
15	Análise da Variância da Produção de Grãos de Sorgo Granífero, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.	35
16	Médias de Produção de Grãos (kg/ha) de Sorgo Granífero, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção e Cascavel, Ceará, 1975.	35
17	Análise Conjunta da Produção de Grãos de Sorgo Granífero, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção, Cascavel, Ceará, 1975.	36

QUADRO

Página

18	Médias da Produção de Grãos da Análise Conjunta de Sorgo Granífero, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção e Cascavel, Ceará, 1975.	36
19	Análise da Variância da Altura Média das Plantas de Sorgo Granífero, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção, Ceará, 1975.	37
20	Análise da Variância da Altura Média das Plantas de Sorgo Granífero, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.	37
21	Altura Média das Plantas (cm) de Sorgo Granífero, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção e Cascavel, Ceará, 1975.	38
22	Análise da Variância do Peso de Dez Panículas de Sorgo Granífero, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção, Ceará, 1975.	38
23	Análise da Variância do Peso de Dez Panículas de Sorgo Granífero, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.	39
24	Médias do Peso de Dez Panículas (g) de Sorgo Granífero, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção e Cascavel, Ceará, 1975.	39
25	Análise da Variância do Peso de Grãos das Dez Panículas de Sorgo Granífero, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção, Ceará, 1975.	40
26	Análise da Variância do Peso de Grãos das Dez Panículas de Sorgo Granífero, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.	40

QUADRO

Página

27	Médias do Peso de Grãos das Dez Panículas (g) de Sorgo Granífero, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção e Cascavel, Ceará, 1975.	41
28	Análise da Variância do Peso Total das Panículas de Sorgo Granífero, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção, Ceará, 1975.	41
29	Análise da Variância do Peso Total das Panículas de Sorgo Granífero, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.	42
30	Médias do Peso Total das Panículas (g) de Sorgo Granífero, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção e Cascavel, Ceará, 1975.	42
31	Decomposição dos Valores dos Coeficientes de Correlação (r) entre a Produção de Massa Verde e Altura Média das Plantas, Número Médio de Folhas e "Stand" Final do Sorgo Forrageiro, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção, Ceará, 1975.	43
32	Decomposição dos Valores dos Coeficientes de Correlação (r) entre a Produção de Massa Verde e Altura Média das Plantas, Número Médio de Folhas e "Stand" Final do Sorgo Forrageiro, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.	44
33	Decomposição dos Valores dos Coeficientes de Correlação (r) entre a Produção de Grãos e Altura Média das Plantas, Peso de Dez Panículas, Peso de Grãos das Dez Panículas e Peso Total das Panículas do Sorgo Granífero, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção, Ceará, 1975.	45

QUADRO

Página

34	Decomposição dos Valores dos Coeficientes de Correlação (r) entre a Produção de Grãos e Altura Média das Plantas, Peso de Dez Panículas, Peso de Grãos das Dez Panículas e Peso Total das Panículas do Sorgo Granífero, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.	47
----	--	----

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		<u>Página</u>
01	Correlações entre a produção de massa verde e seus componentes no ensaio de densidade e espaçamento com sorgo forrageiro, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção, Ceará, 1975.	49
02	Correlações entre a produção de massa verde e seus componentes no ensaio de densidade e espaçamento com sorgo forrageiro, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.	49
03	Correlações entre a produção de grãos e seus componentes no ensaio de densidade e espaçamento com sorgo granífero, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção, Ceará, 1975.	50
04	Correlações entre a produção de grãos e seus componentes no ensaio de densidade e espaçamento com sorgo granífero, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.	50
05	Representação Diagramática da Análise do Coeficiente de Caminhamento (Path Coefficient) e Respectivos Valores das Interrelações da Altura Média das Plantas (1), Número Médio de Folhas (2), "Stand" Final (3), com a Produção de Massa Verde (4) e Fatores Residuais (X) do Experimento de Sorgo Forrageiro, <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. Redenção, Ceará, 1975..	51

FIGURA

Página

- 06 Representação Diagramática da Análise do Coeficiente de Caminhamento (Path Coefficient) e Respectivos Valores das Interrelações da Altura Média das Plantas (1), Número Médio de Folhas (2), "Stand" Final (3), com a Produção de Massa Verde (4) e Fatores Residuais (X) do Experimento de Sorgo Forrageiro, *Sorghum bicolor* (L) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.. 52
- 07 Representação Diagramática da Análise do Coeficiente de Caminhamento (Path Coefficient) e Respectivos Valores das Interrelações da Altura Média das Plantas (1), Peso de Dez Panículas (2), Peso dos Grãos das Dez Panículas (3), Peso Total das Panículas (4), com a Produção de Grãos (5) e Fatores Residuais (X) do Experimento de Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L) Moench. Redenção, Ceará, 1975. 53
- 08 Representação Diagramática da Análise do Coeficiente de Caminhamento (Path Coefficient) e Respectivos Valores das Interrelações da Altura Média das Plantas (1), Peso de Dez Panículas (2), Peso dos Grãos das Dez Panículas (3), Peso Total das Panículas (4), com a Produção de Grãos (5) e Fatores Residuais (X) do Experimento de Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L) Moench. Cascavel, Ceará, 1975. 54

INTRODUÇÃO

O Sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, cultura originária do leste central da África (WALL and ROSS, 1970) tem mostrado amplas possibilidades de adaptação no Brasil, especialmente na região nordestina.

Utilizado somente para alimentação animal nesta área do país desde sua introdução até os dias atuais, poderá em futuro próximo ser empregado também, na alimentação humana, já em uso no seu centro de origem. Nos Estados Unidos, o mesmo é consumido depois de industrializado.

Participando da dieta do rurícola nordestino seria uma opção para melhorar a qualidade da alimentação da população que é bastante carente, especialmente de proteínas.

Nas áreas onde o milho, *Zea mays* L., apresenta uma baixa produtividade, o sorgo poderá substituí-lo com melhores rendimentos por unidade de área. Tratando-se de uma gramínea de maior resistência às altas temperaturas e estiagens prolongadas, fatores de ocorrência não muito rara no Nordeste brasileiro, o sorgo suporta bem a essas adversidades.

Pesquisas vem sendo realizadas no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará com a finalidade de encontrar os métodos mais racionais de exploração da cultura. Entre os aspectos em estudo, podemos destacar: melhores níveis de adubação, cultivares de maior produção, híbridos resistentes às pragas e doenças, densidade populacional e espaçamento.

Esta pesquisa, visa encontrar a faixa de densidade populacional de plantas que proporcione uma melhor produção por unidade de área, de modo que se possa encontrar respostas com respeito a população e espaçamento, tanto para os sorgos forrageiros como para os graníferos. O estudo de algumas características da planta também é necessário para que se identifique aquelas que influenciam direta ou indiretamente na produção. Tais características são consideradas componentes da produção.

REVISÃO DA LITERATURA

A literatura sobre o assunto é bastante ampla, porém, pode observar-se que a maioria dos trabalhos foram desenvolvidos nos Estados Unidos, com os sorgos graníferos, como poderemos constatar no decorrer da revisão.

NELSON (1952), trabalhando com três variedades de sorgo granífero e três densidades de populações verificou que as produções não variaram significativamente com as diferentes populações, porém, as variedades tiveram influência sobre as mesmas.

PAINTER & LEAMER (1953), investigando os efeitos de fertilizantes, umidade e populações variadas sobre as produções do sorgo granífero "Plainsman", verificaram que as maiores produções foram atingidas quando se utilizava altos níveis de fertilizantes. Nos espaçamentos cerrados e maiores níveis de nitrogênio, produções mais satisfatórias foram registradas.

BROWN & SHRADER (1959), realizando ensaios com sorgo, analisaram as produções de grão, forragem, eficiência do uso d'água e evapotranspiração relacionadas com diferentes densidades populacionais e espaçamentos sob extremas condições de seca. Pequenas populações e espaçamentos maiores deram menores produções de forragens, porém maiores produções de grãos foram obtidos, quando maior era o número de plantas por fileira.

DEWEY & LU (1959), trabalhando com "capim-trigo", empregaram os coeficientes de correlação linear e o de caminhamento no estudo da influência de determinadas características sobre a produção de sementes. Por meio do coeficiente de caminhamento encontraram que a fertilidade e a altura da planta tinham forte influência na produção de sementes, o mesmo não ocorrendo com o peso de 100 sementes e o número de espiguetas por espiga.

STICKLER & LAUDE (1960), trabalhando com sorgos granífero, forrageiro e milho, *Zea mays* L., notaram que as produções de sorgo granífero não diferiam significativamente entre espaçamentos maiores (120 cm

entre linhas) e baixas densidades de plantio, mas em populações mais adensadas, encontraram as maiores produções para o espaçamento de 51 cm. Ao nível de 5% foi significativa a interação entre densidade populacional e espaçamento. A produção de silagem do sorgo forrageiro "Atlas" utilizado pelos autores não foi influenciada nem pela densidade populacional, nem pelo espaçamento.

PORTER et al. (1960), verificando os efeitos dos espaçamentos 30,5, 51, 76 e 102 cm, adubação e densidade de plantio na produção de sorgo grânifero no Texas, constataram que nos menores espaçamentos eram obtidos os maiores rendimentos. As densidades populacionais tiveram pouca influência na produção de grãos, mas em populações mais adensadas conseguiram obter maiores produções de forragens. O perfilhamento e o peso da panícula constituíam os fatores mais importantes no equilíbrio da produção entre as baixas densidades de plantio e as populações mais densas. As plantas foram mais altas nos espaçamentos maiores, mas esta característica não era influenciada pela densidade populacional e nível de nitrogênio.

GRIMES & MUSICK (1960), verificaram que as densidades populacionais podem variar sem afetar seriamente a produção de grãos, porém, nas populações extremamente densas, bem como nas rarefeitas, a produção cai consideravelmente. Esta atinge o máximo quando as densidades populacionais tem uma menor faixa de variação.

STICKLER et al. (1961), desenvolvendo experimentos para observarem os efeitos do espaçamento e densidade populacional na produção de sorgo em Kansas, constataram que as produções de grãos oscilavam quando haviam variações no número de perfilhos, de sementes por panícula e peso das sementes. A altura das plantas aumentou a proporção que a área ocupada pelas mesmas diminuiu, devido à competição por luz.

ROBINSON et al. (1964), desenvolvendo ensaios com sorgo grânifero no Minnesota, verificaram que a unidade da panícula na colheita aumentou significativamente nos espaçamentos de 25,5 e 51 cm em dois dos locais estudados; no terceiro local, ocorreu o inverso. Os espaçamentos tiveram maior influência nas diferenças de produções entre os tratamentos

do que o número de plantas dentro da fileira. Dois componentes da produção, panícula por hectare e sementes por panícula aumentaram nos menores espaçamentos, 25,5 e 51 cm, enquanto que o peso das sementes decresceu. As três diferentes populações de 78.408, 156.816 e 313.632 não diferiram estatisticamente com relação ao peso, a produção, a altura da planta e a época de florescimento.

BURNSIDE et al. (1964), estudando em Nebraska a influência dos cultivos, aplicações de atrazina e espaçamentos nos componentes de produção de sorgo, verificaram que a produção se correlacionava positivamente com altura da planta, produção de forragem, população de plantas, número de panículas por área cultivada, peso individual da panícula, umidade da semente na colheita, peso de 100 sementes, peso total das panículas e percentagem de germinação, e negativamente com as produções de ervas e percentagem de acamamento. Os espaçamentos de 25,5 e 51 cm quando comparados com os espaçamentos maiores aumentaram a produção de forragem, a população de plantas, panículas por hectare mas decresceram o número de panículas por planta, a altura, o peso da panícula e o peso de 100 sementes.

BROWN et al. (1964), estudando os efeitos de três níveis de irrigação e dois espaçamentos com sorgo granífero na Georgia, concluíram que a produção de sorgo híbrido aumentava com a irrigação. A produção obtida no espaçamento de 51 cm era significativamente maior do que no intervalo de 102 cm entre fileiras. No menor espaçamento havia uma maior produção de forragem por área cultivada.

MANN (1965), trabalhando com três cultivares de sorgo granífero, três densidades de população e dois espaçamentos, 53 e 106 cm, no Colorado, verificou que os espaçamentos não influíam na produção, enquanto que as densidades populacionais foram bem marcantes sobre a característica. As produções médias mais altas foram obtidas na mais baixa densidade de plantio.

Trinta e quatro ensaios de espaçamento de sorgo conduzidos em Kansas por STICKLER & WEARDEN (1965) deram subsídios para concluir que as produções de grãos foram superiores no espaçamento de 51 cm quando com

paradas com o de 102 entre fileiras. O equilíbrio da produção nas diferentes densidades foi devido particularmente ao número de panículas por unidade de área e sementes por panícula.

WELCH et al. (1966), trabalhando com sorgo granífero no Texas, verificaram a influência do espaçamento, densidade populacional e fertilização nitrogenada na produção da referida gramínea. As produções ótimas para produção de grãos se situaram entre 40.000 e 60.000 plantas por acre. As produções aumentaram com as populações de plantas.

STICKLER & YOUNIS (1966), conduzindo experimentos com três variedades de sorgo para verificar se espaçamento e densidade afetavam a altura da planta, constataram que a interação espaçamento x altura da planta não foi significativa, enquanto que as interações densidades x altura da planta e altura x variedade foram significativas. O genótipo de menor porte teve uma melhor performance nas altas densidades, enquanto que o de porte mais alto foi superior nas menores densidades.

KARCHI & RUDICH (1966), desenvolvendo dois experimentos em Israel, estudaram os efeitos da densidade populacional e sua distribuição no campo em relação ao perfilhamento, peso da panícula, peso do grão e produção. O tamanho da população e a área ocupada pela planta foram os fatores mais influentes na determinação da produção. A superioridade da produção foi devido primariamente ao maior número de panículas por unidade de área. As maiores produções resultaram de espaçamentos mais estreitos combinados com as maiores distâncias (10 e 20 cm) entre plantas dentro das fileiras.

PLAUT et al. (1969), verificaram que diminuindo o espaçamento de 70 para 45 cm havia efeito positivo na produção de sorgo granífero.

GERAKIS & TSANGARAKIS (1969), trabalhando no Sudão Central, verificaram que houve um pequeno aumento na produção de sorgo granífero, aumentando a população de 80.000 para 120.000 plantas por hectare, enquanto que maiores populações não tinham nenhum efeito positivo. A produção de grãos não foi afetada pela densidade populacional.

BLUM (1970), verificando o efeito da densidade de plantio e duração do crescimento na produção de sorgo granífero, em três híbridos experimentais, florescendo com 55, 60 e 70 dias após a germinação e plantados em 12 densidades (de 2,9 a 27,9 plantas/m²), a produção de grãos dos híbridos de maturação tardia foi maior sob uma baixa densidade de plantio. Já os híbridos de maturação precoce tiveram uma produção mais elevada em alta densidade.

SING & MEHNDIRATTA (1970) estudaram a produção de sementes de 40 linhagens de feijão caupi (*Vigna sinensis* L.) desenvolvidas na Universidade Agrícola de Punjab, Ludhiana, em 1967. Através do coeficiente de caminhamento observaram que: vagens por planta, sementes por vagem e peso de 100 sementes tinham elevado efeito direto na produção e que a primeira e a última características foram as de maior magnitude do que as sugeridas pela correlação linear.

PARODA & JOSHI (1970) realizaram estudos de correlação genotípica e fenotípica, coeficiente de caminhamento e funções discriminantes em trigo (*Triticum aestivum* L.). As características que mostraram alta correlação com a produção de grãos por planta foram: peso de 1000 sementes e peso de grãos por espiga. Pela análise do coeficiente de caminhamento, o peso de grãos por espiga teve efeito direto altamente positivo com a produção de grãos.

DABHOLKAR et al. (1970), trabalhando com 19 híbridos de sorgo e uma variedade local, verificaram que o número de grãos por panícula estava correlacionado positiva e significativamente com a produção de grãos por planta e o número de grãos por ramo primário. Os mesmos autores através do coeficiente de caminhamento observaram que o número de grãos por panícula teve um pronunciado efeito direto positivo com a produção de grãos por planta (+ 1,507).

OLSON (1971), verificando os efeitos de diferentes populações sobre a produção do milho, sorgos granífero e forrageiros no South Dakota, notou que o sorgo granífero plantado no espaçamento de 102 cm entre fileiras com 175.000 plantas por hectare, 51 cm entre linhas com 250.000 e

350.000 plantas por hectare tinha a mesma produção de grãos em anos adversos, mas esta produção era aumentada nas populações mais adensadas, durante as melhores estações de crescimento.

PITOMBEIRA (1972), testando um híbrido granífero de sorgo em 4 densidades de plantio no Arizona, verificou que as produções não diferiram estatisticamente entre as populações e as características que mais contribuíram para manter este equilíbrio, foram o peso da panícula e o número de panículas por planta. A altura das plantas aumentou quando as populações tornaram-se mais densas, enquanto que a produção por planta e unidade na colheita decresceram.

JAIMINI et al. (1974), trabalhando com 30 variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.), observaram que a produção de sementes foi significativa e positivamente correlacionada com o número de espigas por planta, número de espiguetas por espiga e peso de 1000 sementes. Por intermédio do coeficiente de caminhamento, os autores verificaram que o número de espigas por planta se apresentou como o mais importante componente da produção de sementes. O peso de 1000 sementes teve o mais baixo efeito direto.

Estudos desenvolvidos por FARIS et al. (1974), em Pernambuco, verificaram que o sorgo granífero plantado nas densidades de 15 a 20 plantas por metro linear, teve uma melhor produção em dois dos três locais dos ensaios. O espaçamento de 0,50 m entre as fileiras foi superior aos espaçamentos com 0,75 m e 1,0 m. Com o aumento da produtividade observou-se um decréscimo no peso da panícula, peso de 1.000 grãos da panícula e número de grãos de uma panícula. Concluíram que o aumento da produção era devido a um aumento da população. A faixa ideal encontrada para uma maior produção de grãos está entre 200.000 e 300.000 plantas por hectare.

MATERIAL E MÉTODO

O material utilizado para o desenvolvimento deste trabalho constou de dois cultivares de sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. EA-116, número de entrada na coleção de sorgo do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, proveniente do programa de sorgo da Universidade de Purdue, Lafayette, U.S.A. e recebendo a identificação I.S. 3937-2, na coleção mundial de sorgo, existente na Índia. Tal cultivar, com características forrageiras, tem se mostrado com boa capacidade de adaptação às nossas condições e apresentado boas produções de massa verde nos ensaios a que tem sido submetido. O cultivar grãífero, utilizado na pesquisa foi o EA-955, Serena, proveniente de Uganda, na África, que tem apresentado boa adaptação e considerável produção de grãos nos testes realizados no Estado do Ceará.

Os ensaios foram realizados nos municípios de Redenção e Cas-cavel. Segundo o Levantamento Exploratório de Reconhecimento dos Solos do Estado do Ceará, o solo dos locais supra citados é um Podzólico Vermelho Amarelo, sendo que o de Redenção, apresenta um maior teor de matéria orgânica. O QUADRO 01 indica os dados pluviométricos relativos ao período em que a cultura permaneceu no campo, nos locais da pesquisa.

Utilizou-se um fatorial 2 x 4 em blocos ao acaso, com oito tratamentos e quatro repetições.

Os seguintes tratamentos foram testados:

- A - 0,50 x 5 plantas por metro linear - 100.000 plantas/ha
- B - 0,50 x 10 plantas por metro linear - 200.000 plantas/ha
- C - 0,50 x 15 plantas por metro linear - 300.000 plantas/ha
- D - 0,50 x 20 plantas por metro linear - 400.000 plantas/ha
- E - 0,75 x 5 plantas por metro linear - 66.500 plantas/ha
- F - 0,75 x 10 plantas por metro linear - 133.000 plantas/ha
- G - 0,75 x 15 plantas por metro linear - 199.500 plantas/ha
- H - 0,75 x 20 plantas por metro linear - 266.000 plantas/ha

As parcelas apresentaram 3,00 m de largura e 6,00 m de comprimento. Nos tratamentos espaçados com 0,50 m e 0,75 m as parcelas continham 6 e 4 fileiras de plantas, respectivamente. As duas fileiras centrais foram consideradas úteis e serviram para o registro dos dados.

Procedeu-se uma adubação de nivelamento em todas as parcelas na seguinte formulação: 90 - 60 - 30, com ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, como fontes de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente. 1/3 do nitrogênio e toda a quantidade de fósforo e potássio foram colocados no plantio; os 2/3 restantes de nitrogênio foram postos quarenta e cinco dias após o semeio.

Em 12 de março de 1975 foi efetuado o plantio dos ensaios de densidade e espaçamento de sorgos granífero e forrageiro no município de Cascavel, em área da Katu do Brasil S.A. O corte do ensaio forrageiro foi efetivado em 11 de junho de 1975. Nesta ocasião foram registradas a altura média das plantas, o número de plantas das fileiras úteis, o peso de massa verde e o número médio de folhas.

O ensaio de sorgo granífero foi colhido em 30 de julho de 1975 e foram registrados dados de altura média das plantas, número de plantas das fileiras úteis, peso das dez panículas tomadas ao acaso, peso dos grãos das dez panículas, peso total das panículas e produção total dos grãos.

No campo de multiplicação de sementes de Antonio Diogo, em Redenção os ensaios de densidade e espaçamento de sorgos granífero e forrageiro foram semeados em 21 de março de 1975, sendo que o corte da cultivar EA-1116 deu-se em 19 de junho de 1975 e a colheita da cultivar Serena foi efetuada em 09 de julho de 1975, quando os grãos já se apresentavam duros.

Para a realização da análise de variância das características número médio de folhas e "stand" final, os dados originais foram transformados para \sqrt{x} .

Como se trata de experimentos semelhantes em locais diferentes, foi realizada uma análise conjunta para produção de grãos com a finalidade de se saber até que ponto, os locais influenciam os diferentes tratamentos. Para que tal análise seja aplicada, torna-se necessário, segundo BOX (1954) citado por GOMES (1973) que os ensaios tenham o mesmo número de parcelas e que a relação entre o maior QM residual e o menor deles poderá ir até 3 ou 4 vezes sem que isto cause prejuízos sérios a análise.

O procedimento de coleta de dados das características que influenciam direta ou indiretamente a produção foi utilizado em ambos os locais, a fim de permitir a comparação dos resultados obtidos em ambientes distintos.

Estudos de correlação linear foram procedidos entre os componentes da produção e a produção de massa verde e grãos, tanto para o sorgo forrageiro, como para o granífero, segundo a técnica desenvolvida por STEEL & TORRIE (1960).

Empregou-se também, a técnica do coeficiente de caminamento (Path-Coefficient), primeiramente descrita por WRIGHT (1921) e posteriormente desenvolvida por LI (1956), na tentativa de determinar quais as características que mais influenciaram na produção de massa verde e de grãos, nos dois locais considerados.

Para o sorgo forrageiro foram consideradas as características seguintes: altura média das plantas (1), número médio de folhas "stand" final (2) e produção de massa verde (3) e de grãos (4), representadas nas FIGURAS 5 e 6.

Os coeficientes de correlação linear foram então decompostos em efeitos diretos e indiretos, conforme as equações abaixo as quais expressam as relações básicas entre os coeficientes de correlação e de caminamento:

$$\begin{aligned} r_{14} &= P_{14} + r_{12}P_{24} + r_{13}P_{34} \\ r_{24} &= P_{24} + r_{12}P_{14} + r_{23}P_{34} \\ r_{34} &= P_{34} + r_{13}P_{14} + r_{23}P_{24} \end{aligned}$$

A contribuição do acaso (fatores residuais), P_{X4} , teve a seguinte equação:

$$1 = P_{X4}^2 + P_{14}^2 + P_{24}^2 + P_{34}^2 + 2P_{14}r_{12}P_{24} + 2P_{14}r_{13}P_{34} + 2P_{24}r_{23}P_{34}$$

Os coeficientes de correlação estão definidos como segue:

- r_{12} - correlação entre altura média das plantas e número médio de folhas.
 r_{13} - correlação entre altura média das plantas e "stand" final.
 r_{14} - correlação entre altura média das plantas e produção de massa verde.
 r_{23} - correlação entre número médio de folhas e "stand" final.
 r_{24} - correlação entre número médio de folhas e produção de massa verde.
 r_{34} - correlação entre "stand" final e produção de massa verde.

Os coeficientes de caminhamento estão definidos abaixo:

- P_{14} - efeito direto da altura média das plantas na produção de massa verde.
 P_{24} - efeito direto do número médio de folhas na produção de massa verde.
 P_{34} - efeito direto do "stand" final na produção de massa verde.
 P_{X4} - fator residual.

Para o sorgo granífero, adotou-se idêntico procedimento no estudo das seguintes características: altura média das plantas (1), peso de dez panículas (2), peso de grãos das dez panículas (3), peso total das panículas (4) e produção de grãos (5), representadas nas FIGURAS 7 e 8.

As equações estabelecidas para cada componente da produção são mostradas abaixo:

$$\begin{aligned} r_{15} &= P_{15} + r_{12}P_{25} + r_{13}P_{35} + r_{14}P_{45} \\ r_{25} &= P_{25} + r_{12}P_{15} + r_{23}P_{35} + r_{24}P_{45} \\ r_{35} &= P_{35} + r_{13}P_{15} + r_{23}P_{25} + r_{34}P_{45} \\ r_{45} &= P_{45} + r_{14}P_{15} + r_{24}P_{25} + r_{34}P_{35} \end{aligned}$$

A contribuição do acaso (fatores residuais), P_{X5} , teve a seguinte equação:

$$1 = P_{X5}^2 + P_{15}^2 + P_{25}^2 + P_{35}^2 + P_{45}^2 + 2P_{15}r_{12}P_{25} + 2P_{15}r_{13}P_{35} + \\ + 2P_{15}r_{14}P_{45} + 2P_{25}r_{23}P_{35} + 2P_{25}r_{24}P_{45} + 2P_{35}r_{34}P_{45}.$$

Os coeficientes de correlação linear estão assim definidos:

- r_{12} - correlação entre altura média das plantas e peso de dez panículas.
- r_{13} - correlação entre altura média das plantas e peso de grãos das dez panículas.
- r_{14} - correlação entre altura média das plantas e peso total das panículas.
- r_{15} - correlação entre altura média das plantas e produção de grãos.
- r_{23} - correlação entre peso de dez panículas e peso de grãos das dez panículas.
- r_{24} - correlação entre peso de dez panículas e peso total das panículas.
- r_{25} - correlação entre peso de dez panículas e produção de grãos.
- r_{34} - correlação entre peso de grãos das dez panículas e peso total das panículas.
- r_{35} - correlação entre peso de grãos das dez panículas e produção de grãos.
- r_{45} - correlação entre peso total das panículas e produção de grãos.

Os coeficientes de caminhamento estão definidos como segue:

- P_{15} - efeito direto da altura média das plantas na produção de grãos.
- P_{25} - efeito direto do peso de dez panículas na produção de grãos.
- P_{35} - efeito direto do peso de grãos das dez panículas na produção de grãos.
- P_{45} - efeito direto do peso total das panículas na produção de grãos.
- P_{X5} - fator residual.

Os coeficientes de correlação foram obtidos no mini-computador Programa 101, marca Olivetti, de propriedade do Departamento de Fito-tecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, enquanto que as equações foram solucionadas no Computador IBM 1130, pertencente ao Núcleo de Processamento de Dados do Departamento de Matemática e Estatística Aplicada da mesma Universidade. O método utilizado no sistema de equações foi o de eliminação de GAUSS-JORDAN.

EXPERIMENTOS COM SORGO FORRAGEIRO

PRODUÇÃO DE MASSA VERDE

A análise de variância para os experimentos de Redenção e Cascavel não revelou significância estatística para efeito de tratamentos, conforme se observa nos QUADROS 02 e 03. Tais resultados, estão de acordo com os encontrados por NELSON (1952), que constatou não haver diferença significativa entre as produções nas diferentes populações.

Nos locais considerados, evidenciou-se, no entanto, que a densidade 200.000 plantas por hectare, no espaçamento de 0,50 m entre fileiras com 10 plantas por metro linear, foi a de maior produção com 22,3 e 18,2 t/ha, respectivamente, para Redenção e Cascavel (QUADRO 04). Nesta última localidade, o tratamento com 266.000 plantas/ha, espaçado de 0,75 m entre fileiras com 20 plantas por metro linear, aproximou-se bastante do tratamento anteriormente referido. As populações com 0,50 m entre as fileiras tenderam a produzir mais do que as com 0,75 m. Tal comportamento foi constatado em ambos os locais, sendo que esta maior tendência foi observada no município de Redenção. Assim sendo, o tratamento com 0,50 m entre as fileiras com 10 plantas por metro linear, ou seja, 200.000 plantas por hectare poderia ser recomendado, desde que apresentasse o mesmo tipo de comportamento em anos posteriores.

A este respeito BROWN & SHRADER (1959) verificaram que aumentando o número de plantas dentro da fileira no mesmo espaçamento, as produções diminuíam em razão de uma maior competição entre as mesmas.

ALTURA MÉDIA DAS PLANTAS

A análise da variância revelou que o valor de F foi significativo apenas para a interação, no município de Redenção (QUADRO 05). Este fato demonstra comportamento distinto para altura média das plantas nas diferentes densidades quando submetidos aos dois espaçamentos. No município de Cascavel, segundo análise da variância (QUADRO 06) não houve significância estatística entre os tratamentos.

Os coeficientes de variação apresentaram valores de 4,09% e 12,0%, respectivamente, para os municípios de Redenção e Cascavel, os quais conferem boa precisão para os experimentos.

Observa-se no QUADRO 07 que em Redenção, o tratamento com 200.000 plantas/ha apresentou uma altura média de 233,7 cm, a qual correspondeu a uma produção de massa verde da ordem 22,291 t/ha (QUADRO 04). Por outro lado, no município de Cascavel as populações com 100.000 e 266.000 plantas por hectare apresentaram uma maior altura média. As médias encontradas foram 240,0 e 242,2 cm, com produções de 15,749 e 17,749 t/ha de massa verde, respectivamente. Diante destes resultados, nota-se que nem sempre a produção de massa verde aumenta à medida que aumenta a altura da planta do sorgo. Tal fato é justificável tendo em vista que uma maior competição entre as plantas provoca um maior desenvolvimento das mesmas. STICKLER *et al.* (1961) constataram que a redução da área ocupada pela planta de sorgo determinava um aumento na altura da mesma, em razão de forte competição por luz.

NÚMERO MÉDIO DE FOLHAS

O estudo desta característica não revelou significância para efeito de tratamentos em nenhum dos locais considerados (QUADROS 08 e 09).

A despeito da não significância, o número de folhas é da fundamental importância, uma vez que a produção de forragem está intimamente relacionada com o mesmo.

Observa-se também no QUADRO 10, que em ambos os locais, houve uma pequena variação no número médio de folhas para as diversas populações analisadas.

"STAND" FINAL

A análise da variância não mostrou em nenhum dos locais estudos efeitos significativos para tratamentos quando se considerou esta característica (QUADROS 11 e 12).

Pelo exame do QUADRO 13, observa-se que em cada local, ocorreu uma certa variação no número de plantas das fileiras úteis por ocasião do corte. Por outro lado, constata-se, ainda, que embora tenha ocorrido tal variação, algumas populações evidenciaram produções superiores aquelas em que o número de plantas se apresentava muito maior. Este comportamento foi constatado tanto em Redenção como em Cascavel.

ESTUDO DE CORRELAÇÕES

O estudo de algumas características em sorgo, revelou haver correlação entre as mesmas. As que se correlacionaram com produção, são consideradas componentes da produção. Entre estas, temos altura das plantas, número médio de folhas e "stand" final. A análise das FIGURAS 1 e 2 mostra que as componentes altura das plantas, número médio de folhas e "stand" final estão correlacionadas positivamente com produção de massa verde.

ANÁLISE DO COEFICIENTE DE CAMINHAMENTO

Sorgo Forrageiro

A análise do coeficiente de caminhamento descrita por WRIGHT (1921) permite uma separação do coeficiente de correlação em componentes de efeitos direto e indireto.

Os resultados observados para o sorgo forrageiro, em Redenção (QUADRO 31), demonstraram que a elevada correlação positiva e significativa entre a produção de massa verde e a altura média das plantas ($r_{14} = 0,696$) foi devida ao efeito positivo direto da altura média das plantas ($P_{14} = 0,325$) e ao efeito indireto positivo via "stand" final ($r_{13}P_{34} = 0,275$), ambos contribuindo com 46,7% e 39,5% respectivamente. As altas correlações encontradas entre a produção de massa verde com o número médio de folhas e com o "stand" final foram devidas aos seus respectivos efeitos diretos ($P_{24} = 0,234$) para a primeira característica e ($P_{34} = 0,527$) para o segundo componente contribuindo, respectivamente, com 45,9% e 69,3%.

As correlações positivas e significativas encontradas entre os três componentes mencionados e a produção de massa verde, no experimento de Cascavel (QUADRO 32), foram devidas aos efeitos diretos positivos da altura média das plantas ($P_{14} = 0,356$), número médio de folhas ($P_{24} = 0,327$) e "stand" final ($P_{34} = 0,364$), os quais contribuíram com 72,5%, 74,1% e 63,0%, respectivamente.

EXPERIMENTOS COM SORGO GRANÍFERO

PRODUÇÃO DE GRÃOS

A análise da variância do experimento de Redenção revelou que espaçamento e interação diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade (QUADRO 14). Contudo, o mesmo tipo de comportamento não foi observado para aquele localizado no município de Cascavel (QUADRO 15).

A aplicação do teste de Tukey na comparação das médias de tratamentos do experimento de Redenção, revelou que a população com 66.500 plantas por hectare diferiu significativamente das demais, exceto aquela com 199.500 plantas por hectare. As populações em que o número de plantas variou de 133.000 a 400.000 plantas por hectare, não diferiram estatisticamente, ao nível de 5% e foram superiores a população com 100.000 plantas por hectare.

Diante dos resultados apresentados, a população com 66.500 plantas por hectare apresentou-se como a mais produtiva e portanto, poderia ser recomendada para aquele local, caso viesse a repetir o mesmo tipo de comportamento nos anos subsequentes.

Para o experimento de Cascavel, a despeito da não significância para efeito de tratamentos, vale ressaltar que a população 66.500 plantas por hectare no espaçamento de 0,75 m entre fileiras, a exemplo do que foi observado em Redenção, mostrou-se como a de melhor comportamento. Os resultados obtidos são concordantes com os encontrados por BROWN &

SHRADER (1959) os quais observaram altas produções de grãos nos maiores espaçamentos e pequenas densidades de plantio e discordante daqueles evidenciados por PAINTER & LEAMER (1953), em que as maiores produções foram constatadas nos espaçamentos mais cerrados, porém submetidos a doses elevadas de nitrogênio.

No QUADRO 17 encontra-se a análise conjunta dos experimentos conduzidos nos municípios de Redenção e Cascavel.

Deste quadro, observa-se significância estatística para locais, populações e a interação locais x populações, ao nível de 5% de probabilidade.

A aplicação do teste de Tukey na comparação das médias de tratamentos, evidenciou significância entre os contrastes que envolveram as populações 66.500 plantas por hectare versus 100.000 e 133.000 plantas por hectare. As demais não se mostraram significativas ao nível da probabilidade adotada.

Desta maneira, fica confirmada mais uma vez, no conjunto dos locais a superioridade do tratamento 66.500 plantas por hectare sobre os demais, uma vez que este se apresentou como o mais produtivo.

ALTURA MÉDIAS DAS PLANTAS

A análise da variância para esta característica mostrou significância somente para espaçamento, no município de Redenção (QUADRO 19). Para o experimento de Cascavel, observa-se que o "F" para tratamentos não se mostrou significativo ao nível da probabilidade estabelecida (QUADRO 20).

A precisão dos ensaios é muito grande, devido a pequena variação dos dados, o que se pode constatar pelos baixos coeficientes de variação, cujos valores foram de 5,3% e 3,0%, respectivamente, em Redenção e Cascavel.

Examinando-se o QUADRO 21 nota-se que em Redenção, as alturas médias correspondentes às populações 199.500 e 266.000 plantas por hectare quando comparadas aquela obtida para 200.000 plantas por hectare, diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Para os demais contrastes formulados não foram encontradas diferenças significativas.

Do mesmo quadro, verifica-se que os maiores valores para altura corresponderam às populações mais adensadas ou seja, aquelas com 15 e 20 plantas por metro linear. Tal comportamento foi devido a uma maior competição existente entre as plantas, por luz. Resultados semelhantes foram obtidos por STICKLER *et al.* (1961) quando examinaram esta característica em diferentes densidades populacionais.

Para o município de Cascavel, embora não tenha sido evidenciado valor de "F" significativo para tratamentos, denota-se que as populações com 200.000 e 266.000 plantas por hectare apresentaram as maiores médias para altura das plantas (QUADRO 21).

Em face destes resultados, pode-se observar que a altura teve pequena influência sobre a produção de grãos, embora seja um importante componente da produção. A sua atuação, no entanto, é indireta, uma vez que a mesma pode determinar um aumento no número de folhas por planta e ocasionar um acréscimo de taxa fotossintética, proporcionando assim, uma melhor formação dos cariópses.

PESO DE DEZ PANÍCULAS

As análises da variância (QUADROS 22 e 23) revelaram que espaçamento e densidade foram significativos ao nível de 5% de probabilidade.

As comparações dos diversos contrastes formulados mostraram que, no município de Redenção, a população com 66.500 plantas por hectare diferiu significativamente daquelas com 133.000, 200.000, 266.000, 300.000 e 400.000 plantas por hectare. Em Cascavel, observou-se que a menor população, com 66.500 plantas por hectare, quando comparada com as demais, mostrou-se superior, ao nível de 5% de probabilidade.

Verifica-se dessas considerações que em ambos os locais os maiores valores foram encontrados para a população com 66.500 plantas por hectare. Isto se deve ao fato de que nas menores densidades de plantio ocorre uma diminuição no efeito competitivo das plantas e, consequentemente, há um aumento no peso das panículas.

PESO DOS GRÃOS DAS DEZ PANÍCULAS

A análise da variância (QUADROS 25 e 26) efetuada para os dois locais em estudo, revelou valores de "F" significativos para espaçamento e densidade, ao nível de 5% de probabilidade.

Examinando-se o QUADRO 27, pode-se observar que tanto em Redenção, como em Cascavel, a população 66.500 plantas por hectare foi a que apresentou maior peso médio dos grãos das dez panículas; e diferiu significativamente das populações: 200.000, 266.000, 300.000 e 400.000 plantas por hectare, pelo teste de Tukey, no município de Redenção, enquanto que em Cascavel, a população anteriormente referida foi superior, significativamente, às demais, pelo mesmo teste.

PESO TOTAL DAS PANÍCULAS

A análise da variância para o experimento de Redenção (QUADRO 28) revelou que espaçamento e densidade de plantio diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade. No experimento de Cascavel (QUADRO 29), constatou-se significância somente para espaçamento. Os coeficientes de variação apresentaram-se da ordem de 1,2 e 20%, respectivamente, para Redenção e Cascavel. O primeiro destes valores evidenciou grande sensibilidade devido a pequena variação dos dados, enquanto que o segundo demonstra precisão bastante satisfatória para os dados referentes a este parâmetro.

No município de Redenção, os contrastes envolvendo o tratamento com 199.500 plantas por hectare "versus" 66.500, 100.000, 200.000, 300.000 e 400.000 plantas por hectare, quando comparados pelo teste de Tukey mostraram-se significativos ao nível fiducial adotado (QUADRO 30).

No município de Cascavel, observou-se, para os contrastes formulados, que o tratamento com 266.000 plantas por hectare foi o que apresentou maior peso para as panículas, porém não diferiu estatisticamente dos tratamentos com 66.500, 133.000, 199.500 e 200.000 plantas por hectare (QUADRO 30). Podemos ainda verificar, de uma maneira geral, que os tratamentos com 10 a 15 plantas por metro linear apresentaram um maior peso para as panículas. Tais resultados, não estão de acordo com os encontrados por PORTER et al. (1960), BURNSIDE et al. (1964) e KARCHI & RUDICH (1966).

ESTUDO DE CORRELAÇÕES

Nas FIGURAS 3 e 4 são encontrados os valores dos coeficientes de correlação calculados para os componentes da produção e produção de grãos, respectivamente, nos municípios de Redenção e Cascavel.

Do exame destas figuras observa-se que em ambos os locais, a produção de grãos estava correlacionada positivamente com as seguintes características: altura das plantas, peso de dez panículas, peso de grãos das dez panículas e peso total das panículas.

Em Redenção e Cascavel, o peso de 100 sementes foi negativamente correlacionado com o peso das panículas, sendo que apenas o valor de " r " obtido para o segundo município, mostrou-se significativo ao nível de 5% de probabilidade (FIGURA 4). Explica-se este resultado pelo fato de panículas bem granadas, possuírem sementes de pequeno tamanho, portanto com baixa quantidade de material de reserva, uma vez que pequenas porções de fotossintato não são suficientes para preencher satisfatoriamente os grãos. Estudos realizados por PITOMBEIRA (1970) mostraram que o maior peso da panícula é devido ao grande número de sementes e não ao peso destas.

ANÁLISE DO COEFICIENTE DE CAMINHAMENTO

Sorgo Granífero

A análise do coeficiente de caminhamento mostrou que o peso de dez panículas teve um pronunciado efeito direto positivo na produção de grãos ($P_{25} = 0,372$), seguido de perto pelo peso de grãos das dez panículas ($P_{35} = 0,333$), enquanto que os dois outros componentes, altura média das plantas e peso total das panículas, tiveram seus efeitos diretos de baixa amplitude (QUADRO 33).

DEWEY & LU (1959) encontraram, em trigo, forte influência direta e indireta da altura da planta na produção de sementes. A alta correlação positiva e significativa entre a produção de grãos e o peso total das panículas ($r_{45} = 0,610$) foi devida principalmente, ao efeito indireto via peso de grãos das dez panículas, cujo valor ($r_{34}P_{35} = 0,330$) correspondeu a 54,1% do total.

Para os dados do experimento de Cascavel (QUADRO 34), observa-se que, enquanto o peso de grãos das dez panículas, peso total das panículas e altura média das plantas tiveram efeitos diretos positivos, em ordem decrescente de magnitude, sobre a produção de grãos, o efeito direto do peso de dez panículas foi nulo. A mais elevada correlação ocorreu entre a produção de grãos e o peso total das panículas ($r_{45} = 0,513$), devido ao efeito direto positivo ($P_{45} = 0,263$) que contribuiu com 51,3% em relação aos demais efeitos. O efeito indireto via altura média das plantas contribuiu negativamente nas correlações entre a produção de grãos com o peso de dez panículas ($r_{12}P_{15} = -0,024$) e com o peso de grãos das dez panículas ($r_{13}P_{15} = -0,024$).

SUMÁRIO E CONCLUSÕES

Oito populações de plantas variando de 66.500 a 400.000 plantas por hectare, distribuídas nos espaçamentos 0,50 e 0,75 m, cada uma submetida à quatro densidades de plantas por metro linear (5, 10, 15 e 20) foram testadas com sorgo forrageiro e granífero, nos municípios de Redenção e Cascavel, em 1975, para se poder estimar até que ponto tais variações populacionais poderiam influenciar, tanto na produção de massa verde, como na produção de grãos.

Os cultivares utilizados na pesquisa foram o EA-116 e o EA-955 (Serena) representantes dos tipos forrageiro e granífero, respectivamente, por se revelarem superiores em competições realizadas nos anos anteriores e de boa adaptabilidade no Estado do Ceará.

Empregou-se um fatorial 2 x 4 em blocos ao acaso, com oito tratamentos e quatro repetições.

Algumas características foram mensuradas e realizados estudos de correlação linear e coeficiente de caminhamento (Path Coefficient) com a produção de massa verde e produção de grãos, para os sorgos forrageiro e granífero, respectivamente, com a finalidade de se avaliar o efeito das mesmas sobre a produção.

As seguintes conclusões foram obtidas:

Sorgo Forrageiro

O peso total da planta exprimiu a produção de massa verde e dos resultados alcançados, pode-se verificar que as densidades, 10 a 15 plantas por metro linear com 0,50 m entre as fileiras, revelaram-se como as de maior produção de massa verde.

A partir das correlações encontradas e dos coeficientes de caminhamento decompostos em seus efeitos diretos e indiretos, conclui-se que as três características estudadas, altura média das plantas, número médio de folhas e "Stand" final tiveram marcante influência na produção de massa verde nos dois locais estudados.

Sorgo Granífero

A densidade populacional, cinco plantas por metro linear no espaçamento de 0,75 m entre fileiras mostrou-se como a mais produtiva em cada local e no conjunto dos mesmos.

As características: altura média das plantas, peso de dez panículas, peso de grãos das dez panículas e peso total das panículas revelaram-se como componentes da produção de grãos, já que se correlacionaram com esta última, significativamente, ao nível de 5% de probabilidade.

Pode-se deduzir que em Redenção, o componente peso de grãos das dez panículas teve marcante influência na produção de grãos, não só por ter tido um efeito direto, positivo de segunda maior amplitude, como também contribuiu positivamente nas outras características como efeito indireto. O peso de dez panículas teve um efeito direto, positivo ($P_{25} = 0,372$) de mais alta amplitude na produção, o mesmo não ocorrendo na localidade de Cascavel, onde este componente teve influência direta nula.

O peso de grãos das dez panículas teve o mais alto efeito direto, positivo ($P_{35} = 0,301$) na produção de grãos, embora tenha sido negativo como efeito indireto na correlação entre a produção de grãos e a altura média das plantas. Esta teve seu efeito indireto negativo nas associações entre o peso de dez panículas com a produção de grãos e entre esta última e o peso de grãos das dez panículas.

LITERATURA CITADA

- BLUM, A. - Effect of Plant Density and Growth Duration on Grain Sorghum Yield Under Limited Water Supply. Agron. J. 62 : 333-336. 1970.
- BROWN, A. R., COBB, C. & WOOD, E. H. - Effects of Irrigation and Row Spacing on Grain Sorghum in the Piedmont. Agron. J. 56 : 506-509. 1964.
- BROWN, P. L. & SHRADER, W. D. - Grain Yields, Evapotranspiration, and Water Use Efficiency of Grain Sorghum Under Different Cultural Practices. Agron. J. 51 : 339-343. 1959.
- BURNSIDE, C. O., 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.
- DABHOLKAR, A. R., TELANG, S. M. & PATEL, K. C. - Path Analysis of Yield Components in Hybrid Sorghums. Indian Journal of Genetics & Plant Breeding. 30 (3) : 625-629. 1970.
- DEWEY, D. R. & LU, K. H. - A Correlation and Path-Coefficient Analysis of Components of Crested Wheatgrass Seed Production. Agron. J. 51 : 515-518. 1959.
- FARIS, M. A., FERRAZ, L. & ARAÚJO, M. R. A. - Programa de Sorgo e Milheto. In Relatório Anual PSM. Boletim nº 3. IPA, Recife. 51-56. 1974.
- GERAKIS, P. A. & TSANGARAKIS, C. Z. - Response of Sorghum, Sesame, and Groundnuts to Plant Population Density in the Central Sudan. Agron. J. 61 : 872-875. 1969.
- GOMES, F. P. - Curso de Estatística Experimental. Livraria Nobel S.A., São Paulo, 1973. 430 p.
- GRIMES, D. W. & MUSICK, J. T. - Effect of Plant Spacing, Fertility, and Irrigation Management on Grain Sorghum Production. Agron. J. 52 : 647-650. 1960.

- JAIMINI, S. N., GOYAL, S. N. & TIKKA, S. B. S. - Estimation of Correlations and Path-Coefficient Analysis of Some Biometric Characters in Wheat. Indian J. Agric. Sci. 44 (4) : 201-203. 1974.
- KARCHI, Z. & RUDICH, Y. - Effects of Row Width and Seedling Spacing on Yield and Its Components in Grain Sorghum Grown Under Dryland Condi-tions. Agron. J. 58 : 602-604. 1966.
- LI, C. C. - The Concept of Path-Coefficient and Its Impact on Population Genetics. Biometrics. 12 : 190-210. 1956.
- MANN, H. O. - Effects of Rates of Seeding and Row Widths on Grain Sorghum Grown Under Dryland Conditions. Agron. J. 57 : 173-176. 1965.
- NELSON, C. E. - Effects of Spacing and Nitrogen Applications on Yield of Grain Sorghum Under Irrigation. Agron. J. 44 : 303-305. 1952.
- OLSON, T. C. - Yield and Water Use by Different Populations of Dryland Corn, Grain Sorghum, and Forage Sorghum in the Western Corn Belt. Agron. J. 63 : 104-106. 1971.
- PAINTER, C. G. & LEAMER, R. W. - The Effects of Moisture, Spacing, Ferti-lity, and their Interrelationships on Grain Sorghum Production. Agron. J. 45 : 261-264. 1953.
- PARODA, R. S. & JOSHI, A. B. - Correlations, Path-Coefficients and the Implication of Discriminant Function for Selection in Wheat (*Triticum aestivum*). Heredity, Lond. 25 : 383-392. 1970.
- PITOMBEIRA, J. B. - Effect of Plant Population on Agronomic Characteristics and Yield of Cotton and Grain Sorghum. M.S. Thesis Tucson, Arizona. 1972. 53 p.
- PLAUT, Z., BLUM, A. & ARNON, I. - Effect of Soil Moisture Regime and Row Spacing on Grain Sorghum Production. Agron. J. 61 : 344-347. 1969.
- 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.

- ROBINSON, R. G. et al. - Row Spacing and Plant Population for Grain Sorghum in the Humid North. Agron. J. 56 : 189-190. 1964.
- SINGH, K. B. & MEHNDIRAITA, P. D. - Path Analysis and Selection Indices for Cowpea. Indian Journal of Genetics & Plant Breeding. 30 (2) : 471-475. 1970.
- STEEL, R. G. D. & TORRIE, J. H. - Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York. 1960. 481 p.
- 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.
- , et al. - Row Width and Plant Population Studies With Grain Sorghum at Manhattan, Kan. Crop. Sci. 1 : 297-300. 1961.
- & WEARDEN, S. - Yield and Yield Components of Grain Sorghum as Affected by Row Width and Stand Density. Agron. J. 57 : 564-567. 1965.
- & YOUNIS, M. A. - Plant Height as a Factor Affecting Responses of Sorghum to Row Width and Stand Density. Agron. J. 58 : 371-373. 1966.
- WALL, J. S. & ROSS, W. M. - Sorghum Production and Utilization. The Avi Publishing Company, Inc., Westport, Conn. 1970. 702 p.
- WELCH, N. H., BURNETT, E. & ECK, H. V. - Effect of Row Spacing, Plant Population, and Nitrogen Fertilization on Dryland Sorghum Production. Agron. J. 58 : 160-163. 1966.
- WRIGHT, S. - Correlation and Causation. J. Agr. Res. 20. 557-585. 1921.

QUADRO 01 - Precipitações Pluviométricas (mm) Durante os Meses Correspondentes ao Ciclo de Vida dos Ensaio de Densidade e Espaçamento de Sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção e Cascavel, Ceará, 1975.

MESES	L O C A I S	
	REDENÇÃO	CASCAVEL
Março	62,00	250,75
Abril	208,80	103,25
Mai	218,10	267,75
Junho	85,30	98,50
Julho	94,30	79,00
TOTALS	668,50	799,25

QUADRO 02 - Análise da Variância da Produção de Massa Verde de Sorgo Forrageiro, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção, Ceará, 1975.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	7	324.341.420,37	46.334.488,62	2,16ns
Bloco	3	277.816.697,62	92.605.565,87	4,32 *
Resíduo	21	449.714.476,88	21.414.975,09	-
TOTAL	31	1.051.872.594,87	-	-

ns - Não significativo.

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 03 - Análise da Variância da Produção de Massa Verde de Sorgo Forrageiro, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	7	97.494.699,50	13.927.814,21	0,70ns
Bloco	3	20.574.204,25	6.858.068,08	0,35ns
Resíduo	21	417.238.977,75	19.868.522,73	-
TOTAL	31	533.307.881,50	-	-

ns - Não significativo.

QUADRO 04 - Médias de Produção de Massa Verde (t/ha) de Sorgo Forrageiro, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção e Cascavel, Ceará, 1975.

ESPAÇAMENTO E DENSIDADE	PLANTAS POR HECTARE	PRODUÇÕES DE MASSA VERDE	
		REDENÇÃO	CASCVEL
(0,75 x 5)	66.500	11,527	15,138
(0,50 x 5)	100.000	16,666	15,749
(0,75 x 10)	133.000	13,750	14,527
(0,75 x 15)	199.500	17,499	13,972
(0,50 x 10)	200.000	22,291	18,249
(0,75 x 20)	266.000	12,639	17,749
(0,50 x 15)	300.000	13,958	12,791
(0,50 x 20)	400.000	15,000	16,499

QUADRO 05 - Análise da Variância da Altura Média das Plantas de Sorgo Forrageiro, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção, Ceará, 1975.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Bloco	3	1.534,37	511,46	6,13 *
Espaçamento (E)	1	78,12	78,12	0,94ns
Densidade (D)	3	715,62	238,54	2,86ns
Interação (E x D)	3	940,63	313,54	3,76 *
Resíduo	21	1.753,13	83,48	-
TOTAL	31	5.021,87	-	-

ns - Não significativo.

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 06 - Análise da Variância da Altura Média das Plantas de Sorgo Forrageiro, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	7	2.121,87	303,13	0,38ns
Bloco	3	215,62	71,88	0,09ns
Resíduo	21	16.834,38	801,64	-
TOTAL	31	19.171,87	-	-

ns - Não significativo.

QUADRO 07 - Alturas Médias das Plantas (cm) de Sorgo Forrageiro, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção e Cascavel, Ceará, 1975.

ESPAÇAMENTO E DENSIDADE	PLANTAS POR HECTARE	ALTURAS MÉDIAS DAS PLANTAS	
		REDENÇÃO	CASCAVEL
(0,75 x 5)	66.500	213,7	213,7
(0,50 x 5)	100.000	218,7	240,0
(0,75 x 10)	133.000	225,0	232,5
(0,75 x 15)	199.500	232,5	233,7
(0,50 x 10)	200.000	233,7	225,0
(0,75 x 20)	266.000	228,7	242,2
(0,50 x 15)	300.000	213,7	230,0
(0,50 x 20)	400.000	221,2	231,2

QUADRO 08 - Análise da Variância do Número de Folhas (dados transformados para \sqrt{x}) de Sorgo Forrageiro, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção, Ceará, 1975.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	7	0,18	0,02	2,00ns
Bloco	3	0,39	0,13	13,00
Resíduo	21	0,39	0,01	-
TOTAL	31	0,96	-	-

ns - Não significativo.

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 09 - Análise da Variância do Número Médio de Folhas (dados transformados para \sqrt{x}) de Sorgo Forrageiro, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.

CAUSAS DE VARIÇÃO	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	7	0,16	0,02	1,00ns
Bloco	3	0,52	0,17	8,50 *
Resíduo	21	0,43	0,02	-
TOTAL	31	1,11	-	-

ns - Não significativo.

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 10 - Número Médio de Folhas de Sorgo Forrageiro, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção e Cascavel, Ceará, 1975.

ESPAÇAMENTO E DENSIDADE	PLANTAS POR HECTARE	NÚMERO MÉDIO DE FOLHAS	
		REDENÇÃO	CASCADEL
(0,75 x 5)	66.500	6	6
(0,50 x 5)	100.000	6	7
(0,75 x 10)	133.000	5	6
(0,75 x 15)	199.500	6	6
(0,50 x 10)	200.000	6	7
(0,75 x 20)	266.000	6	5
(0,50 x 15)	300.000	6	6
(0,50 x 20)	400.000	7	6

QUADRO 11 - Análise da Variância do "Stand" Final de Sorgo Forrageiro, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção, Ceará, 1975.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	7	13,49	1,92	0,81ns
Bloco	3	15,07	5,29	2,23ns
Resíduo	21	49,97	2,37	-
TOTAL	31	79,33	-	-

ns - Não significativo.

QUADRO 12 - Análise da Variância do "Stand" Final de Sorgo Forrageiro, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	7	21,80	3,11	1,94ns
Bloco	3	8,33	2,94	1,83ns
Resíduo	21	33,61	1,60	-
TOTAL	31	64,24	-	-

ns - Não significativo.

QUADRO 13 - Médias do "Stand" Final de Sorgo Forrageiro, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção e Cascavel, Ceará, 1975.

ESPAÇAMENTO E DENSIDADE	PLANTAS POR HECTARE	"STAND" FINAL	
		REDENÇÃO	CASCADEL
(0,75 x 5)	66.500	41	78
(0,50 x 5)	100.000	50	79
(0,75 x 10)	133.000	61	76
(0,75 x 15)	199.500	71	81
(0,50 x 10)	200.000	65	56
(0,75 x 20)	266.000	31	99
(0,50 x 15)	300.000	45	51
(0,50 x 20)	400.000	50	68

QUADRO 14 - Análise da Variância da Produção de Grãos de Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção, Ceará, 1975.

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	SQ	QM	F
Bloco	3	1.729.630,75	576.543,58	5,93 *
Espaçamento (E)	1	1.824.050,00	1.824.050,00	18,77 *
Densidade (D)	3	700.020,25	233.340,08	2,40
Interação (E x D)	3	1.855.654,75	618.551,58	6,37 *
Resíduo	21	2.040.762,25	97.179,15	-
TOTAL	31	8.150.118,00	-	-

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 15 - Análise da Variância da Produção de Grãos de Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	7	2.929.927,87	418.516,12	1,67ns
Bloco	3	405.991,12	135.330,37	0,54ns
Resíduo	21	5.254.396,88	250.209,38	-
TOTAL	31	8.590.396,87	-	-

ns - Não significativo.

QUADRO 16 - Médias de Produção de Grãos (kg/ha) de Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção e Cascavel, Ceará, 1975.

ESPAÇAMENTO E DENSIDADE	PLANTAS POR HECTARE	PRODUÇÕES DE GRÃO	
		REDENÇÃO	CASCADEL
(0,75 x 5)	66.500	3.824 a	3.123
(0,50 x 5)	100.000	2.522 c	2.202
(0,75 x 10)	133.000	2.960 b	2.107
(0,75 x 15)	199.500	3.320 ab	2.173
(0,50 x 10)	200.000	2.687 b	2.531
(0,75 x 20)	266.000	3.077 b	2.516
(0,50 x 15)	300.000	3.069 b	2.329
(0,50 x 20)	400.000	2.993 b	2.381

* - Duas médias não seguidas pela mesma letra diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

QUADRO 17 - Análise Conjunta da Produção de Grãos de Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção e Cascavel, Ceará, 1975.

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	SQ	QM	F
Repetições dentro de locais	6	8.616.464,94	1.436.077,49	7,62 *
Locais (L)	1	6.480.483,07	6.480.843,07	34,40 *
Populações (P)	7	5.990.926,44	855.846,63	4,54 *
L x P	7	1.318.726,43	188.389,49	4,26 *
Resíduo	42	1.858.536,06	44.250,86	-
TOTAL	63	23.322.996,94	-	-

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 18 - Médias de Produção de Grãos da Análise Conjunta de Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção e Cascavel, Ceará, 1975.

ESPAÇAMENTO E DENSIDADE	PLANTAS POR HECTARE	PRODUÇÃO DE GRÃOS
		REDENÇÃO / CASCAVEL
(0,75 x 5)	66.500	3.474,12 a
(0,50 x 5)	100.000	2.362,50 b
(0,75 x 10)	133.000	2.533,50 b
(0,75 x 15)	199.500	2.747,12 ab
(0,50 x 10)	200.000	2.609,37 ab
(0,75 x 20)	266.000	2.797,00 ab
(0,50 x 15)	300.000	2.699,12 ab
(0,50 x 20)	400.000	2.687,50 ab

* - Duas médias não seguidas pela mesma letra diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

QUADRO 19 - Análise da Variância da Altura Média das Plantas de Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção, Ceará, 1975.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Bloco	3	1.052,35	350,78	5,07 *
Espaçamento (E)	1	1.069,53	1.069,53	15,45 *
Densidade (D)	3	402,35	134,12	1,94ns
Interação (E x D)	3	102,34	34,11	0,49ns
Resíduo	21	1.453,90	69,23	-
TOTAL	31	4.080,47	-	-

ns - Não significativo.

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 20 - Análise da Variância da Altura Média das Plantas de Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	7	337,50	48,22	1,52ns
Bloco	3	81,25	27,09	0,85ns
Resíduo	21	668,75	31,85	-
TOTAL	31	1.087,50	-	-

ns - Não significativo.

QUADRO 21 - Altura Média das Plantas (cm) de Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção e Cascavel, Ceará, 1975.

ESPAÇAMENTO E DENSIDADE	PLANTAS POR HECTARE	ALTURAS MÉDIAS DAS PLANTAS	
		REDENÇÃO	CASCADEL
(0,75 x 5)	66.500	157,5 ab	156,2
(0,50 x 5)	100.000	150,0 ab	153,7
(0,75 x 10)	133.000	161,2 ab	157,5
(0,75 x 15)	199.500	162,2 a	158,7
(0,50 x 10)	200.000	145,0 b	160,0
(0,75 x 20)	266.000	165,0 a	165,0
(0,50 x 15)	300.000	157,5 ab	155,0
(0,50 x 20)	400.000	151,2 ab	158,7

* - Duas médias não seguidas pela mesma letra diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

QUADRO 22 - Análise da Variância do Peso de Dez Panículas de Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção, Ceará, 1975.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Bloco	3	13.728,12	4.576,04	0,86ns
Espaçamento (E)	1	83.028,12	83.028,12	15,57 *
Densidade (D)	3	183.703,12	61.234,37	11,48 *
Interação (E x D)	3	6.778,13	2.259,38	0,42ns
Resíduo	21	111.984,38	5.332,59	-
TOTAL	31	399.221,87	-	-

ns - Não significativo.

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 23 - Análise da Variância do Peso de Dez Panículas de Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	SQ	QM	F
Bloco	3	168,75	56,25	0,01ns
Espaçamento (E)	1	125.000,00	125.000,00	15,61 *
Densidade (D)	3	230.450,00	76.816,67	9,59 *
Interação (E x D)	3	34.375,00	11.458,33	1,43ns
Resíduo	21	168.156,25	8.007,44	-
TOTAL	31	558.150,00	-	-

ns - Não significativo.

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 24 - Médias do Peso de Dez Panículas (g) de Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção e Cascavel, Ceará, 1975.

ESPAÇAMENTO E DENSIDADE	PLANTAS POR HECTARE	PESO DE DEZ PANÍCULAS	
		REDENÇÃO	CASCADEL
(0,75 x 5)	66.500	458,7 a	600,0 a
(0,50 x 5)	100.000	333,7 abc	362,5 b
(0,75 x 10)	133.000	258,7 bc	363,7 b
(0,75 x 15)	199.500	353,7 ab	301,2 b
(0,50 x 10)	200.000	188,7 bc	263,7 b
(0,75 x 20)	266.000	238,7 bc	335,0 b
(0,50 x 15)	300.000	217,5 bc	226,2 b
(0,50 x 20)	400.000	162,5 c	247,5 b

* - Duas médias não seguidas pela mesma letra diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

QUADRO 25 - Análise da Variância do Peso de Grãos das Dez Panículas de Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção, Ceará, 1975.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Bloco	3	15.893,75	5.297,91	1,13ns
Espaçamento (E)	1	48.828,13	48.828,13	11,48 *
Densidade (D)	3	118.293,75	39.431,25	8,46 *
Interação (E x D)	3	3.253,12	1.084,37	0,23ns
Resíduo	21	97.881,25	4.661,01	-
TOTAL	31	284.150,00	-	-

ns - Não significativo.

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 26 - Análise da Variância do Peso de Grãos das Dez Panículas de Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Bloco	3	11.765,62	3.921,88	0,54ns
Espaçamento (E)	1	101.250,00	101.250,00	13,95 *
Densidade (D)	3	140.853,12	46.951,04	6,47 *
Interação (E x D)	3	44.006,25	14.668,75	2,02ns
Resíduo	21	152.446,88	7.259,38	-
TOTAL	31	450.321,87	-	-

ns - Não significativo.

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 27 - Médias do Peso de Grãos das Dez Panículas (g) de Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção e Cascavel, Ceará, 1975.

ESPAÇAMENTO E DENSIDADE	PLANTAS POR HECTARE	PESO DE GRÃOS DAS DEZ PANÍCULAS	
		REDENÇÃO	CASCAVEL
(0,75 x 5)	66.500	372 a	511 a
(0,50 x 5)	100.000	276 ab	275 b
(0,75 x 10)	133.000	213 ab	272 b
(0,75 x 15)	199.500	282 ab	265 b
(0,50 x 10)	200.000	158 b	230 b
(0,75 x 20)	266.000	197 b	292 b
(0,50 x 15)	300.000	182 b	192 b
(0,50 x 20)	400.000	136 b	193 b

* - Duas médias não seguidas pela mesma letra diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

QUADRO 28 - Análise da Variância do Peso Total das Panículas de Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção, Ceará, 1975.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Bloco	3	848.552,35	282.850,78	4,06 *
Espaçamento (E)	1	12.158.613,28	12.158.613,28	174,42 *
Densidade (D)	3	1.935.664,85	645.221,62	9,26 *
Interação (E x D)	3	204.852,34	68.284,11	0,98ns
Resíduo	21	1.463.903,90	69.709,71	-
TOTAL	31	16.611.586,72	-	-

ns - Não significativo.

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 29 - Análise da Variância do Peso Total das Panículas de Sorgho Granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	SQ	QM	F
Bloco	3	492.195,99	164.065,33	0,93ns
Espaçamento (E)	1	5.632.207,03	5.632.207,03	31,78 *
Densidade (D)	3	705.377,35	235.125,76	1,33ns
Interação (E x D)	3	2.194.158,48	731.386,16	4,13 *
Resíduo	21	3.722.072,86	177.241,56	-
TOTAL	31	12.746.011,71	-	-

ns - Não significativo.

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 30 - Médias do Peso Total das Panículas (g) de Sorgho Granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção e Cascavel, Ceará, 1975.

ESPAÇAMENTO E DENSIDADE	PLANTAS POR HECTARE	PESO TOTAL DAS PANÍCULAS	
		REDENÇÃO	CASCVEL
(0,75 x 5)	66.500	2.827 bc	2.671 ab
(0,50 x 5)	100.000	1.822 d	1.401 d
(0,75 x 10)	133.000	3.238 ab	1.991 abcd
(0,75 x 15)	199.500	3.700 a	2.548 abc
(0,50 x 10)	200.000	1.946 d	2.042 abcd
(0,75 x 20)	266.000	3.515 ab	2.952 a
(0,50 x 15)	300.000	2.255 cd	1.561 cd
(0,50 x 20)	400.000	2.226 cd	1.802 bcd

* - Duas médias não seguidas pela mesma letra diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

QUADRO 31 - Decomposição dos Valores dos Coeficientes de Correlação (r) entre a Produção de Massa Verde e Altura Média das Plantas, Número Médio de Folhas e "Stand" Final do Sorgo Forrageiro, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção, Ceará, 1975.

CAUSA E EFEITO	CORRELAÇÃO FENOTÍPICA
Produção de Massa Verde x Altura Médias das Plantas (r_{14})	0,696
Efeito Direto (P_{14})	0,325
Efeito Indireto Via Número	
Médio de Folhas (r_{12} P_{24})	0,096
Efeito Indireto Via "Stand"	
Final (r_{13} P_{34})	0,275
TOTAL	<u>0,696</u>
Produção de Massa Verde x Número Médio de Folhas (r_{24})	0,510
Efeito Direto (P_{24})	0,234
Efeito Indireto Via Altura	
Média das Plantas (r_{12} P_{14})	0,134
Efeito Indireto Via "Stand"	
Final (r_{23} P_{34})	0,142
TOTAL	<u>0,510</u>
Produção de Massa Verde x "Stand" Final (r_{34})	0,760
Efeito Direto (P_{34})	0,527
Efeito Indireto Via Altura	
Média das Plantas (r_{13} P_{14})	0,170
Efeito Indireto Via Número	
Médio de Folhas (r_{23} P_{24})	0,063
TOTAL	0,760
FATOR RESIDUAL (P_{X4})	0,505

QUADRO 32 - Decomposição dos Valores dos Coeficientes de Correlação (r) entre a Produção de Massa Verde e Altura Média das Plantas, Número Médio de Folhas e "Stand" Final do Sorgo Forrageiro, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.

CAUSA E EFEITO	CORRELAÇÃO FENOTÍPICA
Produção de Massa Verde x Altura Média das Plantas (r_{14})	0,491
Efeito Direto (P_{14})	0,356
Efeito Indireto Via Número	
Médio de Folhas (r_{12} P_{24})	0,010
Efeito Indireto Via "Stand"	
Final (r_{13} P_{34})	0,125
TOTAL	<u>0,491</u>
Produção de Massa Verde x Número Médio de Folhas (r_{24})	0,441
Efeito Direto (P_{24})	0,327
Efeito Indireto Via Altura	
Média das Plantas (r_{12} P_{14})	0,012
Efeito Indireto Via "Stand"	
Final (r_{23} P_{34})	0,102
TOTAL	<u>0,441</u>
Produção de Massa Verde x "Stand" Final (r_{34})	0,578
Efeito Direto (P_{34})	0,364
Efeito Indireto Via Altura	
Média das Plantas (r_{13} P_{14})	0,123
Efeito Indireto Via Número	
Médio de Folhas (r_{23} P_{24})	0,091
TOTAL	<u>0,578</u>
FATOR RESIDUAL (P_{X4})	0,686

QUADRO 33 - Decomposição dos Valores dos Coeficientes de Correlação (r) entre a Produção de Grãos e Altura Média das Plantas, Peso de Dez Panículas, Peso de Grãos das Dez Panículas e Peso Total das Panículas do Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção, Ceará, 1975.

CAUSA E EFEITO	CORRELAÇÃO FENOTÍPICA
Produção de Grãos x Altura Média das Plantas (r_{15})	0,471
Efeito Direto (P_{15})	0,195
Efeito Indireto Via Peso de Dez Panículas ($r_{12} P_{25}$)	0,037
Efeito Indireto Via Peso dos Grãos das Dez Panículas ($r_{13} P_{35}$)	0,217
Efeito Indireto Via Peso Total das Panículas ($r_{14} P_{45}$)	0,022
TOTAL	<u>0,471</u>
Produção de Grãos x Peso de Dez Panículas (r_{25})	0,510
Efeito Direto (P_{25})	0,372
Efeito Indireto Via Altura Média das Plantas ($r_{12} P_{15}$)	0,020
Efeito Indireto Via Peso dos Grãos das Dez Panículas ($r_{23} P_{35}$)	0,107
Efeito Indireto Via Peso Total das Panículas ($r_{24} P_{45}$)	0,011
TOTAL	<u>0,510</u>

(Continua)

QUADRO 33 - Decomposição dos Valores dos Coeficientes de Correlação (r) (Cont.) entre a Produção de Grãos e Altura Média das Plantas, Peso de Dez Panículas, Peso de Grãos das Dez Panículas e Peso Total das Panículas do Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção, Ceará, 1975.

CAUSA E EFEITO	CORRELAÇÃO FENOTÍPICA
Produção de Grãos x Peso dos Grãos das Dez Panículas (r_{35})	0,613
Efeito Direto (P_{35})	0,333
Efeito Indireto Via Altura Média das Plantas (r_{13} P_{15})	0,127
Efeito Indireto Via Peso de Dez Panículas (r_{23} P_{25})	0,120
Total das Panículas (r_{34} P_{45})	0,033
TOTAL	<u>0,613</u>
Produção de Grãos x Peso Total das Panículas (r_{45})	0,610
Efeito Direto (P_{45})	0,033
Efeito Indireto Via Altura Média das Plantas (r_{14} P_{15})	0,127
Efeito Indireto Via Peso de Dez Panículas (r_{24} P_{25})	0,120
Efeito Indireto Via Peso dos Grãos das Dez Panículas (r_{34} P_{35})	0,330
TOTAL	<u>0,610</u>
FATOR RESIDUAL (P_{X5})	0,704

QUADRO 34 - Decomposição dos Valores dos Coeficientes de Correlação (r) entre a Produção de Grãos e Altura Média das Plantas, Peso de Dez Panículas, Peso de Grãos das Dez Panículas e Peso Total das Panículas do Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.

CAUSA E EFEITO	CORRELAÇÃO FENOTÍPICA
Produção de Grãos x Altura Média das Plantas (r_{15})	0,351
Efeito Direto (P_{15})	0,249
Efeito Indireto Via Peso de Dez Panículas ($r_{12} P_{25}$)	0,000
Efeito Indireto Via Peso dos Grãos das Dez Panículas ($r_{13} P_{35}$)	- 0,029
Efeito Indireto Via Peso Total das Panículas ($r_{14} P_{45}$)	0,131
TOTAL	<u>0,351</u>
Produção de Grãos x Peso de Dez Panículas (r_{25})	0,358
Efeito Direto (P_{25})	0,000
Efeito Indireto Via Altura Média das Plantas ($r_{12} P_{15}$)	- 0,024
Efeito Indireto Via Peso dos Grãos das Dez Panículas ($r_{23} P_{35}$)	0,285
Efeito Indireto Via Peso Total das Panículas ($r_{24} P_{45}$)	0,097
TOTAL	<u>0,358</u>

(Continua)

QUADRO 34 - Decomposição dos Valores dos Coeficientes de Correlação (r) (Cont.) entre a Produção de Grãos e Altura Média das Plantas, Peso de Dez Panículas, Peso de Grãos das Dez Panículas e Peso Total das Panículas do Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.

CAUSA E EFEITO	CORRELAÇÃO FENOTÍPICA
Produção de Grãos x Peso dos Grãos das Dez Panículas (r_{35})	0,386
Efeito Direto (P_{35})	0,301
Efeito Indireto Via Altura Média das Plantas (r_{13} P_{15})	- 0,024
Efeito Indireto Via Peso de Dez Panículas (r_{23} P_{25})	0,000
Efeito Indireto Via Peso Total das Panículas (r_{34} P_{45})	0,109
TOTAL	<u>0,386</u>
Produção de Grãos x Peso Total das Panículas (r_{45})	0,513
Efeito Direto (P_{45})	0,263
Efeito Indireto Via Altura Média das Plantas (r_{14} P_{15})	0,125
Efeito Indireto Via Peso de Dez Panículas (r_{24} P_{25})	0,000
Efeito Indireto Via Peso dos Grãos das Dez Panículas (r_{34} P_{35})	0,125
TOTAL	<u>0,513</u>
FATOR RESIDUAL (P_{X5})	0,813

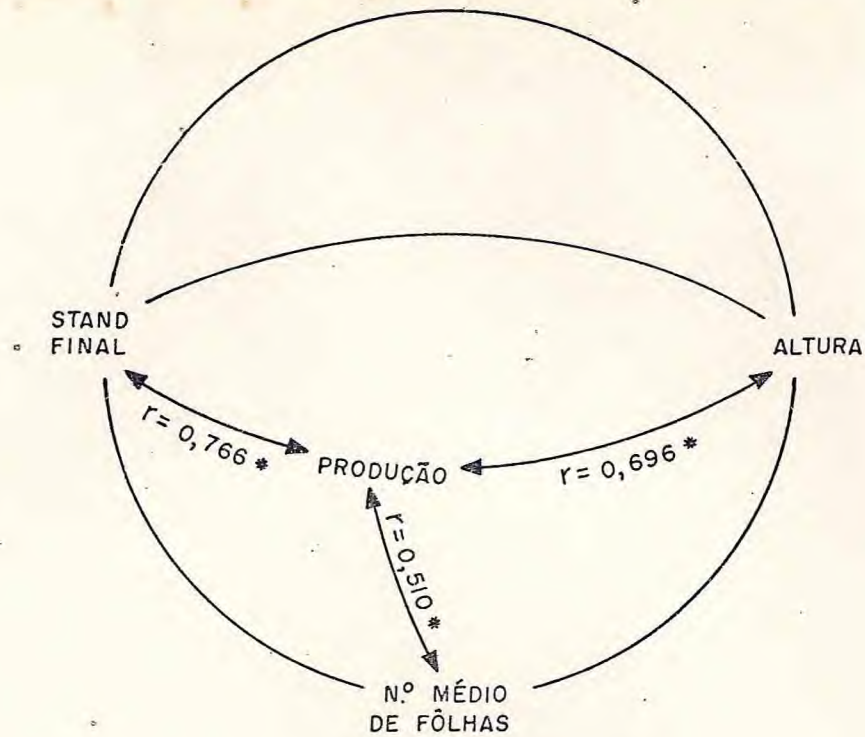


Figura 1: Correlações entre a produção de massa verde e seus componentes no ensaio de densidade e espaçamento com sorgo forrageiro, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção, Ceará, 1975.

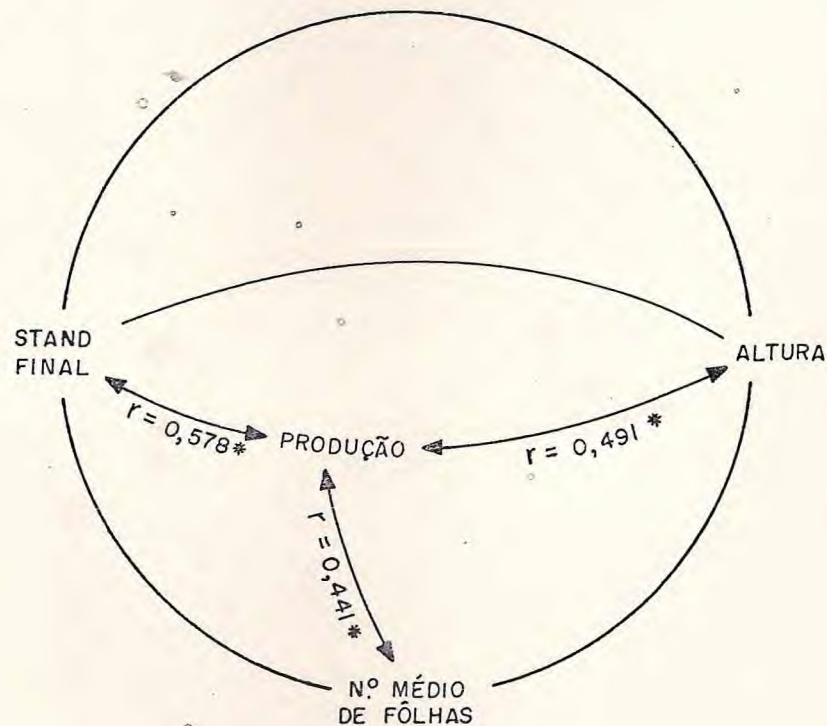


Figura 2: Correlações entre a produção de massa verde e seus componentes no ensaio de densidade e espaçamento com sorgo forrageiro, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.

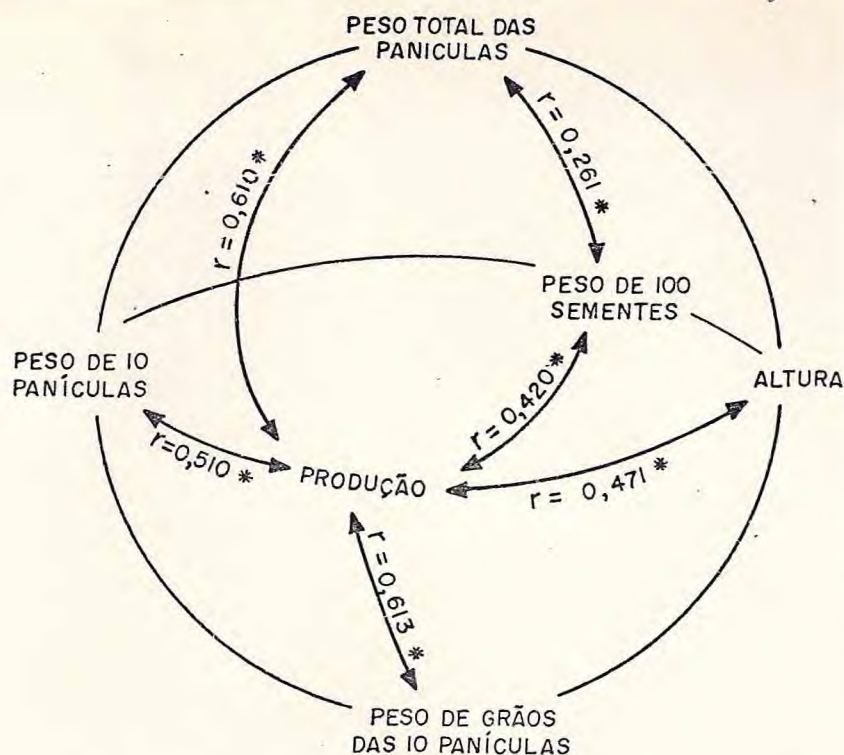


Figura 3: Correlações entre a produção de grãos e seus componentes no ensaio de densidade e espaçamento com sorgo granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção, Ceará, 1975.

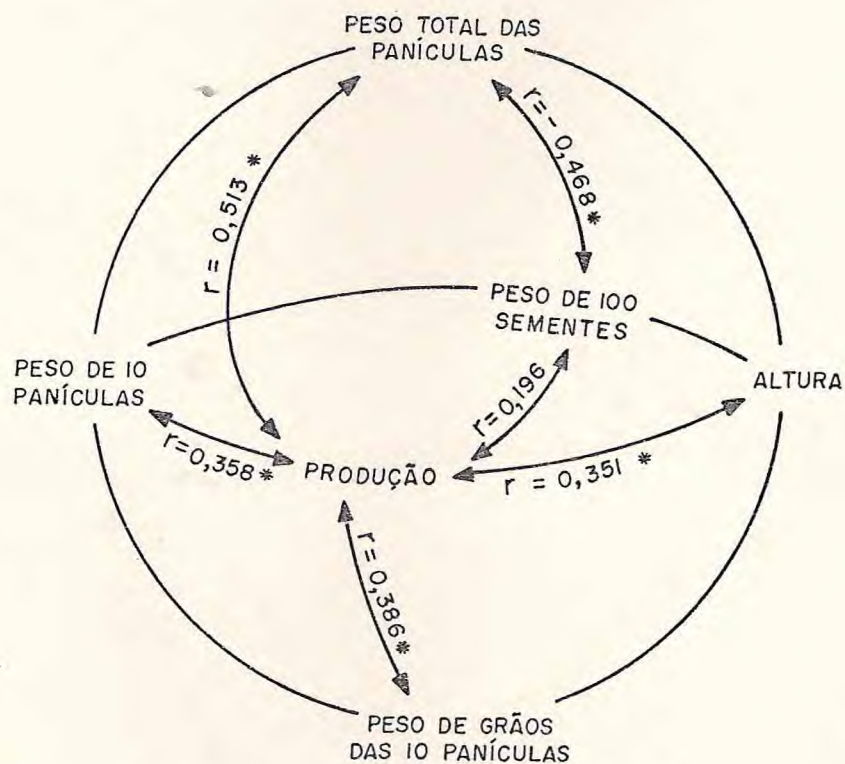


Figura 4: Correlações entre a produção de grãos e seus componentes no ensaio de densidade e espaçamento com sorgo granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.

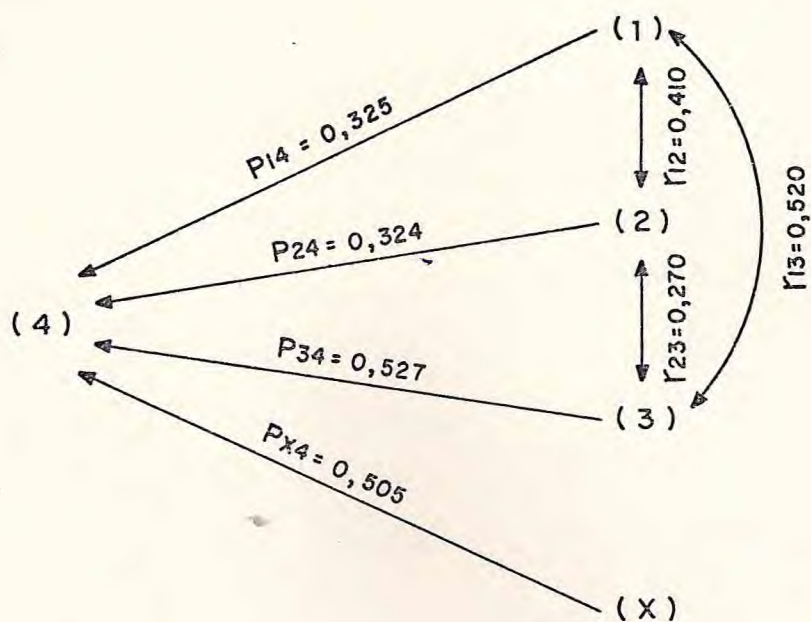


Figura 5: Representação Diagramática da Análise do Coeficiente de Caminhamento (Path Coefficient) e Respetivos Valores das Interações da Altura Média das Plantas (1), Número Médio de Folhas (2), "Stand" Final (3), com a Produção de Massa Verde (4) e Fatores Residuais (X) do Experimento de Sorgo Forrageiro, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção, Ceará, 1975.

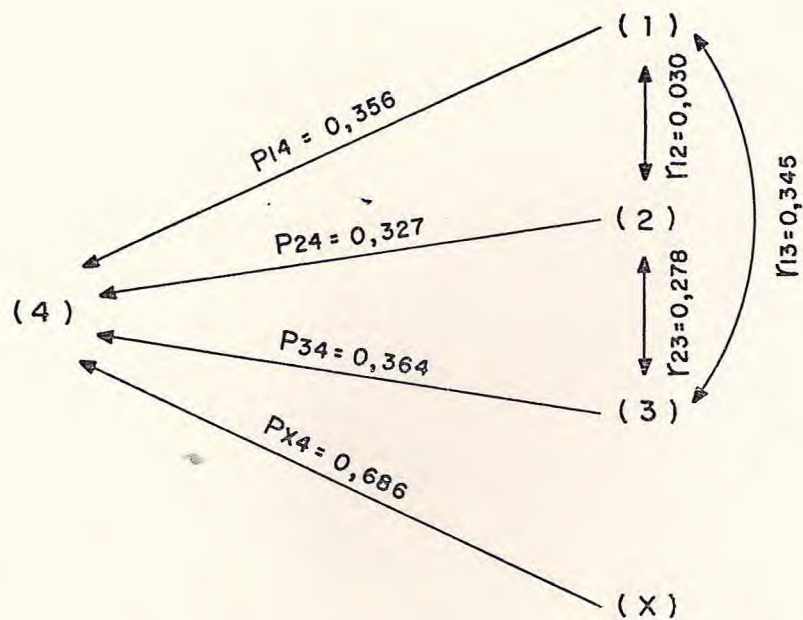


Figura 6: Representação Diagramática da Análise do Coeficiente de Caminhamento (Path Coefficient) e Respectivos Valores das Interações da Altura Média das Plantas (1), Número Médio de Folhas (2), "Stand" Final (3), com a Produção de Massa Verde (4) e Fatores Residuais (X) do Experimento de Sorgo Forrageiro, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.

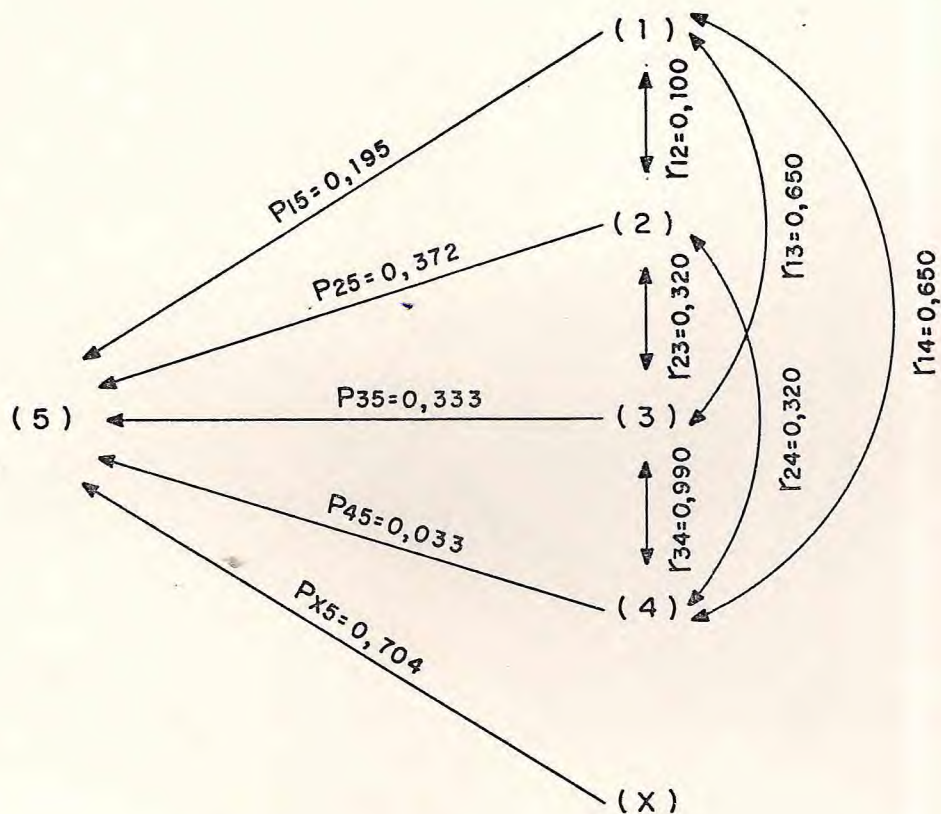


Figura 7: Representação Diagramática da Análise do Coeficiente de Caminhamento (Path Coefficient) e Respective Valores das Interações da Altura Média das Plantas (1), Peso de Dez Panículas (2), Peso dos Grãos das Dez Panículas (3), Peso Total das Panículas (4), com a Produção de Grãos (5) e Fatores Residuais (X) do Experimento de Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Redenção, Ceará, 1975.

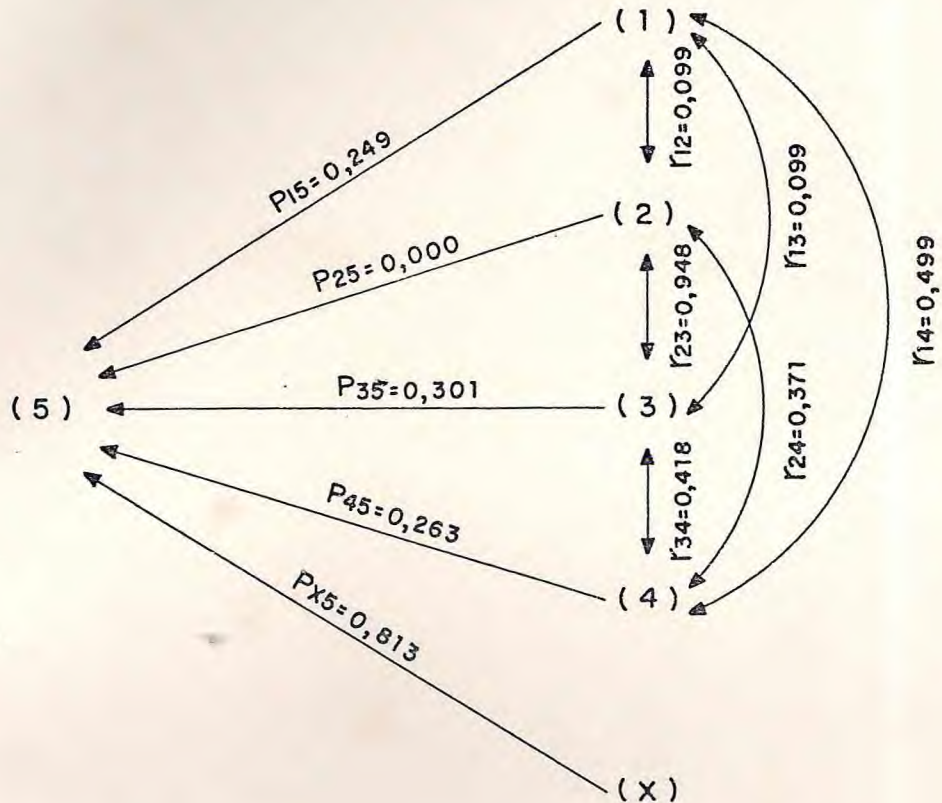


Figura 8: Representação Diagramática da Análise do Coeficiente de Caminhamento (Path Coefficient) e Respective Valores das Interações da Altura Média das Plantas (1), Peso de Dez Panículas (2), Peso dos Grãos das Dez Panículas (3), Peso Total das Panículas (4), com a Produção de Grãos (5) e Fatores Residuais (X) do Experimento de Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Cascavel, Ceará, 1975.