

RELAÇÃO ENTRE DENSIDADE E QUALIDADE DE SEMENTES DE ALGODOEIRO (1)

MARIA ANGÉLICA PIZZINATTO (2,6), JOSÉ OTÁVIO MACHADO MENTEN (3,6), JACIRO SOAVE (2,6), EDIVALDO CIA (4,6) e JOCELY ANDREUCETTI MAEDA (5)

RESUMO

Em quatro anos agrícolas, avaliou-se a influência da densidade da semente de algodoeiro sobre a sua qualidade e sanidade e sobre a planta resultante. Foram utilizadas sementes dos cultivares IAC 17 e IAC 18, separadas nas seguintes classes de densidade: menor que 0,90g/cm³; entre 0,90 e 1,00g/cm³; entre 1,00 e 1,05g/cm³ e maior que 1,05g/cm³. As sementes mais densas (acima de 1,00g/cm³) apresentaram melhor qualidade física e fisiológica que as menos densas (abaixo de 1,00g/cm³), considerando-se o peso de cem sementes, o poder germinativo e o vigor. Em condições de campo, essas sementes resultaram também em maior porcentagem de emergência de plântulas, influenciando, conseqüentemente, na população de plantas e na produtividade. A influência não persistiu sobre a qualidade fisiológica das sementes produzidas por essas plantas, avaliada através da germinação. A melhor condição de sanidade também foi apresentada pelas sementes mais densas, enquanto as menos densas mostraram maior incidência de *Botryodiplodia theobromae*, *Fusarium* spp. e *Rhizoctonia* sp. e do total de fungos. Não houve influência da classe de densidade sobre a planta resultante, considerando-se também o aspecto da sanidade da semente produzida.

Termos de indexação: algodão, *Gossypium hirsutum* L., sementes, patologia.

ABSTRACT

RELATIONSHIP BETWEEN DENSITY AND QUALITY OF COTTON SEEDS

During four years of cotton cultivation, the influence of seed density on its quality, health condition and originated plants was evaluated. Seeds of the IAC 17 and IAC 18 cultivars were separated in the following density classes: less than 0.90g/cm³; from 0.90g/cm³ to 1.00g/cm³; from 1.00g/cm³ to 1.05g/cm³, and greater than 1.05g/cm³. Based on the weight of 100 seeds, the germination and vigor showed better quality in

(1) Parte de tese de doutorado da primeira autora, apresentada na ESALQ/USP. Recebido para publicação em 12 de abril e aceito em 18 de setembro de 1991.

(2) Seção de Fitopatologia, Instituto Agrônomo (IAC), Caixa Postal 28, 13001 Campinas (SP).

(3) Departamento de Fitopatologia, ESALQ/USP, Caixa Postal 9, 13400 Piracicaba (SP).

(4) Seção de Algodão (IAC).

(5) Seção de Sementes (IAC).

(6) Com bolsa de pesquisa do CNPq.

terms of physiological and physical aspects for the high density seeds (greater than 1.00g/cm^3) as compared to the low density seeds (lower than 1.00g/cm^3). In field conditions, the most dense seeds also originated a higher percentage of seedlings emergence, which influenced the plant population and yield. This influence did not remain on the physiological quality of the yielded seeds, which were evaluated by germination test. The best health condition was also shown by the most dense seeds (greater than 1.00g/cm^3). The less dense seeds (lower than 1.00g/cm^3) resulted in greater incidence of *Botryodiplodia theobromae*, *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* sp. and total score of fungi. There was no influence of the seed density class on the health condition of the yielded seeds.

Index terms: cotton, *Gossypium hirsutum* L., seeds, pathology.

1. INTRODUÇÃO

Na cultura do algodoeiro, a produtividade depende, em grande parte, de uma população adequada de plantas, sobretudo de lavoura sem ou com poucas falhas. Além de cuidados na operação de plantio, tal situação depende, obviamente, de semente de boa qualidade física, fisiológica e sanitária. Daí a importância de se determinarem características mensuráveis na semente, que possam estar correlacionadas com sua qualidade.

Entre essas possíveis características, a densidade da semente foi apontada como estando associada com a germinação e com a emergência das plântulas (CHESTER, 1938; ARNDT, 1945; KUNZE et al., 1969; TUPPER et al., 1971; JOHNSON et al., 1973; KRIEG & BARTEE, 1975; SANTOS, 1978; MINTON & SUPAK, 1980), com a presença de patógenos (CHESTER, 1938; ARNDT, 1945; KRIEG & BARTEE, 1975), com o peso das sementes (ARNDT, 1945; KUNZE et al., 1969; BARTEE & KRIEG, 1974) e com o vigor das plântulas e a produtividade do algodoeiro (KUNZE et al., 1969; TUPPER et al., 1971; JOHNSON et al., 1973; MINTON & SUPAK, 1980).

No presente trabalho, procurou-se determinar a relação entre a densidade de sementes do algodoeiro e as qualidades da própria semente e da planta resultante. Considerando que nessa cultura ocorrem várias doenças, cujos agentes causais podem ser transmitidos pelas sementes, ênfase especial foi dada ao fator sanidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado nos anos agrícolas 1981/82 e 1982/83 com o cultivar IAC-18 de algodoeiro, e 1983/84 e 1985/86 com o cultivar IAC-17, nos laboratórios das Seções de Fitopatologia e de Sementes e em campo no Centro Experimental de Campinas, do Instituto Agrônomo.

2.1. Classes de densidade das sementes

A separação dos lotes de sementes em diferentes classes de densidade foi efetuada conforme HESS (1977). Todas as sementes utilizadas foram previamente

deslindadas com ácido sulfúrico comercial concentrado (96-98%), na proporção de 200ml de ácido para 1kg de sementes, agitadas com bastão de vidro por 3 a 5 minutos, lavadas com água corrente e postas para secar à sombra (COSTA & SANTOS NETO, 1940).

Em seguida, foram colocadas em recipiente com água, que correspondia à solução de densidade $1,00\text{g/cm}^3$. As sementes que flutuaram, representando a classe de densidade menor que $1,00\text{g/cm}^3$, foram coletadas e mergulhadas em uma solução de densidade $0,90\text{g/cm}^3$, enquanto as que imergiram completamente e representaram a classe de densidade maior que $1,00\text{g/cm}^3$ foram coletadas e transferidas para uma solução de densidade $1,05\text{g/cm}^3$. As sementes que flutuaram e as que imergiram em cada uma dessas soluções foram coletadas separadamente, enxaguadas e secas, constituindo as quatro classes de densidade ou tratamentos estudados: 1 = sementes de densidade menor que $0,90\text{g/cm}^3$; 2 = sementes de densidade entre $0,90$ e $1,00\text{g/cm}^3$; 3 = sementes de densidade entre $1,00$ e $1,05\text{g/cm}^3$, e 4 = sementes de densidade maior que $1,05\text{g/cm}^3$. A essas classes foi acrescida a 5, representada pelo tratamento testemunha, composto por sementes do lote original, não classificadas.

As soluções de densidade $0,90$ e $1,05\text{g/cm}^3$ foram preparadas, respectivamente, pela mistura de álcool $99,5^\circ\text{GL}$ com água (proporção 1,0 para 0,5) e de sacarose com água (150g de açúcar refinado para 1 litro de água), sendo ajustadas com auxílio de densímetros.

Após a separação das classes de densidade, efetuou-se a pesagem das sementes de cada classe, nos quatro anos agrícolas.

2.2. Análise das sementes em laboratório

Em cada ano agrícola, as sementes dos cinco tratamentos foram submetidas à análise de qualidade física, fisiológica (MARCOS FILHO et al., 1983, e BRASIL, 1976) e de sanidade (NEERGAARD, 1977):

2.2.1. Peso de cem sementes: Oito repetições de cem sementes de cada tratamento foram separadas ao acaso e pesadas em balança elétrica.

2.2.2. Teste de germinação: Quatro repetições de cem sementes de cada tratamento foram distribuídas sobre duas folhas de papel-toalha e cobertas por outra folha, sendo todas três previamente umedecidas e, a seguir, enroladas. A incubação foi realizada em germinador, sob temperatura alternada: 16 horas a 20°C e 8 horas a 30°C , por 12 dias. A primeira avaliação do teste foi no 4º dia e, a final, no 12º, determinando-se a porcentagem de germinação dessas sementes.

2.2.3. Teste de vigor: Efetuado pelo método do envelhecimento rápido, consistiu na incubação de quatro repetições de cem sementes de cada tratamento, em uma câmara de envelhecimento a 42°C , 90 a 100% de umidade relativa, durante 72 horas. A seguir, as sementes retiradas da câmara foram submetidas ao teste de germinação (item 2.2.2), com avaliação no 4º dia da instalação.

2.2.4. Teste de sanidade: Realizado pelo método do papel de filtro - quatro repetições de cem sementes de cada tratamento foram submetidas à assepsia superficial em uma solução de hipoclorito de sódio a 1%, durante cinco minutos. Em seguida, foram colocadas em placas de Petri de plástico transparente (dez sementes por placa) que continham três discos de papel de filtro de 80g/m², previamente umedecido em água destilada esterilizada. As sementes foram incubadas por doze dias, a 22°C ± 2, sob 12 horas de luz negra (próximo a ultravioleta) e 12 horas de escuro, sendo em seguida examinada ao estereomicroscópio para a determinação dos microorganismos a elas associados. A confirmação das espécies detectadas foi feita sob microscópio composto, de acordo com a morfologia dos conídios.

2.3. Ensaio de campo

Nos quatro anos agrícolas do ensaio, o delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e dez repetições. Cada parcela experimental consistia em quatro linhas com 5m de comprimento, sendo distribuídas com sementes por linha.

A adubação e o tratamento sanitário foram executados conforme as recomendações técnicas para a cultura do algodoeiro (GRIDI-PAPP et al., 1987).

Neste ensaio, avaliaram-se a emergência das plantas, aos 30-40 dias após a semeadura, e a produção em peso de algodão em caroço das duas linhas centrais de cada parcela. No ano agrícola 1985/86, na avaliação da emergência do algodoeiro, coletaram-se algumas plantas com tombamento, efetuando-se, em seguida, isolamento dos possíveis patógenos em meio de cultura BDA.

Entre as sementes colhidas em cada tratamento, retirou-se uma amostra, que foi deslindada com ácido sulfúrico e submetida aos testes de germinação e de sanidade (itens 2.2.2 e 2.2.4).

Todos os resultados foram submetidos à análise da variância (teste F), sendo a comparação de médias feita pelo teste de Tukey (CAMPOS, 1984). Os dados de porcentagem foram transformados em arco seno \sqrt{x} , substituindo-se o valor zero por 1/4 n (n igual ao número de indivíduos por parcela experimental), conforme STEEL & TORRIE (1960).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados encontram-se na escala original, sem a transformação angular, no caso de porcentagens.

Na pesagem das sementes classificadas em quatro anos agrícolas, verificou-se maior quantidade de sementes na classe de densidade entre 1,00 e 1,05g/cm³, com exceção do ano agrícola 1982/83. Por outro lado, também com exceção de um único ano agrícola (1983/84), a menor quantidade de sementes foi apresentada

pela classe de densidade maior que $1,05\text{g/cm}^3$. As outras duas classes de densidade (menor que $0,90$ e entre $0,90$ e $1,00\text{g/cm}^3$) tiveram os segundos maiores valores em quantidade de sementes, respectivamente, em dois anos agrícolas (Quadro 1).

Na determinação do peso de cem sementes, realizada com a finalidade de se caracterizar a qualidade física das sementes de diferentes densidades, verificou-se que as sementes menos densas, pertencentes à classe de densidade menor que $0,90\text{g/cm}^3$, apresentaram o menor peso de cem sementes. Por outro lado, o maior peso de cem sementes foi observado nas sementes de classe de densidade entre $1,00$ e $1,05\text{g/cm}^3$, nos quatro anos agrícolas (Quadro 2). Esses resultados são semelhantes aos obtidos por ARDNT (1945), KUNZE et al. (1969), BARTEE & KRIEG (1974) e SANTOS (1978), que enfatizaram a influência da densidade de sementes sobre seu peso, ou seja, o menor e o maior peso de cem sementes sempre se relacionariam, respectivamente, com a menor e com a maior densidade de semente de algodoeiro. No entanto, as sementes mais densas aqui estudadas pertenciam à classe de densidade maior que $1,05\text{g/cm}^3$, as quais não apresentaram o maior peso de cem sementes. Apenas no ano agrícola 1982/83, o peso dessas sementes não diferiu estatisticamente da classe de sementes com densidade entre $1,00$ e $1,05\text{g/cm}^3$, que sempre apresentou o maior peso de cem sementes. Também HESS (1977) verificou que a seleção de sementes para maior densidade diminuiu o peso das sementes de algodoeiro. No presente trabalho parece ocorrer uma relação de forma quadrática entre os dois fatores, com o peso das sementes crescendo com o aumento da densidade, até certo valor desta, diminuindo a seguir, para valores mais altos dessa característica física.

Em concordância com esse último autor e com os resultados desse trabalho, MINTON & SUPAK (1980) observaram um decréscimo no peso de cem sementes de algodoeiro, ao utilizar sementes com densidade de $1,00$ a $1,10\text{g/cm}^3$. No entanto, relataram ainda uma diminuição na germinação e no desenvolvimento das plântulas à medida que houve um aumento na densidade das sementes, o que não foi observado neste trabalho.

Desse modo, apesar de, em três anos agrícolas, as sementes de maior densidade terem apresentado menor peso que a classe de densidade imediatamente inferior, a sua germinação, e o seu vigor sempre foram estatisticamente semelhantes ou superiores - Quadros 3 e 4. De modo geral, as sementes mais densas, pertencentes às classes de densidade maior que $1,05\text{g/cm}^3$ e entre $1,00$ e $1,05\text{g/cm}^3$, demonstraram maior poder germinativo e maior vigor que as sementes das classes de densidade menor que $0,90$ e entre $0,90$ e $1,00\text{g/cm}^3$.

Essa melhor qualidade das sementes de algodoeiro mais densas foi explicada por vários autores de maneira semelhante. Assim, CHESTER (1938) sugeriu que as sementes pesadas apresentavam maiores reservas nutricionais, que resultavam em maior vigor durante o período inicial de desenvolvimento da plântula. Outros pesquisadores associaram a densidade com a maturidade e com o poder germinativo, afirmando que a densidade da semente era boa indicação de sua formação,

QUADRO 1. Distribuição por classe de densidade das sementes de algodoeiro, em quatro anos agrícolas

| Tratamento (Classe) | Densidade das sementes g/cm ³ | 1981/82 | | 1982/83 | | 1983/84 | | 1985/86 | |
|------------------------|--|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| | | Peso g | % | Peso g | % | Peso g | % | Peso g | % |
| 1 | Menor que 0,90 | 2.920 | 14 | 6.035 | 29 | 1.500 | 10 | 1.800 | 16 |
| 2 | Entre 0,90 e 1,00 | 6.040 | 29 | 10.130 | 48 | 4.000 | 27 | 1.650 | 15 |
| 3 | Entre 1,00 e 1,05 | 10.622 | 52 | 3.580 | 17 | 5.700 | 38 | 6.550 | 60 |
| 4 | Maior que 1,05 | 1.018 | 5 | 1.225 | 6 | 3.800 | 25 | 1.000 | 9 |
| 5 ⁽¹⁾ | Testemunha | 2.000 | - | 2.000 | - | 2.000 | - | 2.000 | - |
| Lote original | | 22.600 | | 23.000 | | 17.000 | | 13.000 | |

⁽¹⁾ Para o tratamento 5 (testemunha), retiraram-se 2.000g de sementes do lote original antes de se proceder à classificação, em cada ano agrícola.

QUADRO 2. Peso ⁽¹⁾ de cem sementes de cinco classes de densidade de sementes de algodoeiro, em quatro anos agrícolas ⁽²⁾

| Tratamento (Classe) | Densidade das sementes | g | | | |
|------------------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | | 1981/82 | 1982/83 | 1983/84 | 1985/86 |
| 1 | Menor que 0,90 | 8,96d | 7,15d | 7,01c | 8,28d |
| 2 | Entre 0,90 e 1,00 | 11,21b | 10,00c | 9,55b | 11,23bc |
| 3 | Entre 1,00 e 1,05 | 11,62a | 11,69a | 10,19a | 12,03a |
| 4 | Maior que 1,05 | 11,08b | 11,62a | 9,71b | 11,65b |
| 5 | Testemunha | 10,83c | 10,86b | 9,60b | 11,02c |
| F | | ** | ** | ** | ** |
| C.V. (%) | | 1,44 | 2,24 | 2,54 | 2,11 |

⁽¹⁾ Média de oito repetições por tratamento.

⁽²⁾ Em cada ano agrícola, os valores não seguidos por letras iguais diferem entre si ao nível de 5%.

QUADRO 3. Porcentagem ⁽¹⁾ de germinação de sementes de cinco classes de densidade de sementes de algodoeiro em quatro anos agrícolas ⁽²⁾

| Tratamento (Classe) | Densidade das sementes | 1981/82 | | | | 1982/83 | | | | 1983/84 | | | | 1985/86 | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------------|-------------------|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|---------|-----|----|-----|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | | g/cm ³ | | | | % | | | | % | | | | % | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Menor que 0,90 | 60b | 63b | 83a | 77a | 84a | 60b | 63b | 83a | 77a | 84a | 5d | 18c | 48b | 73a | 29c | 27b | 28b | 65a | 74a | 70a | 39c | 71b | 91a | 95a | 73b | |
| 2 | Entre 0,90 e 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Entre 1,00 e 1,05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Maior que 1,05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Testemunha | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F | | ** | | | | ** | | | | ** | | | | ** | | | | | | | | | | | | | |
| C.V. (%) | | 4,16 | | | | 12,63 | | | | 6,16 | | | | 9,71 | | | | | | | | | | | | | |

⁽¹⁾ Média de quatro repetições de cem sementes por tratamento.

⁽²⁾ Em cada ano agrícola, os valores não seguidos por letras iguais diferem entre si ao nível de 5%.

QUADRO 4. Vigor (envelhecimento acelerado) de sementes de cinco classes de densidade de sementes de algodoeiro em quatro anos agrícolas ⁽¹⁾. Dados expressos em porcentagem ⁽²⁾

| Tratamento (Classe) | Densidade das sementes | 1981/82 | | | | 1982/83 | | | | 1983/84 | | | | 1985/86 | | | | | | | |
|------------------------|---------------------------|-------------------|----|-----|-----|---------|----|----|-----|---------|-----|----|----|---------|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|
| | | g/cm ³ | | | | % | | | | % | | | | % | | | | | | | |
| 1 | Menor que 0,90 | 4d | 7c | 28b | 44a | 26b | 4d | 7c | 28b | 44a | 26b | 4d | 7c | 28b | 44a | 26b | 4d | 7c | 28b | 44a | 26b |
| 2 | Entre 0,90 e 1,00 | 4d | 7c | 28b | 44a | 26b | 4d | 7c | 28b | 44a | 26b | 4d | 7c | 28b | 44a | 26b | 4d | 7c | 28b | 44a | 26b |
| 3 | Entre 1,00 e 1,05 | 4d | 7c | 28b | 44a | 26b | 4d | 7c | 28b | 44a | 26b | 4d | 7c | 28b | 44a | 26b | 4d | 7c | 28b | 44a | 26b |
| 4 | Maior que 1,05 | 4d | 7c | 28b | 44a | 26b | 4d | 7c | 28b | 44a | 26b | 4d | 7c | 28b | 44a | 26b | 4d | 7c | 28b | 44a | 26b |
| 5 | Testemunha | 4d | 7c | 28b | 44a | 26b | 4d | 7c | 28b | 44a | 26b | 4d | 7c | 28b | 44a | 26b | 4d | 7c | 28b | 44a | 26b |
| F | | ** | | | | ** | | | | ** | | | | ** | | | | | | | |
| C.V. (%) | | 7,94 | | | | 13,72 | | | | 8,41 | | | | 12,94 | | | | | | | |

⁽¹⁾ Em cada ano agrícola, os valores não seguidos por letras iguais diferem entre si ao nível de 5%.

⁽²⁾ Média de quatro repetições de cem sementes por tratamento.

representada pela relação entre o peso do embrião e o peso total da semente (ARNDT, 1945, BARTEE & KRIEG, 1974). ARNDT (1945) destacou que as sementes leves continham embriões imaturos ou eram desprovidas deles.

BARTEE & KRIEG (1974) consideraram que as baixas reservas cotiledonares disponíveis durante a germinação das sementes menos densas eram responsáveis pela sua baixa qualidade. Ressaltaram, ainda, que as concentrações de lipídios, carboidratos, nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e fósforo, determinadas no embrião, aumentavam à medida que a densidade aumentava e, conseqüentemente, influam de maneira positiva na germinação e no vigor dessa semente.

Assim, considerando-se a germinação das sementes das diferentes classes de densidade - Quadro 3 - pode-se verificar que, com exceção do ano agrícola 1985/86, no caso de densidade entre 0,90 e 1,00g/cm³, as sementes menos densas apresentaram porcentagem de germinação inferior a 70%, valor mínimo exigido nos padrões de produção de sementes básicas e certificadas de algodoeiro no Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1988). Também quanto ao vigor - Quadro 4 - as sementes das classes de menor densidade apresentaram os piores resultados. Portanto, dependendo da quantidade de semente de baixa densidade em um lote, sua classificação, de acordo com a densidade, com a finalidade de eliminar as sementes menos densas, poderia resultar em benefícios ao poder germinativo e ao vigor do lote. Isso pode ser verificado nos quadros 3 e 4, pela análise do comportamento da testemunha: seu pior desempenho ocorreu em 1982/83, coincidindo com grande participação (77%) de sementes menos densas no lote estudado.

Em campo, avaliou-se a influência da densidade da semente sobre a emergência e produtividade das plantas resultantes. As sementes menos densas apresentaram, nos quatro anos agrícolas, a mais baixa porcentagem de emergência de plântulas, enquanto as mais densas tiveram a mais alta - Quadro 5. No entanto, a emergência de plântulas do tratamento testemunha, com exceção do ano 1982/83, foi semelhante à dos tratamentos de sementes mais densas. Esses resultados, confirmando o que foi dito acima, poderiam ser explicados pelas quantidades de sementes classificadas em cada categoria de densidade (Quadro 1). Nos três anos agrícolas em que houve predomínio das sementes mais densas, o comportamento da testemunha foi bem melhor do que em 1982/83, quando prevaleceram as menos densas.

CHESTER (1938), KUNZE et al. (1969), JOHNSON et al. (1973), KRIEG & BARTEE (1975) relataram resultados semelhantes, salientando que, conforme a densidade das sementes aumentava, havia um acréscimo na emergência de plântulas de algodoeiro. Essa superioridade na emergência possibilitaria o emprego de menor quantidade de sementes para a obtenção do estande ideal da cultura [Ball (7)], desde que fosse realizada a classificação das sementes conforme a densidade (KUNZE et al., 1969).

(7) C.E. BALL. Better cotton stands. The Farm Journal, s.l., 89:32-33, 1965.

QUADRO 5. Porcentagem ⁽¹⁾ de emergência de plântulas originadas de cinco classes de densidade de sementes de algodoeiro, em quatro anos agrícolas⁽²⁾

| Tratamento (Classe) | Densidade das sementes | 1981/82 | 1982/83 | 1983/84 | 1985/86 |
|------------------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | | % | | | |
| 1 | Menor que 0,90 | 36,47c | 1,07e | 15,05d | 18,27d |
| 2 | Entre 0,90 e 1,00 | 45,92b | 10,62d | 20,67c | 39,02c |
| 3 | Entre 1,00 e 1,05 | 61,20a | 27,50b | 39,12b | 51,67b |
| 4 | Maior que 1,05 | 61,40a | 44,32a | 47,30a | 63,80a |
| 5 | Testemunha | 61,57a | 19,32c | 44,47a | 57,60ab |
| F | | ** | ** | ** | ** |
| C.V.(%) | | 6,76 | 17,97 | 6,12 | 8,32 |

⁽¹⁾ Média de dez repetições de quatro linhas de 5m, semeadas com cem sementes por linha, em cada tratamento.

⁽²⁾ Em cada ano agrícola, os valores não seguidos por letras iguais diferem entre si ao nível de 5%.

Em virtude do maior número de plantas nos tratamentos referentes às classes de sementes mais densas, sua produtividade também foi maior - Quadro 6. Apesar de os resultados terem sido estatisticamente significativos apenas no ano agrícola 1982/83, nos outros dois ciclos da cultura observou-se a mesma tendência. As menores produções foram obtidas nos tratamentos relativos às sementes menos densas. KUNZE et al. (1969) também apresentaram resultados e justificativas semelhantes aos deste trabalho. JOHNSON et al. (1973) relataram que, à medida, que a densidade da semente de algodoeiro aumentou, a produção de pluma também cresceu, embora as populações de plantas fossem iguais para todas as classes de densidade.

Em seu trabalho de desenvolvimento de uma variedade de algodoeiro que produzisse sementes mais densas, HESS (1977) observou que a seleção ocasionou um aumento de 25% na produtividade de pluma, em concordância com JOHNSON et al. (1973). Resultados semelhantes foram relatados por MINTON & SUPAK (1980).

Nas condições deste trabalho, verificou-se que a classificação das sementes por densidade beneficiou a fase de emergência do algodoeiro e, indiretamente, a sua produtividade, em virtude das diferentes populações de plantas de cada classe de densidade.

Na prática, durante o beneficiamento das sementes, poderiam ser utilizados equipamentos como a mesa gravitacional e o separador pneumático para a classificação, conforme as diferenças de densidade (TOLEDO & MARCOS FILHO, 1977).

Com relação à sanidade das sementes, considerando-se todos os gêneros (G) e espécies (sp.) de fungos constatados, em cada ano agrícola, foram obtidos os seguintes resultados: 1981/82: 19 G e 24 sp.; 1982/83: 17 G e 22 sp.; 1983/84: 23 G e 31 sp., e 1985/86: 19 G e 25 sp. De modo geral, as sementes menos densas foram portadoras de maior quantidade de fungos, tanto saprófitas como patógenos.

Os fungos detectados nas sementes, comuns aos quatro anos agrícolas, foram os seguintes: *Alternaria* spp.; *Aspergillus* spp.; *Botryodiplodia theobromae*; *Chaetomium* sp.; *Curvularia* spp.; *Fusarium* spp.; *Helminthosporium* sp.; *Monilia* sp.; *Penicillium* sp.; *Pestalotia* sp.; *Phoma* sp.; *Rhizopus* sp. e *Trichoderma* sp.

A respeito de fungos de importância patogênica ao algodoeiro, por causarem tombamento de plantas, as mais altas porcentagens de *Botryodiplodia theobromae*, *Fusarium* spp. e *Rhizoctonia* sp., foram constatadas, normalmente, em sementes das classes de menor densidade, apesar de as mais densas também se mostrarem portadoras desses patógenos. Em *Colletotrichum gossypii*, a incidência nas sementes de classes de maior densidade foi mais alta ou igual à das menos densas - Quadros 7 a 10.

CHESTER (1938) já havia sugerido que sementes infectadas por microorganismos eram removidas do lote pelo método de imersão em água, por apresentarem densidade inferior a 1,00g/cm³. ARNDT (1945) também verificou que o número de sementes infectadas por fungos patogênicos era maior na categoria de sementes leves. Contudo, esclareceu que houve uma exceção para o patógeno *Fusarium* spp.

QUADRO 6. Produção ⁽¹⁾ de algodão em caroço das cinco classes de densidade de sementes de algodoeiro, em quatro anos agrícolas ⁽²⁾

| Tratamento (Classe) | Densidade das sementes | 1981/82 | | | 1982/83 | | | 1983/84 | | |
|------------------------|---------------------------|-------------------|--|--|---------|--|--|---------|--|--|
| | | g/cm ³ | | | kg/ha | | | kg/ha | | |
| 1 | Menor que 0,90 | 2,87 | | | 0,08c | | | 0,72 | | |
| 2 | Entre 0,90 e 1,00 | 2,98 | | | 0,77b | | | 0,86 | | |
| 3 | Entre 1,00 e 1,05 | 3,35 | | | 1,03a | | | 1,01 | | |
| 4 | Maior que 1,05 | 3,17 | | | 1,13a | | | 1,01 | | |
| 5 | Testemunha | 2,97 | | | 0,91ab | | | 1,11 | | |
| | | F | | | ns | | | ns | | |
| | | C.V.(%) | | | 19,39 | | | 34,81 | | |

⁽¹⁾ Média de dez repetições por tratamento, considerando-se apenas as duas linhas centrais de cada repetição.

⁽²⁾ Em cada ano agrícola, os valores não seguidos por letras iguais diferem entre si ao nível de 5%. A produção não pôde ser avaliada em 1985/86 devido à ocorrência de granizo.

QUADRO 7. Porcentagem ⁽¹⁾ de sementes portadoras de *Botryodiplodia theobromae* em cinco classes de densidade de sementes de algodoeiro e em sementes obtidas dos ensaios de campo, em quatro anos agrícolas

| Tratamento ⁽²⁾ (Classe) | Sementes classificadas | | | | Sementes produzidas | | | |
|---------------------------------------|------------------------|----------|---------|-----------|---------------------|---------|---------|---------|
| | 1981/82 | 1982/83 | 1983/84 | 1985/86 | 1981/82 | 1982/83 | 1983/84 | 1985/86 |
| | % | | | | % | | | |
| 1 | 3,25 | 0,00 | 13,00 | 9,75 | 4,00 | 0,00 | 0,00 | 0,75 |
| 2 | 3,00 | 0,00 | 9,25 | 8,75 | 5,50 | 0,00 | 0,00 | 1,25 |
| 3 | 0,00 | 1,25 | 2,25 | 6,50 | 3,00 | 0,25 | 0,00 | 1,00 |
| 4 | 0,00 | 0,25 | 5,50 | 4,50 | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 3,00 |
| 5 | 1,25 | 0,25 | 3,50 | 7,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,75 |
| F | ns | ns | ns | ns | ns | ns | - | ns |
| C.V.(%) | 89,40 | 49,52 | 66,45 | 70,54 | 89,11 | 29,76 | - | 48,53 |
| r | 0,635 ns | 0,377 ns | - | -0,769 ns | | | | |

⁽¹⁾ Média de quatro repetições de cem sementes por tratamento.

⁽²⁾ Tratamentos: 1 = menor que 0,90g/cm³; 2 = entre 0,90 e 1,00 g/cm³; 3 = entre 1,00 e 1,05g/cm³; 4 = maior que 1,05g/cm³; 5 = testemunha.

QUADRO 8. Porcentagem ⁽¹⁾ de sementes portadoras de *Colletotrichum gossypii* em cinco classes de densidade de sementes de algodoeiro e em sementes obtidas dos ensaios de campo, em quatro anos agrícolas ⁽²⁾

| Tratamento ⁽³⁾ Classe | Sementes classificadas | | | | Sementes produzidas | | | | |
|-------------------------------------|------------------------|-----------|----------|---------|---------------------|---------|---------|---------|----|
| | 1981/82 | 1982/83 | 1983/84 | 1985/86 | 1981/82 | 1982/83 | 1983/84 | 1985/86 | |
| | | | | | | | | | % |
| 1 | 0,00 | 1,00ab | 6,50b | 1,75b | 5,25 | 1,50 | 0,25 | 1,50b | |
| 2 | 0,00 | 0,50b | 11,75b | 1,75b | 3,25 | 0,50 | 3,75 | 3,25ab | |
| 3 | 0,00 | 2,50ab | 17,00ab | 7,75a | 10,00 | 0,75 | 1,75 | 3,50ab | |
| 4 | 0,00 | 4,25a | 21,50ab | 8,50a | 4,25 | 1,25 | 2,50 | 6,50a | |
| 5 | 0,00 | 0,00b | 36,00a | 5,50ab | 2,00 | 1,75 | 3,00 | 3,25ab | |
| F | - | ** | ** | ** | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | - | 44,10 | 28,49 | 28,85 | 69,24 | 55,16 | 49,88 | 29,64 | |
| r | - | -0,153 ns | 0,474 ns | 0,761ns | | | | | |

⁽¹⁾ Média de quatro repetições de cem sementes por tratamento.

⁽²⁾ Em cada ano agrícola, os valores não seguidos por letras iguais diferem entre si ao nível de 5%.

⁽³⁾ Tratamentos: 1 = menor que 0,90g/cm³; 2 = entre 0,90 e 1,00g/cm³; 3 = entre 1,00 e 1,05g/cm³; 4 = maior que 1,05g/cm³; 5 = testemunha.

QUADRO 9. Porcentagem ⁽¹⁾ de sementes portadoras de *Fusarium* spp. em cinco classes de densidade de sementes de algodoeiro e em sementes obtidas dos ensaios de campo, em quatro anos agrícolas ⁽²⁾

| Tratamento ⁽³⁾ Classe | Sementes classificadas | | | | Sementes produzidas | | | |
|-------------------------------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|---------|---------|---------|
| | 1981/82 | 1982/83 | 1983/84 | 1985/86 | 1981/82 | 1982/83 | 1983/84 | 1985/86 |
| | % | | | | | | | |
| 1 | 0,75 | 3,00ab | 33,50a | 22,50a | 10,75 | 34,75b | 17,50b | 67,25a |
| 2 | 1,50 | 3,00ab | 32,00a | 12,00ab | 5,75 | 19,25c | 32,25a | 79,75a |
| 3 | 1,25 | 6,25a | 16,00b | 13,75ab | 8,50 | 15,75c | 30,75a | 81,25a |
| 4 | 0,50 | 0,75b | 12,25b | 9,25b | 4,75 | 32,50b | 18,00b | 72,25a |
| 5 | 1,50 | 3,00ab | 37,00a | 21,50a | 2,75 | 66,50a | 12,75b | 76,00a |
| F | ns | * | ** | ** | ns | ** | ** | * |
| C.V. (%) | 58,07 | 33,49 | 12,79 | 17,98 | 61,35 | 8,89 | 9,21 | 6,98 |
| r | -0,338 ns | -0,353 ns | -0,273 ns | -0,439 ns | | | | |

⁽¹⁾ Média de quatro repetições de cem sementes por tratamento.

⁽²⁾ Em cada ano agrícola, os valores não seguidos por letras iguais diferem entre si ao nível de 5%.

⁽³⁾ Tratamentos: 1 = menor que 0,90g/cm³; 2 = entre 0,90 e 1,00g/cm³; 3 = entre 1,00 e 1,05g/cm³; 4 = maior que 1,05g/cm³; 5 = testemunha.

QUADRO 10. Porcentagem ⁽¹⁾ de sementes portadoras de *Rhizoctonia* sp. em cinco classes de densidade de sementes de algodoeiro e em sementes obtidas dos ensaios de campo em quatro anos agrícolas ⁽²⁾

| Tratamento ⁽³⁾ Classe | Sementes classificadas | | | | Sementes produzidas | | | |
|-------------------------------------|------------------------|----------|----------|---------|---------------------|---------|---------|---------|
| | 1981/82 | 1982/83 | 1983/84 | 1985/86 | 1981/82 | 1982/83 | 1983/84 | 1985/86 |
| | % | | | | % | | | |
| 1 | 0,50 | 8,00a | 0,75 | 0,00 | 0,50 | 0,75 | 0,25 | 0,00 |
| 2 | 0,50 | 1,75b | 1,50 | 0,00 | 0,25 | 0,25 | 0,50 | 0,00 |
| 3 | 1,00 | 2,25b | 0,00 | 0,00 | 1,75 | 0,75 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 1,25 | 1,25b | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 0,50 | 0,25 | 0,00 |
| 5 | 0,50 | 1,50b | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 |
| F | ns | ** | ns | - | ns | ns | ns | - |
| C.V.(%) | 46,24 | 30,52 | 49,72 | - | 59,54 | 45,84 | 37,31 | - |
| r | 0,296 ns | 0,569 ns | 0,790 ns | - | | | | |

⁽¹⁾ Média de quatro repetições de cem sementes por tratamento.

⁽²⁾ Em cada ano agrícola, os valores não seguidos por letras iguais diferem entre si ao nível de 5%.

⁽³⁾ Tratamentos: 1 = menor que 0,90g/cm³; 2 = entre 0,90 e 1,00g/cm³; 3 = entre 1,00 e 1,05g/cm³; 4 = maior que 1,05g/cm³; 5 = testemunha.

Outros pesquisadores, apesar de não terem avaliado a microflora fúngica associada a sementes de diferentes densidades, relataram resultados que talvez esclareçam o fato de as sementes menos densas serem, geralmente, portadoras de maior quantidade de microorganismos do que as mais densas. KRIEG & BARTEE (1975), ao estudar a taxa de embebição, a quantidade e a qualidade do material lixiviado de sementes com densidade de 0,74 a 0,98g/cm³, verificaram que, apesar de a taxa de embebição ter sido diretamente proporcional à densidade, a quantidade de material lixiviado demonstrou resultado inverso. A quantidade de sais, açúcares, cálcio e potássio lixiviados das sementes de menor densidade poderia proporcionar um meio mais adequado para o rápido desenvolvimento de microorganismos. Esses autores sugeriram, ainda, que esses resultados se devem à menor integridade celular e do tegumento das sementes menos densas, em decorrência de interferências durante o seu desenvolvimento ou de sua deterioração.

MINTON & SUPAK (1980) trabalharam especificamente com murcha de *Verticillium*, verificando, em campo, que sua incidência foi mais alta em plantas de algodoeiro oriundas de sementes menos densas.

Neste trabalho, procurou-se relacionar a incidência de fungos nas sementes e a ocorrência de tombamento de plantas no campo. Em 1985/86, algumas plantas doentes foram coletadas e submetidas a isolamento para determinação do possível agente patogênico. *Botryodiplodia theobromae*, *Colletotrichum gossypii*, *Fusarium* sp., *F. equiseti*, *F. monilliforme*, *F. semitectum* e *Rhizoctonia* sp. foram obtidos de plantas de vários tratamentos, nos quais haviam sido anteriormente detectados nas sementes. No entanto, *F. oxysporum*, *F. solani* e *Rhizoctonia* sp. foram também isolados de plantas doentes originárias de sementes que não mostraram associação com esses patógenos, devendo tratar-se de fungos do solo. Possivelmente, os microorganismos nelas presentes fossem responsáveis apenas por parte da incidência de tombamento de plantas de algodoeiro.

Pode-se ainda sugerir que a baixa porcentagem de emergência de plântulas originadas de sementes menos densas seja resultante, entre outros fatores, da alta incidência de patógenos verificada nessas sementes. Conforme o relato de KRIEG & BARTEE (1975), torna-se difícil determinar se a baixa emergência de plântulas oriundas de sementes menos densas era resultante do seu baixo vigor e/ou da presença de microorganismos patogênicos.

Ainda no presente trabalho, avaliou-se a influência da classificação das sementes, conforme a densidade, sobre a qualidade fisiológica e a sanidade daquelas produzidas pelas plantas provenientes das sementes classificadas.

Pelo teste de germinação, determinou-se que a qualidade fisiológica das sementes originadas de tratamentos de maior densidade foi superior à das sementes referentes aos tratamentos de menor densidade, em dois anos agrícolas - Quadro 11. No entanto, como esses tratamentos não diferiram do testemunha e também, devido à utilização de apenas um parâmetro de avaliação da qualidade, torna-se prudente não generalizar que a classificação conforme a densidade teria influência até mesmo sobre a qualidade fisiológica das sementes produzidas por plantas oriundas de sementes de classes desiguais.

QUADRO 11. Porcentagem⁽¹⁾ de germinação de sementes produzidas no ensaio de campo instalado com cinco classes de densidade de sementes de algodoeiro, em quatro anos agrícolas⁽²⁾

| Tratamento (Classe) | Densidade das sementes | 1981/82 | 1982/83 | 1983/84 | 1985/86 |
|------------------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | | % | | | |
| 1 | Menor que 0,90 | 40c | 75c | 85 | 24 |
| 2 | Entre 0,90 e 1,00 | 60b | 77bc | 87 | 32 |
| 3 | Entre 1,00 e 1,05 | 82a | 82ab | 81 | 24 |
| 4 | Maior que 1,05 | 86a | 87a | 82 | 27 |
| 5 | Testemunha | 81a | 82ab | 86 | 26 |
| F | | ** | ** | ns | ns |
| C.V.(%) | | 4,61 | 2,94 | 4,18 | 10,19 |

⁽¹⁾ Média de quatro repetições de cem sementes por tratamento.

⁽²⁾ Em cada ano agrícola, os valores não seguidos por letras iguais diferem entre si ao nível de 5%.

Resultados semelhantes foram obtidos em relação à sanidade dessas sementes. Em comum aos quatro anos agrícolas, as sementes analisadas apresentaram várias espécies de fungos associadas a elas, tanto saprófitas como patogênicas, independentemente do tratamento testado: *Alternaria* spp.; *Chaetomium* sp.; *Cladosporium* sp.; *Colletotrichum gossypii*; *Curvularia* spp.; *Fusarium* spp.; *Helminthosporium* sp.; *Nigrospora* sp.; *Pestalotia* sp.; *Phoma* sp. e *Rhizopus* sp.

Nos testes de correlação entre a sanidade da semente classificada e semeada e da semente produzida, considerando-se separadamente os patógenos ao algodoeiro: *Botryodiplodia theobromae*, *Colletotrichum gossypii*, *Fusarium* spp. e *Rhizoctonia* sp., não foram obtidos coeficientes estatisticamente significativos em nenhum ano agrícola - Quadros 7 a 10. Desse modo, não se pode afirmar que a presença de microorganismos nas sementes produzidas em campo seja consequência da maior ou menor densidade das sementes que originaram as plantas-mães.

Nos quatro plantios do algodoeiro, as condições sanitárias no campo foram boas em todos os tratamentos, exceto o tombamento de plantas, verificado no início da cultura. Portanto, pode-se dizer que a influência da classe de densidade da semente de algodoeiro não persistiu até a fase de desenvolvimento reprodutivo da planta, considerando-se dois aspectos da qualidade da semente produzida: a germinação e a incidência de fungos.

4. CONCLUSÕES

1. As sementes de algodoeiro com densidade maior que $1,00\text{g/cm}^3$ apresentaram melhor qualidade física e fisiológica e menor incidência de patógenos (exceto *Colletotrichum gossypii*), proporcionando maior produtividade da cultura em função da maior população de plantas.

2. Não houve influência da densidade de sementes de algodoeiro na germinação e na sanidade das sementes produzidas pelas plantas delas resultantes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Pesquisador Científico Toshio Igue, da Seção de Técnica Experimental e Cálculo, a colaboração nas análises estatísticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNDT, C.H. Viability and infection of light and heavy cotton seeds. *Phytopathology*, Lancaster, **35**(10):747-753, 1945.
- BARTEE, S.N. & KRIEG, D.R. Cottonseed density: associated physical and chemical properties of 10 cultivars. *Agronomy Journal*, Madison, **66**(3):433-435, 1974.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Determinações adicionais. In: ———. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1976a. cap.8, p.111-124.

- BRASIL. Teste de germinação. In:———. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1976b. cap. 5, p.43-90.
- CAMPOS, H. de. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. São Paulo, FEALQ, 1984. 292p.
- CHESTER, K.S. Gravity grading, a method for reducing seed-borne diseases in cotton. **Phytopathology**, Lancaster, **28**(10):745-749, 1938.
- COSTA, A.S. & SANTOS NETO, J.A. O deslintamento das sementes de algodão pelo ácido sulfúrico em comparação com outros tratamentos. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, **15**(3/4):120-132, 1940.
- GRIDI-PAPP, I.L.; FUZZATTO, M.G.; SILVA, N.M. da; CIA, E.; CARVALHO, L.H. & CHIAVEGATO, E.J. Algodão (*Gossypium hirsutum* L.). In: CAMPINAS. Instituto Agronômico. **Instruções agrícolas para o Estado de São Paulo**. 4.ed. Campinas, 1987. p.13-15. (Boletim, 200)
- HESS, D.C. Selecting for increased seed density in cotton. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCES; COTTON IMPROVEMENT CONFERENCE, 29., Atlanta, 1977. **Proceedings**. Memphis, National Cotton Council, 1977. p.84-86.
- JOHNSON, J.R.; BASKIN, C.C. & DELOUCHE, J.C. Relation of bulk density of acid delinted cottonseed to field performance. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysis**, Corvallis, **63**:63-66, 1973.
- KRIEG, D.R. & BARTEE, S.N. Cottonseed density: associated germination and seedling emergence properties. **Agronomy Journal**, Madison, **67**(3):343-347, 1975.
- KUNZE, O.R.; WILKES, L.H. & NILES, G.A. Field emergence and growth response related to the physical characteristics of cottonseed. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, **12**(5):608-610, 613, 1969.
- MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M. & TOLEDO, F.F. de. **Manual de análise de sementes**. 3.ed. Piracicaba, ESALQ - Departamento de Agricultura e Horticultura, 1983. 112p.
- MINTON, E.B. & SUPAK, J.R. Effects of seed density on stand, **Verticillium wilt**, and seed and fiber characters of cotton. **Crop Science**, Madison, **20**(3):345-347, 1980.
- NEERGAARD, P. **Seed pathology**. London, MacMillan Press, 1977. 2v.
- SANTOS, R.A. dos. **Influência do tamanho e do peso das sementes de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) na germinação e no vigor**. Piracicaba, ESALQ, 1978. 66p. Dissertação (Mestrado).
- SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. **Padrões de sementes**. Campinas, 1988. 43p.
- STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Analysis of variance II: multiway classifications. In: —— & —— . **Principles and procedures of statistics**. New York, McGraw-Hill, 1960. cap. 8, p.132-160.
- TOLEDO, F.F. de & MARCOS FILHO, J. **Manual das sementes: tecnologia da produção**. São Paulo, Agronômica Ceres, 1977. 224p.
- TUPPER, G.R.; KUNZE, O.R. & WILKES, L.H. Physical characteristics of cottonseed related to seedling vigor and design parameters for seed selection. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, **14**(5):890-893, 1971.