

EFEITOS DA DENSIDADE POPULACIONAL SOBRE A PRODUÇÃO DE SORGO GRANÍFERO, *SORGHUM BICOLOR* (L), MOENCH. *

FRANCISCO BERILO F. MAMEDE **
CLAIRTON MARTINS DO CARMO **
JOSÉ FERREIRA ALVES **

INTRODUÇÃO

O sorgo, *Sorghum bicolor* (L), Moench., originário do Leste Central da África (Wall & Ross, 1970) tem demonstrado excelente performance e adaptação no Nordeste do Brasil.

Inicialmente, as cultivares com características graníferas somente eram utilizadas na alimentação de aves e pequenos animais. Nesta região do país, modernamente já existem programas conjuntos com o Setor de Economia Doméstica para uso de grão na alimentação humana.

Em face desta possibilidade e com os resultados já alcançados pela pesquisa, como constataram Painter & Leamer (1953) que o sorgo granífero "Plainsman" em espaçamentos cerrados e níveis elevados de nitrogênio, produções mais satisfatórias foram alcançadas; esta graminha poderá se tornar em mais uma fonte nutricional para o agricultor do Nordeste.

Três cultivares de sorgo granífero e três densidades de populações foram estudadas por Nelson (1952), o qual concluiu que as primeiras influenciaram a produção, mas esta não foi afetada pelas diferentes populações.

O objetivo primordial desta pesquisa é encontrar as densidades populacionais mais viáveis para uma produção satisfatória, estudando-se as características que mais a influenciam.

Paris *et alii* (1974) desenvolvendo estudo semelhante em Pernambuco, encontraram que a faixa de maior produção de grãos foi entre 200.000 a 300.000 plantas por hectare, num espaçamento de 0,50 m entre fileiras com 15 a 20 plantas por metro linear.

MATERIAL E MÉTODO

A cultivar utilizada para o desenvolvimento deste trabalho foi a "EA 955", "SERENA", proveniente de Uganda, África, que tem demonstrado boa capacidade de adaptação e considerável produção de grãos no Estado do Ceará.

Os ensaios foram realizados nos municípios cearenses de Redenção e Cascavel, ambos com solo Podzólico Vermelho

* Trabalho extraído da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, defendida no Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

** Professores do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

Amarelo, enquanto no primeiro município foi registrado um maior teor de matéria orgânica.

Dois espaçamentos (0,50m e 0,75m) e quatro densidades (5, 10, 15 e 20 plantas por metro linear) foram combinados num fatorial 2 x 4, distribuídos no delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. A combinação dos dois fatores (espaçamento e densidade) proporcionaram as seguintes populações de plantas por hectare: 66.500, 100.000, 133.000, 199.500, 200.000, 266.000, 300.000 e 400.000.

As parcelas apresentaram 3,00m de largura e 6,00m de comprimento. Nos tratamentos espaçados com 0,50m e 0,75m 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 uréia, 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 a semeadura.

O ensaio teve desenvolvimento entre os meses de março e julho registrando-se a altura média das plantas, número de plantas das fileiras úteis, peso de dez panículas sorteadas aleatoriamente, peso dos grãos das dez panículas eleitas, peso total das panículas e produção total dos grãos.

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 Quadrado Médio 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 efetuados entre os componentes de produção e a produção de grãos, segundo a técnica desenvolvida por Stell & Torrie (1960).

Empregou-se também, a técnica do coeficiente de caminhamento (Path-Coefficient), primeiramente descrita por Wright (1921) e posteriormente desenvolvida por Li (1956) com a finalidade de determinar quais as características que mais influenciaram na produção de grãos nos dois locais considerados. No estudo, tais características foram: altura média das plantas (1), peso de dez panículas (2), peso dos grãos das dez panículas (3), peso total das panículas (4) e produção de grãos (5), representadas nas figuras 1 e 2.

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 caminhamento:

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

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

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

Os coeficientes de correlação linear estão assim definidos:

- r₁₂ — correlação entre altura média das plantas e peso de dez panículas.
- r₁₃ — correlação entre altura média das plantas e peso dos grãos das dez panículas.
- r₁₄ — correlação entre altura média das plantas e peso total das panículas.
- r₁₅ — correlação entre altura média das plantas e produção de grãos.
- r₂₃ — correlação entre peso de dez panículas e peso dos grãos das dez panículas.
- r₂₄ — correlação entre peso de dez panículas e peso total das panículas.
- r₂₅ — correlação entre peso de dez panículas e produção de grãos.
- r₃₄ — correlação entre peso dos grãos das dez panículas e peso total das panículas.
- r₃₅ — correlação entre peso dos grãos das dez panículas e produção de grãos.
- r₄₅ — correlação entre peso total das panículas e produção de grãos.

Os coeficientes de caminhamento estão definidos como segue:

- P₁₅ — efeito direto da altura média das plantas na produção de grãos.
- P₂₅ — efeito direto do peso de dez panículas na produção de grãos.
- P₃₅ — efeito direto do peso dos grãos das dez panículas na produção de grãos.

P₄₅ — efeito direto do peso total das panículas na produção de grãos.

Px5 — fator residual.

Os coeficientes de correlação foram obtidos no minicomputador Programa 101, marca Olivetti, de propriedade do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, enquanto que as equações foram solucionadas no Computador IBM de 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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de Grãos

Devido os espaçamentos e as densidades de plantas nas fileiras bem como a interação entre eles, diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade, aplicou-se o teste de Tukey na comparação das médias dos tratamentos do experimento de Redenção; e observou-se que a população com 66.500 plantas/ha diferiu significativamente das demais, exceto da densidade com 199.500 plantas/ha. Conseqüentemente, aquela apresentou-se como a mais produtiva, já que as populações em que o número de plantas variou de 133.000 a 400.000 plantas/ha, não diferiram estatisticamente, ao nível fiducial adotado.

QUADRO 01

Médias de Produção de Grãos (Kg/ha) de Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L) Moench., Redenção e Cascavel, Ceará, Brasil.

ESPAÇAMENTO E DENSIDADE	PLANTAS POR HECTARE	PRODUÇÃO DE GRÃOS	
		REDENÇÃO	CASCVEL
(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.

Em Cascavel, a população 66.500 plantas/ha mostrou-se também como a de melhor comportamento, embora o teste de significância para efeitos de tratamentos não tenha sido significativo, como mostra o Quadro 1. Estes resultados concordam com os encontrados por Brown & Seshrader (1959), os quais observaram altas produções de grãos nos maiores espaçamentos e pequenas densidades de plantio.

Na análise conjunta dos ensaios nos dois municípios, observou-se significância estatística, ao nível de 5% de probabilidade, para locais, populações e a interação de ambos; com a aplicação do teste de Tukey ficou evidenciada a significância entre os contrastes que envolveram as populações 66.500 plantas/ha "versus" 100.000 e 133.000 plantas/ha.

Assim, confirma-se mais uma vez, no conjunto dos locais a superioridade do tratamento 66.500 plantas/ha, sobre as demais populações, Quadro 2.

Altura Média das Plantas

Pode-se observar no Quadro 3, para o município de Redenção, que as maiores alturas médias corresponderam às populações mais densas, 15 e 20 plantas/metro linear, isto se deve à competição por luz. Resultados semelhantes foram obtidos por Stickler *et alii* (1961).

Esta característica 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 da taxa fotossintética, proporcionando assim, uma melhor formação dos cariópses.

Peso de Dez Panículas

A população com 66.500 plantas/ha superou as demais densidades em ambos os locais estudados, como mostra o Quadro 4. Isto se deve ao fato de que nas menores densidades de plantio, ocorre uma diminuição no efeito competitivo das plantas e, conseqüentemente, há um aumento no peso das panículas.

Peso dos Grãos das Dez Panículas

Examinando-se o Quadro 5, pode-se observar que tanto em Redenção, como em Cascavel, a população 66.500 plantas/ha 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/ha, 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

Em Cascavel, observando-se o Quadro 6, verifica-se que o tratamento com 266.000 plantas/ha apresentou o maior peso total das panículas, embora não diferindo significativamente das populações: 66.500, 133.000, 199.500 e 200.000 plantas/ha. Generalizando, os tratamentos c/ 10 e 15 plantas/metro

QUADRO 02

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

ESPAÇAMENTO E DENSIDADE	PLANTAS POR HECTARE	PRODUÇÃO DE GRÃOS REDENÇÃO/CASCADEL
(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 seguidas pela mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

linear apresentaram um maior peso para as panículas, tais resultados, entretanto, diferem dos encontrados por Porter *et alii* (1960), Burnside *et alii* (1964) e Karchi & Rudich (1966).

Análise das Correlações e do Coeficiente de Caminhamento (Path Coefficient)

Nas figuras 1 e 2 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 total das panículas, sendo que apenas o valor de "r" obtido para o segundo município, mostrou-se significativo ao nível de 5% de probabilidade, Figura 2. 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

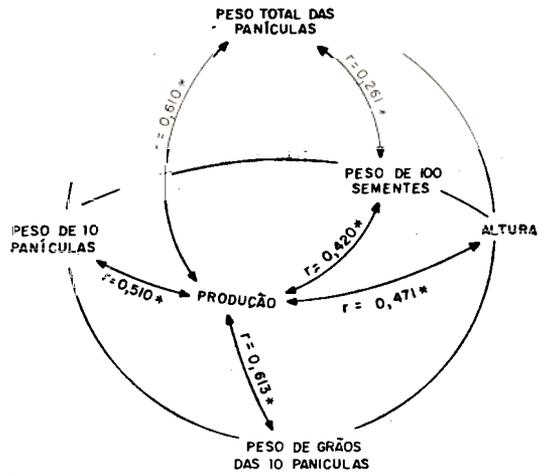


Figura 1 – Correlações entre a produção de grãos e seus componentes no ensaio de densidade populacional com sorgo granífero, *Sorghum bicolor* (L) Moench., Redenção, Ceará, Brasil.

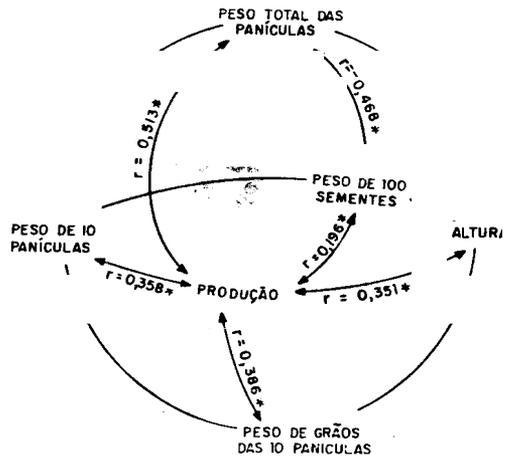


Figura 2 – Correlações entre a produção de grãos e seus componentes no ensaio de densidade populacional com sorgo granífero, *Sorghum bicolor* (L) Moench., Cascavel, Ceará, Brasil.

QUADRO 03

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

ESPAÇAMENTO E DENSIDADE	PLANTAS POR HECTARE	ALTURA MÉDIA DAS PLANTAS	
		REDENÇÃO	CASCVEL
(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 seguidas pela mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

peso da panícula é devido ao grande número de sementes e não ao peso destas.

A análise do coeficiente de caminharmento 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 dos grãos das dez panículas ($P_{35} = 0,333$), enquanto que os dois outros componentes, altura média das plantas e peso total da panícula, tiveram seus efeitos diretos de baixa amplitude, Quadro 7.

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 dos grãos das dez panículas, cujo valor ($r_{34P_{35}} = 0,330$) correspondeu a 54,1% do total.

Para os dados do experimento de Cascavel, Quadro 8, observa-se que, enquanto o peso dos 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 ($r_{12P_{15}} = -0,024$) e com o peso de grãos das dez panículas ($r_{13P_{15}} = -0,024$).

CONCLUSÕES

A densidade populacional, 5 (cinco) plantas/metro linear no espaçamento de 0,75m 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 dos 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 dos 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.

QUADRO 04

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

ESPAÇAMENTO E DENSIDADE	PLANTAS POR HECTARE	PESO DE DEZ PANÍCULAS	
		REDENÇÃO	CASCADEL
(0,75 X 5)	66.500	458,7 a	
(0,50 X 5)	100.000	333,7 abc	
(0,75 X 10)	133.000	258,7 bc	
(0,75 X 15)	199.500	353,7 ab	
(0,50 X 10)	200.000	188,7 bc	
(0,75 X 20)	266.000	238,7 bc	
(0,50 X 15)	300.000	217,5 c	
(0,50 X 20)	400.000	162,5 c	

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

O peso dos 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 dos grãos das dez panículas.

SUMMARY

Eight plant population densities of grain Sorghum ranging from 66.500 to 400.000 plants por hectares, with two inter-row spacings Viz., 0,50m and 0,75m and four population densities per moter row length (5, 10, 15 and 20

with in each spacing were evaluated at two locations Viz., Redenção and Cascavel in Ceará State of Brazil. The objective of the experiment was to estimate the effect of plant population density on the grain yield of Sorghum. The variety "EA 955" (SERENA) of grain Sorghum was selected for the study in view of its superior performance in the yield trials conducted earlier and better adaptability to the conditions of Ceará State. The experiment consisted of 2 X 4 randomised block factorial with eight treatments and four replications. The linear correlation and path coefficient studies were also carried out. The results indicated that higher yields could be obtained with a population density of 66.500 plants per hectare or an inter-row spacing of 0,75m and 5 plants per row length with in the row.

QUADRO 05

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

ESPAÇAMENTO E DENSIDADE	PLANTAS POR HECTARE	PESO DOS GRÃOS DAS DEZ PANÍCULAS	
		REDENÇÃO	CASCADEL
(0,75 X 5)	66.	372 a	511 a
(0,50 X 5)	100	276 ab	275 b
(0,75 X 10)	133	213 ab	272 b
(0,75 X 15)	199	282 ab	265 b
(0,50 X 10)	200	158 b	230 b
(0,75 X 20)	266	197 b	292 b
(0,50 X 15)	300	182 b	192 b
(0,50 X 20)	400	136 b	193 b

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

QUADRO 06

Médias do Peso total das Panículas (g) de Sorgo Granífero, *Sorghum bicolor* (L) Moench., Redenção e Cascavel, Ceará, Brasil.

ESPAÇAMENTO E DENSIDADE	PLANTAS POR HECTARE	PESO TOTAL DAS PANÍCULAS	
		REDENÇÃO	CASCADEL
(0,75 X 5)	66.500	2.827 bc	
(0,50 X 5)	100.000	1.822 d	
(0,75 X 10)	133.000	3.238 ab	
(0,75 X 15)	199.500	3.700 a	
(0,50 X 10)	200.000	1.946 d	
(0,75 X 20)	266.000	3.515 ab	
(0,50 X 15)	300.000	2.255 cd	
(0,50 X 20)	400.000	2.226 cd	

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURNSIDE, C. O. *et alii*. — Influence of Tillage Row Spacing, and Atrazine on Yield Components of Wheatgrass Seed Production. *Agron. J.*, 51: 515-8, 1959.
- FARIS, M. A. *et alii*. — Programa de Sorgo e Milheto. In: *Relatório Anual PSM*. Recife, IPA, p. 51-6, 1974. (Boletim, 3)
- Conditions. *Agron. J.*, 58: 602-, 1966.
- LI, C. C. — The Concept of Path-Coefficient and Its Impact on Population Genetics. *Biometrics*, 12: 190 — 210, 1956.
- NELSON, C. E. — Effects of Spacing and Nitrogen Applications on Yield of Grain Sorghum Under Irrigation. *Agron. J.*, 44: 303 — 5, 1952.
- PAINTER, C. G. & LEAMER, R. W. — The Effects of Moisture, Spacing, Fertility, and Their Interrelationships on Grain Sorghum Production. *Agron. J.*, 45: 261 - 4, 1953.
- PITOMBEIRA, J. B. — *Effect of Plant Population on Agronomic Characteristics and Yield of Cotton and Grain Sorghum*. M. S. Thesis Tucson Arizona, 1970. 53 p.
- POSTER, K. B. *et alii*. The Effect of Row Spacing, Fertilizer and Planting Rate on the Yield and Dryland Sorghum in Nebraska. *Agron. J.*, 56: 397-400, 1964.
- DEWEY, D. R. & Lu, K. H. — A Correlation and Path-Coefficient Analysis of Components of Crested
- GOMES, F. P. — *Curso de Estatística Experimental*. São Paulo, Livraria Nobel, 1973. 430p.
- KARCHI, Z. & RUDICH, Y. — Effects of Row Width and Seedling Spacing on Yield and Its Components in Grain Sorghum Grown Under Dryland Water Use of Irrigated Grain Sorghum. *Agron. J.*, 52: 431 - 4, 1960.
- STEEL, R. G. D. & TORRIE, J. H. — *Principles and Procedures of Statistics*. New York; Mc-Graw-Hill Book Company, Inc., 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 - 7, 1960.
- , —, *et alii*. — Row Width and Plant Population Studies With Grain Sorghum at Manhattan. *Kan Crop. Sci.*, 1: 297 - 300, 1961.
- WALL, J. S. & ROSS, W. M. — *Sorghum Production and Utilization*. The avi Publishing Company, Inc., Westport, Conn. 1970. 702 p.
- WRIGHT, S. — Correlation and Causation. *J. Agr. Res.*, 20: 557 - 85, 1921.

QUADRO 07

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

CAUSA E EFEITO	CORRELAÇÃO	FENOTÍPICA
		0,471
	0,022	
TOTAL	0,471	
Produção de Grãos X Peso de Dez Panículas (r ₂₅)		0,510
Efeito Direto (P ₂₅)		
Efeito Indireto Via Altura Média das Plantas (r _{12P15})		
Efeito Indireto Via Peso dos Grãos das Dez Panículas (r _{23³5})		
Efeito Indireto Via Peso Total das Panículas (r _{24P45})	0,011	
TOTAL	0,510	
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 _{13P15})		
Efeito Indireto Via Peso de Dez Panículas (r _{23P25})	0,120	
Efeito Indireto Via Peso Total das Panículas (r _{34P45})	0,033	
TOTAL	0,613	
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 _{14P15})		
Efeito Indireto Via Peso de Dez Panículas (r _{24P25})		
Efeito Indireto Via Peso dos Grãos das Dez Panículas (r _{34P35})	0,330	
TOTAL	0,610	
FATOR RESIDUAL (P_{X5})		0,704

QUADRO 08

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

CAUSA E EFEITO	CORRELAÇÃO	FENOTÍPICA
Produção de Grãos X Altura Média das Plantas (r_{15})		
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	0,351	
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	0,358	
Produção de Grãos X Peso dos Grãos das Dez Panículas (r_{35})		
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	0,386	
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	0,513	
FATOR RESIDUAL (P_{X5})		0,813