



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE**  
**CENTRO DE BIOCÊNCIAS**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E BIOLOGIA MOLECULAR

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GENÓTIPOS  
DE ALGODOEIRO SOB ESTRESSE SALINO**

**LEONARDO HENRIQUE GUEDES DE MORAIS LIMA**

**NATAL-RN**

**2007**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE**  
**CENTRO DE BIOCÊNCIAS**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E BIOLOGIA MOLECULAR

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GENÓTIPOS  
DE ALGODOEIRO SOB ESTRESSE SALINO**

**LEONARDO HENRIQUE GUEDES DE MORAIS LIMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Genética e Biologia Molecular do Centro de Biotecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Genética e Biologia Molecular.

Orientadora: Dra. Marcia Soares Vidal  
Co-orientadora: Dra. Marleide Magalhães de Andrade Lima

**NATAL-RN**

**2007**

## **Termo de Aprovação**

---

## **Oferecimento**

---

*Aos meus pais, José Pinheiro de Lima e Carmem Tânia Alves de Moraes, aos meus irmãos, Hallyson Gustavo Guedes de Moraes Lima e Anna Karenyna Guedes de Moraes Lima e a todos os familiares, pelo amor, confiança, e incentivos a mim direcionados para que mais um desafio em minha vida fosse vencido.*

## **Dedicatória**

---

*A minha namorada Ticiane que esteve sempre ao meu lado me transmitindo a calma e força necessária para que eu pudesse concluir este trabalho.*

## **Agradecimentos**

---

Primeiramente a Deus por ter me dado à dádiva da vida e por me proporcionar momentos tão alegres o quanto este.

A pesquisadora Dra. Marcia Soares Vidal, a pesquisadora Dra. Marleide Magalhães de Andrade Lima, ao Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes e a Prof<sup>a</sup> Dra. Riselane de Lucena Alcântara Bruno, pela atenção, amizade e apoio a mim conferidos durante nossa convivência e pela colaboração na realização deste, pois sem a ajuda desses nada disso teria sido possível.

A Prof<sup>a</sup> Dra. Kátia Castanho Scortecci, pelos incentivos a mim conferidos nas horas de maior angústia e ao Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira da UFPB pela ajuda essencial prestada neste trabalho.

Aos professores Dr. Pedro Dantas Fernandes, Dra. Kátia Castanho Scortecci e Dra. Cristiane Elizabeth Costa de Macêdo, pelo aceite de participar da avaliação deste, o que foi uma grande honra para mim.

Aos pesquisadores da Embrapa Algodão: Dr. Nelson Dias Suassuna e MSc. Wirton Macedo Coutinho, pelos conhecimentos a mim transmitidos, pela disponibilidade para esclarecimentos científicos e pelas críticas construtivas.

Embrapa Algodão e aos seus funcionários: Zé Porangaba, Zé Carlos (Genérico), Zé Menezes, Seu Chico, Fábía, Juarez, pelos momentos descontraídos que passamos e também pela amizade a mim confiada e aos funcionários da Universidade Federal da Paraíba: Rui e Severino pela ajuda cedida na montagem deste experimento e por ter facilitado a disponibilidade do material de laboratório necessário, com isto dando mais agilidade no desenvolver das atividades.

Aos meus amigos: Carlos, Cíntia, Vanessa, Valeska, Jair, Flávia, Laryssa, Taciana, pelo apoio moral prestado durante todo o desenvolver deste estudo e pela amizade que têm por mim, sabendo que esta é recíproca.

A todos os professores e alunos da pós-graduação em genética e biologia molecular pela amizade sincera, acolhimento e pelos vários momentos alegres que passamos juntos e a secretária do curso, Leila, pela competência profissional e atenção a mim concedida.

Enfim a todos que contribuíram direta ou indiretamente no desenvolvimento deste.

A todos vocês deixo aqui de coração o meu MUITO OBRIGADO.

# QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO SOB ESTRESSE SALINO

Autor: Leonardo Henrique Guedes de Moraes Lima

Orientadora: Dra. Marcia Soares Vidal

Co-orientadora: Dra. Marleide Magalhães de Andrade Lima

## Resumo

A germinação de sementes de algodão e a emergência de plântulas são geralmente retardadas e reduzidas pela salinidade. Embora o algodão seja considerado uma cultura tolerante, pode sofrer reduções substanciais no seu crescimento e na produção quando exposta à condição de salinidade. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do estresse salino na fase de germinação em quatro genótipos de algodão (BRS Rubi, BRS Safira, BRS 201 e CNPA 187 8H), empregando-se diferentes potenciais osmóticos, gerados com acréscimo de cloreto de sódio (NaCl). O estresse salino foi simulado, utilizando-se soluções aquosas de NaCl nos potenciais 0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 MPa. Os tratamentos foram monitorados por meio de testes para análise de sementes: germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea, comprimento de radícula, peso seco de eixo embrionário e relação radícula/parte aérea. Os testes para germinação, primeira contagem e IVG foram realizados utilizando-se 50 sementes por repetição; para o estudo de comprimento de parte aérea, comprimento de radícula, peso seco de eixo embrionário e relação radícula/parte aérea, foram utilizadas 20 sementes por repetição. Para ambos os testes, foram realizadas quatro repetições por genótipo para cada um dos potenciais. As sementes de cada repetição foram envolvidas em papéis *Germitest* umedecidos com a solução de NaCl correspondente ao potencial. As repetições de ambos os testes foram conduzidas em germinador e a umidade mantida ao ponto de saturação. As leituras das três primeiras variáveis analisadas foram iniciadas quatro dias após a indução do estresse salino. As avaliações foram realizadas diariamente; as sementes foram retiradas e contabilizadas à medida que ocorria a germinação. Para os testes de comprimento, apenas as repetições correspondentes ao potencial de NaCl 0,0 MPa foram lidas, quatro dias após o início da indução do estresse. As leituras das repetições dos potenciais -0,2 e -0,4 e dos potenciais -0,6, -0,8 e -1,0 MPa foram realizadas, respectivamente, aos 12<sup>o</sup> e 20<sup>o</sup> dias. Para a realização das leituras deste teste, a parte aérea das 20 plantas de cada repetição foi separada da radícula e ambas mensuradas. As análises estatísticas foram efetuadas, utilizando-se os procedimentos GENMOD e GLM do SAS. Para a variável germinação, as cultivares CNPA 187 8H e BRS Safira destacaram-se para o potencial -0,8 MPa, com médias de 89% e 81%, respectivamente. Foi observado que o aumento do potencial salino reduziu a porcentagem do IVG. Para cada dia de avaliação, verificou-se que o aumento do potencial salino provoca uma redução do comprimento da parte aérea e da radícula. A radícula tende a crescer mais que a parte aérea até o potencial -0,4 MPa.

Palavras chaves: Algodão, germinação, salinidade

# PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SEEDS OF COTTON GENOTYPES UNDER SALINE STRESS

Author: Leonardo Henrique Guedes de Moraes Lima

Adviser: Dra. Marcia Soares Vidal

Co-adviser: Dra. Marleide Magalhães de Andrade Lima

## Abstract

The germination of cotton seeds and the seedlings emergency are generally delayed and reduced by the salinity. Although the cotton is considered a tolerant culture, it can suffer substantial reductions in regarding its growth and production when exposed to salinity condition. The aims of this study went evaluate the effect of the saline stress in the germination phase to four cotton genotypes (BRS Rubi, BRS Safira, BRS 201 and CNPA 187 8H), using different osmotic potentials generated with increment of sodium chloride (NaCl). The saline stress was simulated using NaCl aqueous solutions in the potentials: 0.0 (Control); -0.2; -0.4; -0.6; -0.8 and -1.0 MPa. The treatments were monitored by means of tests for analysis of seeds, germination, first counting, speed germination index, length of shoot, radicle length, dry weight of embrionic axis and shoot/radicle ratio. The tests for germination, first counting and index of germination speed were accomplished using 50 seeds for repetition and for the study of length of shoot, radicle length, dry weight of embrionic axis and shoot/radicle ratio were used 20 seeds by repetition. For both tests four repetitions were accomplished by genotype for each one of the potentials. The seeds of each repetition were involved in papers *Germitest* humidified with NaCl solution corresponding to the potential. The repetitions of both tests were maintained in a germinator with saturated humidity. The analysis were initiate four days after the induction of the saline stress. The evaluations of the first three variables analyzed were accomplished daily; the seeds were remove and counted when its germinated. For the length tests just the repetitions corresponding to the potential of NaCl 0,0 MPa were analysis 4 days after the beginning of the induction of the saline stress. The analysis of the repetitions of the potentials -0,2 and -0,4 and of the potentials -0,6, -0,8 and -1,0 MPa they were accomplished with 12 and 20 days, respectively. For accomplishment of the analisis of this test the shoot of the 20 plantules of each repetition was separate from the radicle and both parts were measured. The statistical analyses were performed using the GENMOD and GLM procedures of the SAS. For the variable germination, the cultivates CNPA 187 8H and BRS Safira stood out for the potential -0.8 MPa, with averages of 89% and 81%, respectively. The test of speed germination index to cultivate BRS Safira presented the largest averages for the two higher saline potentials. It was observed that the increase of the saline potential reduces the germination percentage and speed germination index. For each day of evaluation it was verified that the increase of the saline potential causes a reduction of the length both of the shoot and of the radicle. The radicle tends to grow more than the shoot until the potential -0,4 MPa.

Key words: Cotton, germination, salinity

## Lista de Figuras

---

<b>Figura 01.</b> Algodoeiro com capulhos abertos. ....	5
<b>Figura 02.</b> Percentuais médios de germinação dos genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de NaCl.....	25
<b>Figura 03.</b> Percentuais médios de primeira contagem dos quatro genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de NaCl. ....	27
<b>Figura 04.</b> Percentuais médios do índice de velocidade de germinação (IVG) dos quatro genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de NaCl.....	30



## Lista de Tabelas

---

<b>Tabela 01.</b> Quantidades (g) de cloreto de sódio (NaCl) e água destilada utilizadas para a obtenção dos diferentes níveis de potencial osmótico, com temperatura de 25°C. ....	18
<b>Tabela 02.</b> Qui-quadrado médio das variáveis germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação (IVG).....	22
<b>Tabela 03.</b> Valores médios da variável germinação para interação genótipos x potencias. ....	23
<b>Tabela 04.</b> Valores médios da variável primeira contagem para interação genótipos x potencias. ....	26
<b>Tabela 05.</b> Valores médios da variável índice de velocidade de germinação (IVG) para interação genótipos x potencias. ....	28
<b>Tabela 06.</b> Quadrado médio do comprimento de parte aérea, comprimento de radícula, peso da matéria seca do eixo embrionário e da relação radícula/parte aérea. ....	30
<b>Tabela 07.</b> Valores médios da variável comprimento de parte aérea para interação genótipos x potencias.....	31
<b>Tabela 08.</b> Valores médios da variável comprimento de radícula (cm) para interação genótipos x potencias.....	33
<b>Tabela 09.</b> Valores médios da variável peso da matéria seca do eixo embrionário (g) para interação genótipos x potencias.....	35
<b>Tabela 10.</b> Valores médios da variável relação radícula/parte aérea (cm) para interação genótipos x potencias.....	37

## Sumário

---

Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Lista de Figuras.....	vii
Lista de Tabelas.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1. Algodão.....	4
3.1.1 Cultivares Utilizadas.....	7
3.1.1.1 CNPA 187 8H.....	7
3.1.1.2 BRS Safira.....	8
3.1.1.3 BRS 201.....	9
3.1.1.4 BRS Rubi.....	9
3.2 Germinação.....	10
3.3 Vigor de sementes.....	15
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4.1 Local do Experimento.....	17
4.2 Genótipos.....	17
4.3 Deslintamento e Desinfecção das Sementes.....	17
4.4 Tratamentos e Indução do Estresse Salino em Sementes.....	17
4.5 Teste de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG).....	19
4.6 Avaliação da primeira contagem.....	19
4.7 Comprimento de parte aérea e radícula e peso da matéria seca do eixo embrionário das plantas.....	20
4.8 Delineamento Experimental e Análise Estatística.....	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5.1 Análise de germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação (IVG).....	22
5.1.1 Análise de germinação.....	22
5.1.2 Análise da primeira contagem.....	25
5.1.3 Análise do índice de velocidade de germinação (IVG).....	27
5.2 Comprimento de parte aérea, comprimento de radícula, peso da matéria seca do eixo embrionário e relação radícula/parte aérea.....	30
5.2.1 Comprimento de parte aérea.....	31
5.2.2 Comprimento de radícula.....	32
5.2.3 Análise do peso da matéria seca do eixo embrionário.....	34
5.2.4 Análise da relação radícula/parte aérea.....	36
6. CONCLUSÕES.....	39
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

## 1. INTRODUÇÃO

---

O aproveitamento da planta do algodão (*Gossypium* spp.) é um dos mais completos, pois quase todas as suas partes podem ser utilizadas, oferecendo, assim, variados produtos de utilidade. Diante disto, o algodão além de ser a fibra vegetal de maior utilização pelo homem também é considerado a mais importante. No setor agropecuário brasileiro está entre as dez maiores fontes de riqueza.

Para o sucesso de qualquer exploração agrícola e, em especial, na cotonicultura herbácea, duas rotas devem ser consideradas continuamente: a rota genética, onde se busca a melhoria da qualidade da fibra, incremento na porcentagem de fibra, aumento na produtividade e resistência ampla a pragas e, em especial, a doenças, visando reduzir os custos de produção e os níveis de agressão ao meio ambiente; e a rota denominada ambiental, onde se manipulam insumos e alguns fatores de produção além de aspectos de cultura, como o espaçamento, a densidade de semeadura, a época ideal de semeadura, os métodos de preparo do solo, dentre outros, objetivando a produtividade máxima econômica, com sustentabilidade global (BELTRÃO *et al.*, 1999).

A germinação de sementes pode ser definida como uma série de acontecimentos metabólicos e morfogenéticos que promovem a transformação de um embrião em uma plântula. Nela estão envolvidos processos seqüenciados e sincronizados, de tal maneira que as reações catabólicas e anabólicas são simultâneas (CASTRO *et al.*, 2005).

Algumas condições devem ser satisfeitas para que a germinação ocorra, tais como a viabilidade da semente, condições internas da semente e externas (fatores ambientais) favoráveis à germinação; e condições satisfatórias de fitossanidade.

De acordo com Ellis (1992), o vigor de sementes pode influenciar o desenvolvimento das plantas e a produção por meio de efeitos diretos e indiretos. Efeitos indiretos podem ocorrer devido à emergência mais precoce e uniforme de lotes de sementes com maior potencial fisiológico, além da produção de plântulas com maior crescimento inicial; esta diferença poderia se manter ao longo do desenvolvimento da cultura, influenciando a densidade populacional, a estatura de plantas, a produção de matéria seca e, conseqüentemente, a produtividade (KHAH *et al.*, 1989; ELLIS, 1992).

Os testes de vigor visam determinar, com maior precisão, o grau de deterioração das sementes submetidas à restrição hídrica, onde buscam simular as condições adversas, além do estresse, que as sementes provavelmente encontrarão no campo. Além disso, buscam mensurar as modificações nas reações fisiológicas das sementes, que ocorrem em consequência da redução do seu vigor (POPINIGIS, 1977).

A salinização dos solos é um dos principais fatores de sua degradação atingindo cerca de 19.5% das terras irrigadas e 2.1% das terras secas existentes no globo para a agricultura (FAO, 2000). Efeitos de salinidade são mais conspícuos em regiões áridas e semi-áridas onde 25% da terra irrigada são afetadas pelos sais. Considerando que 52% do Nordeste do Brasil estão dentro de trópicos semi-áridos (LIRA *et al.*, 1982) e que o aumento de solos afetados pela salinidade, devido a solos pobres e manejo hídrico nas áreas irrigadas, o problema de salinidade torna-se de grande importância para a produção agrícola nesta região.

Embora o algodão seja considerado uma cultura tolerante, pode sofrer reduções substanciais no seu crescimento e na produção quando exposta à condição de salinidade. No entanto, a resposta à salinidade varia com o genótipo e o estágio de desenvolvimento da cultura (GHEYI, 1997; QUEIROZ e BÜLL, 2001).

Sabendo da importância econômica do algodoeiro e dos diversos fatores que interferem na germinação de suas sementes, dentre os quais a salinidade, buscou-se aqui avaliar o efeito do estresse salino na fase de germinação em quatro cultivares de algodão, empregando, para tal, diferentes potenciais osmóticos gerados com acréscimo de NaCl.

## 2. OBJETIVOS

---

- Avaliar o efeito do estresse salino na fase de germinação em quatro cultivares de algodão, empregando diferentes potenciais osmóticos (0,0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8 e -1,0 MPa) gerados com o acréscimo de NaCl;
- Selecionar dentre o(s) genótipo(s) de algodão testados os de maior e menor grau de tolerância à salinidade na fase de germinação,
- Identificar o melhor potencial salino que pode ser utilizado para estudos de simulação do estresse salino na fase de germinação em algodoeiro herbáceo.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

---

#### 3.1. Algodão

O gênero *Gossypium* possui 52 espécies, sendo 46 diplóides ( $2n = 26$ ) e seis alotetraplóides ( $2n = 52$ ). Os diplóides podem ser divididos em dois grupos: diplóides do velho mundo, originárias da África, Ásia e Oceania, e do novo mundo, originárias das Américas. As espécies do velho mundo possuem cromossomos relativamente grandes, enquanto as espécies do novo mundo possuem cromossomos menores. Os alotetraplóides são todos originários das Américas e foram formados pela hibridação, seguida de duplicação cromossômica, entre espécies de cromossomo pequeno e grande. No Brasil, são encontradas três espécies, todas alotetraplóides: *G. hirsutum*, *G. barbadense* e *G. mustelinum*. O *G. hirsutum* contribui com a maioria da fibra produzida mundialmente, em torno de 90%.

O algodoeiro é uma das fibras vegetais cultivadas mais antigas do mundo. As primeiras referências registram o seu cultivo alguns séculos antes de Cristo. No Brasil, pouco se sabe sobre a história dessa malvácea. Na época do descobrimento, os indígenas cultivavam algodão e o transformavam em fios e tecidos (CANECHIO FILHO<sup>1</sup> *et al*, 1972, apud RICHETTI e MELO FILHO, 2001).

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch) é uma planta de hábito de crescimento indeterminado (OOSTERHUIS, 1999), apresentando pelo menos dois tipos de ramificação, dois tipos de folhas verdadeiras e pelo menos duas gemas situadas na base de cada folha (MAUNEY, 1984), possui metabolismo fotossintético C3 (ineficiente) (BELTRÃO e SOUZA, 2001). É uma planta de origem tropical, também explorada economicamente em países subtropicais. Mais de dois terços da produção mundial provêm do norte na latitude de 30° N, onde os três maiores produtores, Estados Unidos, Comunidade Européia e China, estão localizados (AMORIM NETO e BELTRÃO, 1999).

O algodão é um dos produtos de maior importância econômica do grupo das fibras, pelo volume e valor da produção. Seu cultivo é também de grande importância social, pelo número de empregos que gera direta ou indiretamente (CANECHIO FILHO<sup>2</sup> *et al*, 1972, apud RICHETTI e MELO FILHO, 2001).

---

<sup>1</sup> CANECHIO FILHO, V.; PASSOS, S. M de G.; JOSÉ, A. Algodão. In: CANECHIO FILHO, V.; PASSOS, S. M de G.; JOSÉ, A. **Principais culturas**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1972. p. 1-97

<sup>2</sup> Idem

Considerando-se o valor, o algodão é uma das principais *commodities* comercializadas em nível mundial, sendo sua fibra reconhecida como a mais importante das fibras têxteis, tanto naturais quanto químicas, por suas características inigualáveis, sendo o herbáceo o predominantemente produzido no Brasil, de ciclo anual, duração de cinco meses (FERREIRA FILHO, 2001) (Figura 01).



Fonte: Centro Hortofrutícola

**Figura 01.** Algodoeiro com capulhos abertos.

Do algodoeiro quase tudo é aproveitado, principalmente a semente e a fibra (RICHETTI e MELO FILHO, 2001).

A fibra do algodão possui várias aplicações industriais tais como: confecção de fios para algodão hidrófilo para a enfermagem, confecção de feltro, cobertores e estofamentos entre outras.

A semente de algodão é rica em óleo (18 a 25%) que, depois de refinado, é utilizado na alimentação humana e na fabricação de margarina e sabão. A torta, subproduto da extração do óleo, é utilizada na alimentação animal devido ao seu alto valor protéico. O tegumento é usado para fabricar certos tipos de plásticos e de borracha sintética. A fibrilha, que é a fina penugem que fica agarrada à semente depois de extraída a fibra, é usada na indústria química de plásticos, raião e explosivos (CARVALHO<sup>3</sup>, 1996, apud RICHETTI e MELO FILHO, 2001).

O caroço de algodão, após retirada a pluma, tem grande utilidade na nutrição de ruminantes. É considerado um alimento muito palatável e “completo”, reunindo características de alimento volumoso, de concentrado protéico e de concentrado energético (SAVASTANO<sup>4</sup>, 1999, apud RICHETTI e MELO FILHO, 2001).

---

<sup>3</sup> CARVALHO, P. P. **Manual do algodoeiro**. Lisboa: IITC, 1996. 282p.

<sup>4</sup> SAVASTANO, S. **Caroço de algodão na alimentação de ruminantes**. Campinas: CATI, [1999 ?]. Folder.

Em nível mundial, o Brasil é o quarto exportador de algodão, atrás dos Estados Unidos, Usbequistão e Austrália. Em nível nacional, os três principais estados produtores de algodão são: Mato Grosso, Bahia e Goiás, com produções de 505,8; 298,1 e 79,6 mil toneladas, respectivamente. Na região Nordeste, os três maiores produtores são o estado da Bahia, seguido por Piauí e Paraíba (Anuário Brasileiro do Algodão, 2006).

Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), a safra 2005/06 de algodão sofreu reduções comparadas à safra 2004/05. A produção, em toneladas, em caroço foi de 2.714.200 e em pluma de 1.046.500 na safra 2005/06, enquanto que na safra 2004/05 as produções foram de 3.427.800 e 1.298.700 respectivamente. Em contrapartida, a produtividade teve um aumento de 12,4%, saindo de 1.101 na safra anterior para 1.238 pluma-kg/ha na atual safra (Anuário Brasileiro do Algodão, 2006).

Um dos fatores que contribuíram para redução da safra foi a diminuição da área plantada, que sofreu redução de 28,3%, passando de 1.179 na safra 2004/05, para 845,3 milhões de hectares na atual safra. Outro fator foram os problemas climáticos em algumas regiões produtoras, o que provocou a redução de 461,4 mil toneladas de algodão em caroço em relação ao ano anterior (Anuário Brasileiro do Algodão, 2006).

Segundo Carvalho e Chiavegato (1999), uma visão holística do cotonicultor, voltada não só à cultura, mas também a toda cadeia de agronegócio algodoeiro é indispensável para se obter sucesso na cultura algodoeira. Para isto é necessário o planejamento da cultura, começando pela análise do mercado com vistas a atender o consumidor final. Há, portanto, a necessidade de identificar, claramente, onde se dá a atuação na cadeia produtiva, deter o conhecimento científico da cultura, identificando as melhores e mais adequadas práticas culturais e insumos a serem aplicados; como também, ter o domínio técnico das operações a serem realizadas durante todo ciclo da cultura, condizentes com seu modelo produtivo, para se obter a menor relação custo/benefício possível.

Projeções realizadas pela Assessoria de Gestão Estratégica, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento apontam para um aumento da produção, que poderá passar de 1,7 milhão de toneladas (em caroço) na safra 2005/06 para 2,4 milhões de toneladas no período 2014/15, com crescimento anual de 6,53%. As



exportações ficariam próximo de um milhão de toneladas, no mesmo espaço de tempo (Anuário Brasileiro do Algodão, 2006).

A produção mundial de algodão para a safra 2006/07 está prevista em 25,3 milhões de toneladas. Este volume representa incremento de 2%, em relação ao ano anterior, quando foram colhidas 24,7 milhões de toneladas, segundo relatório divulgado pelo International Cotton Advisory Committee (ICAC). Baseado nesse documento, estimativas dão conta de que as exportações mundiais atingirão o patamar de 9,4 milhões de toneladas, tanto para a safra 2005/06 quanto para a 2006/07, com alta de 25% em comparação com o período 2004/05 (Anuário Brasileiro do Algodão, 2006).

De acordo com dados da CONAB (safra 2005/06), a previsão é que o Brasil exporte 400 mil toneladas de algodão em pluma. Sabendo que a estimativa é de que 300 mil toneladas dessa safra já foram negociadas, para a entrega em 2007; assim sendo, o volume já comercializado para o futuro representa 75% do total (Anuário Brasileiro do Algodão, 2006).

Segundo Amorim Neto e Beltrão (1999), para se ter sucesso na exploração do algodoeiro herbáceo, devem prevalecer condições climáticas que permitam, a planta, em seus diferentes estágios fenológicos, crescer e se desenvolver, principalmente com relação às condições térmicas e hídricas.

O Estado da Paraíba apresenta duas regiões com aptidão para o algodoeiro herbáceo: as áreas compreendidas pela região fisiográfica do Agreste, a leste do Estado, e a do Alto Sertão, a oeste. A região fisiográfica do Seridó se ajusta ao cultivo do algodoeiro arbóreo (AMORIM NETO e BELTRÃO, 1999).

### **3.1.1 Cultivares Utilizadas**

#### **3.1.1.1 CNPA 187 8H**

A cultivar CNPA 187 8H é originária do cruzamento entre a linhagem CNPA 77/105, resistente à broca da raiz (*Eutinobothrus brasiliensis* Hanabot) e da D3-79, de origem americana. A linhagem CNPA 77/105 tem característica de alta produtividade e descende de um material tolerante à seca, o SU 0450/8909, característica transmitida à CNPA 187 8H, que tem se caracterizado altas produtividades nos ensaios conduzidos na região Nordeste, durante vários anos, incluindo aqueles sob baixa precipitação pluvial. Durante as avaliações de progênies, obteve-se a CNPA 86-1190-5, que sempre mostrou superioridade de

rendimento em relação às testemunhas; posteriormente, devido à sua superioridade nos ensaios de linhagens e ensaios regionais de cultivares e linhagens, a mesma foi selecionada para dar origem à cultivar CNPA 187 8H.

A CNPA 187 8H possui ciclo do plantio à colheita de 140 dias, podendo ser considerada de ciclo médio. Os primeiros capulhos se abrem, em geral, aos 110 dias.. A planta possui altura de um metro, em média, nas condições do Nordeste e a cor da flor e da corola é amarela. A forma da folha é palmada e a maçã é de formato oval, pesando o capulho 6,5g, em média. A planta possui crescimento indeterminado, é pilosa, e seu caule é verde.

Esta cultivar apresenta resistência à virose, tolerância à bacteriose e *Stemphylium* e suscetibilidade à ramulária.

### **3.1.1.2 BRS Safira**

Inicialmente foram realizados cruzamentos entre um material introduzido dos EUA com coloração da fibra marrom escura e a cultivar CNPA 87-33 de fibra branca de boa qualidade e ampla adaptação à região Nordeste. A geração F1 deste cruzamento foi avançada até a F3, onde se iniciou um programa de seleção genealógica com o objetivo de selecionar linhagens possuidoras de fibra de coloração marrom escura ou marrom telha de boas características tecnológicas de fibra e boa produtividade. Além dos critérios de seleção normalmente utilizados no algodoeiro, foi dada ênfase à maior intensidade da cor marrom telha. Após vários ciclos foram selecionadas algumas linhagens com fibra marrom escura que participaram de ensaios comparativos de rendimento em vários locais da região Nordeste, por dois anos. Nestes ensaios, destacou-se a linhagem CNPA 01-55 por sua intensa coloração marrom telha, também com boa produtividade, sendo eleita para se tornar uma cultivar com o nome BRS Safira.

A BRS Safira possui altura média de plantas de 1,30m e ciclo até a colheita de 140-150 dias, cor da corola e do pólen amarelos e o início florescimento se dá com 55 dias. Diferencia-se das demais de fibra marrom existentes no Brasil por ter a fibra marrom escura ou marrom avermelhada, sendo, juntamente com a BRS Rubi, as duas primeiras cultivares no Brasil com estas características de cor da pluma. A cultivar BRS Safira é herbácea ou anual, podendo ser cultivada em regimes de sequeiro, nas áreas zoneadas para este tipo de algodão e em regimento irrigado, com rendimento médio superior a 3,5 t/ha de algodão em caroço.

### 3.1.1.3 BRS 201

A cultivar BRS 201 origina-se de um cruzamento dialético parcial, entre um grupo de seis cultivares e outro de 15. A população F1 foi conduzida até a geração F4, sob autofecundação, quando se iniciaram as seleções visando produtividade e resistência às doenças, resultando na linhagem selecionada em 1996, denominada CNPA 96-12, que deu origem à BRS 201.

Esta cultivar possui, em média, ciclo do plantio à colheita de 135 dias, podendo ser considerada, em termos de precocidade, de ciclo médio. Os primeiros capulhos abrem-se, em geral, aos 110 dias. O porte da planta situa-se, em média, em torno de 1 m, nas condições em que foram realizados os experimentos na região Nordeste. A cor da flor e do pólen é amarela e as folhas das plantas são do tipo palmado.

A BRS 201 apresenta resistência à bacteriose, viroses, tolerância à ramulária e *Stemphylium*, além de suscetibilidade à *Alternaria*. Quanto à ramulose, esta cultivar se mostra moderadamente resistente, podendo apresentar a doença em condições de alto potencial de inóculo e condições favoráveis.

### 3.1.1.4 BRS Rubi

Inicialmente foram realizados cruzamentos entre um material introduzido dos EUA que apresenta a coloração da fibra marrom escura e a cultivar CNPA 7H de fibra branca de boa qualidade e ampla adaptação à região Nordeste. A geração F1 deste cruzamento foi avançada até a F3, onde se iniciou um programa de seleção genealógica com o objetivo de selecionar linhagens possuidoras de fibra de coloração marrom escura ou marrom telha de boas características tecnológicas de fibra e de boa produtividade. Além dos critérios de seleção normalmente utilizados no algodoeiro, foi dada ênfase à maior intensidade da cor marrom telha. Após vários ciclos foram selecionadas algumas linhagens com fibra marrom escura que participaram de ensaios comparativos de rendimento em vários locais da região Nordeste, por dois anos. Nestes ensaios, destacou-se a linhagem CNPA 01-22 por sua intensa coloração marrom telha, que também apresentou boa produtividade, tendo sido eleita para se tornar uma cultivar com o nome BRS Rubi.

A BRS Rubi possui altura média de plantas de 1,10m e ciclo até a colheita de 140-150 dias, cor da corola e do pólen amarelos e o início florescimento se dá com 55 dias; diferencia-se das demais de fibra marrom existentes no Brasil por

apresentar a fibra marrom escura ou marrom avermelhada, sendo a primeira cultivar no Brasil com esta característica de cor da pluma. A cultivar BRS Rubi é herbácea ou anual, podendo ser cultivada em regimes de sequeiro, nas áreas zoneadas para este tipo de algodão e em regimento irrigado, com rendimento médio superior a 3,5 t/ha de algodão em caroço.

### 3.2 Germinação

A germinação é um fenômeno biológico que pode ser considerado pelos botânicos como a retomada do crescimento do embrião, com o subsequente rompimento do tegumento pela radícula. Entretanto, para os tecnólogos de sementes, a germinação é definida como a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, manifestando a sua capacidade para dar origem a uma plântula normal, sob condições ambientais favoráveis (NASSIF *et al.*, 1998).

A germinação é controlada por uma interação de sinais ambientais e endógenos, resultando em alterações do estado fisiológico da semente que resultam na retomada do desenvolvimento do embrião (CASTRO *et al.*, 2005).

No algodoeiro, sob condições ambientais favoráveis, a germinação se inicia pela emissão da radícula do tegumento em cerca de 18 a 24 horas após o início da reidratação (PARRY, 1982).

Em alguns casos, nem sob condições favoráveis, as sementes do algodoeiro germinam apesar de absorverem água, e isso pode ser resultado da presença de inibidores, como o ácido abscísico (POPINIGIS, 1977). Outro fator da não germinação é a não absorção de água por parte da semente, fenômeno normal nas espécies selvagens, cuja dormência se deve à impermeabilidade do tegumento (CHRISTIANSEN e MORE, 1959).

Segundo Castro *et al.* (2005), é baixo o teor de umidade (10 a 20%) em uma semente madura e os seus tecidos possuem uma baixa atividade metabólica. No algodoeiro, este teor é de 52% (BENEDICT, 1984).

O rompimento do tegumento da semente no processo de germinação é resultado do aumento de volume, promovido pela absorção de água e crescimento. Após o rompimento e sob condições favoráveis de água, oxigênio e temperatura, o embrião reiniciará as suas atividades e o eixo embrionário o seu crescimento (CASTRO *et al.*, 2005).

O eixo embrionário possui reservas suficientes para as atividades metabólicas nas primeiras 24 horas de germinação. Estas reservas perfazem aproximadamente 20% do seu teor de matéria seca e são constituídas por sacarose, rafinose, lipídeos e aminoácidos (POPINIGIS, 1977).

As principais substâncias de reserva encontradas nas sementes são carboidratos, lipídeos e proteínas. Além destas, os fosfatos, embora em quantidades relativamente pequenas, são de vital importância, pela sua participação na composição das moléculas armazenadoras de energia, principalmente (POPINIGIS, 1977).

O aumento, tanto do número, como do tamanho das células, durante a germinação, é decorrente da síntese protéica realizada pelo embrião. Esta síntese tem início logo após a hidratação do embrião e se dá, primeiramente, pela tradução dos mRNAs pré-existentes, estocados juntamente com ribossomos funcionais nos últimos estádios da embriogênese (CASTRO *et al.*, 2005).

Segundo Ching (1972), o RNA mensageiro encontra-se na semente seca, encapsulado em uma capa protéica formada durante a maturação. Sua liberação ocorre pela ação das proteases presentes na semente, quando da sua reidratação.

A radícula é geralmente a primeira estrutura do embrião a emergir. Após a emergência, a radícula cresce, lança ramificações e desenvolve pêlos radiculares, iniciando o processo de absorção de nutrientes do solo (CASTRO *et al.*, 2005).

Existem dois tipos de germinação: um chamado epigea, onde a parte aérea é posta fora do solo envolta por cotilédones. Este tipo de germinação ocorre quase com exclusividade entre as dicotiledôneas; o outro chamado de hipógea, no qual o crescimento do epicótilo se processa mais rapidamente que do hipocótilo. A germinação do tipo hipogeal ocorre com freqüência praticamente igual, tanto em mono quanto em dicotiledôneas.

A semente passa por três estádios no processo germinativo. No primeiro, denominado de embebição, inicia-se a hidratação das substâncias biocoloidais das células e, conseqüentemente, o rearranjo de suas estruturas. A segunda fase é chamada de catabólica, onde predominam os processos de hidrólise e degradação das substâncias de reserva. O início desta fase é marcado, sensivelmente, pelo aumento da taxa respiratória. A terceira fase é chamada de anabólica. Durante esta fase, ocorre síntese maciça de materiais formadores de parede celular, assim como de proteínas e de ácidos ribonucléicos.

A semente embebida utiliza três rotas respiratórias para produção de energia e também de compostos intermediários do metabolismo vegetal, e estas são: a glicólise, a via pentose-fosfato e o ciclo do ácido cítrico.

Sob o ângulo fisio-bioquímico consideram-se as seguintes fases do processo germinativo: reidratação; aumento da respiração; formação de enzimas; digestão enzimática de reservas; mobilização e transporte de reservas; assimilação metabólica e crescimento e diferenciação dos tecidos (POPINIGIS, 1977).

Muitos fatores podem interferir no processo germinativo, pois, uma vez que são necessários para que o processo se inicie e/ou conclua, a restrição de alguns desses fatores pode atuar como um regulador na germinação. Dentre os fatores que regulam o processo germinativo, a presença de hormônios e o equilíbrio entre eles, promotores e inibidores de crescimento, exercem um papel fundamental (CASTRO *et al.*, 2005).

De acordo com Castro *et al.* (2005), os fatores que afetam a germinação podem ser divididos em dois tipos: intrínsecos e extrínsecos. O primeiro se refere ao período em que a semente se mantém viva e é determinado por suas características genéticas. A este período é dado o nome de longevidade. O período em que a semente realmente vive é determinado pela interação entre os fatores genéticos e os fatores ambientais, e recebe o nome de viabilidade.

Dentre os principais fatores que podem afetar a germinação podem-se citar: água, luz, temperatura, gases e salinidade.

- Água

Dos diversos fatores ambientais capazes de influenciar o processo germinativo, a disponibilidade de água é um dos mais importantes, visto que, a primeira condição para a germinação de uma semente viável e não dormente, é a disponibilidade de água para sua reidratação.

A água também está envolvida, direta ou indiretamente, em todas as demais etapas do metabolismo subsequente que resultam no fornecimento de energia e nutrientes necessários para a retomada de crescimento por parte do eixo embrionário. Sua participação é decisiva nas reações enzimáticas, na solubilização, no transporte de metabólitos e como reagente na digestão hidrolítica de proteínas, carboidratos e lipídeos do tecido de reserva da semente.

A velocidade de absorção de água varia com a espécie, com o número de poros distribuídos sobre a superfície do tegumento, disponibilidade de água,

temperatura, pressão hidrostática, área de contato semente/água, forças intermoleculares, composição química e qualidade fisiológica da semente. O movimento da água para o interior da semente é devido tanto ao processo de capilaridade quanto de difusão e ocorre do sentido do maior para o menor potencial hídrico (NASSIF *et al.*, 1998).

- Luz

As sementes da maioria das plantas cultivadas germinam tanto no escuro, como na luz. A exigência de luz para germinar, por parte de determinadas espécies, está relacionada a um tipo de dormência (POPINIGIS, 1977).

De acordo com Nassif *et al.* (1998), algumas sementes germinam somente com extensa exposição à luz e outras com breve exposição apesar de muitas se apresentarem indiferentes à luminosidade. Certas sementes germinam somente no escuro e outras necessitam de um longo, ou curto, fotoperíodo diário.

A germinação não está apenas relacionada com a presença ou ausência de luz, mas também com a qualidade de luz. A qualidade de luz durante a maturação da semente é um importante fator controlador da germinação (NASSIF *et al.*, 1998).

O regime de luminosidade a que a planta-mãe é submetida durante seu desenvolvimento, também pode interferir na germinação de sementes formadas (CASTRO *et al.*, 2005).

- Temperatura

No processo germinativo, a temperatura influencia no total, na velocidade e na uniformidade da germinação. Além destes fatores, a temperatura atua de outras maneiras no processo germinativo, visto que, altas temperaturas desnaturam proteínas, alteram a permeabilidade da membrana, ocasionam perda de material, enquanto as baixas retardam as taxas metabólicas até o ponto em que as vias essenciais ao longo da germinação não podem mais operar (CASTRO *et al.*, 2005).

Tem-se demonstrado que a temperatura interage com os hormônios vegetais, por alterar seus níveis endógenos e, por conseqüência, influenciar na regulação do processo germinativo (CASTRO *et al.*, 2005).

São identificados três pontos críticos no processo germinativo, no que diz respeito à temperatura. O primeiro é a temperatura ótima, ou seja, aquela em que a maior germinação é alcançada no menor tempo. Os outros dois são as temperaturas mínima e máxima – aquelas abaixo e acima das quais as sementes não conseguem germinar mais.

Diferentes espécies têm diferentes temperaturas de germinação. Há espécies que respondem bem tanto à temperatura constante como à alternada. A alternância de temperatura corresponde, provavelmente, a uma adaptação às flutuações naturais do ambiente (NASSIF *et al.*, 1998).

- Gases

A maioria das sementes germina em atmosfera normal com 21% de O<sub>2</sub> e 0,33% de CO<sub>2</sub>. Alguns autores sugerem uma concentração de O<sub>2</sub> superior a 10%. Entretanto, algumas delas aumentam a porcentagem de germinação quando se diminui o teor de O<sub>2</sub>. Já em relação ao CO<sub>2</sub>, pode-se dizer que seu comportamento na germinação é contrário ao O<sub>2</sub>, e a maioria das sementes não pode germinar quando o teor de CO<sub>2</sub> é aumentado (CASTRO *et al.*, 2005).

O oxigênio é um fator indispensável à germinação das sementes e como é um processo que ocorre em células vivas, necessita de energia obtida na respiração, que é realizada na presença de oxigênio. (BELTRÃO e SOUSA, 2001)

- Salinidade

Com relação à salinidade, sabe-se ser um fator que interfere no crescimento e desenvolvimento das plantas e, que esta influência depende da espécie vegetal e do tipo de sal existente no solo. A adaptação das espécies à salinidade durante a germinação e estádios iniciais da plântula são cruciais para o estabelecimento das espécies em ambientes salinos (UNGAR, 1995). A concentração total de sais presentes no solo acarreta uma redução da porcentagem e velocidade de germinação devido aos efeitos tóxico e osmótico sobre o embrião (CAMPOS E ASSUNÇÃO, 1990)

O excesso de sais solúveis provoca uma redução do potencial hídrico do solo, induzindo menor capacidade de absorção de água pelas sementes. Esta redução do potencial hídrico e os efeitos tóxicos dos sais interferem inicialmente no processo de absorção de água pelas sementes, influenciando na germinação (CAVALCANTE E PEREZ, 1995). O alto teor de sais no solo, especialmente de cloreto de sódio, pode inibir a germinação, primariamente, em razão do efeito osmótico (FANTI E PEREZ, 1996).

A germinação de sementes de algodão e a emergência de plântulas são geralmente retardadas e reduzidas pela salinidade (QADIR E SHAMS, 1997)



### 3.3 Vigor de sementes

Para ISTA (International Seed Testing Association) (1981), o vigor de sementes é a soma das propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho de uma semente ou de um lote de sementes durante a germinação e a emergência da plântula. Já para AOSA (Association of Official Seed Analysts) (1983), o vigor de sementes compreende as propriedades que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais sob uma ampla faixa de condições ambientais.

O vigor das sementes cresce à medida que aumenta seu teor de matéria seca, alcançando o máximo no ponto máximo de peso de matéria seca, ou seja, quando atinge sua maturidade fisiológica. Ainda para o mesmo autor, para obtenção de sementes com máximo vigor, a colheita deverá ser realizada quando estas atingirem o seu ponto de maturidade fisiológica (POPINIGIS, 1977).

As sementes, após a maturidade fisiológica, passam a sofrer um processo contínuo e irreversível de deterioração ou envelhecimento. O conhecimento deste processo tem se tornado cada vez mais importante porque é por meio dele que a pesquisa tem desenvolvido métodos de determinação do potencial fisiológico dos lotes ou vigor de sementes (CUSTÓDIO, 2005).

O vigor de um lote de sementes não é determinado por uma característica em particular, mas por um conjunto delas associadas ao desempenho das sementes (PERRY, 1981).

Segundo Hampton e Coolbear (1990), em função das limitações do tempo requerido para o teste de germinação, tem sido contínuo o interesse, nos últimos 25 anos, pelo potencial das propriedades fisiológicas e bioquímicas das sementes como índices de vigor.

Segundo Heydecker (1972), o nível de vigor na semente pode apresentar variações de origem genética, fisiológica, morfológica, citológica, mecânica e microbiótica. A qualidade fisiológica tem sido um dos aspectos mais pesquisados há vários anos, em decorrência das sementes estarem sujeitas a uma série de alterações degenerativas após a maturidade (ABDUL-BAKI e ANDERSON, 1972).

Os testes de vigor visam determinar, com maior precisão, o grau de deterioração da semente. Podem ser classificados em diretos e indiretos (ISELY, 1952).

Os testes diretos são aqueles que simulam as condições adversas que a semente provavelmente encontrará no campo. Duas vantagens deste tipo de teste: 1) avaliam todos os componentes do vigor da semente; 2) simulando as condições adversas do campo, acredita-se esta avaliando com maior precisão o provável desempenho da semente. Os testes indiretos medem determinados atributos fisiológicos da semente. Suas principais vantagens são: as variáveis controladas; permitem comparações de vigor entre áreas geográficas oferecendo adversidades diversas à semente (POPINIGIS, 1977).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

---

### 4.1 Local do Experimento

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes do Centro de Ciências Agrárias-CCA da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Campus II, Areia, PB e no Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPA) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Campina Grande, PB.

### 4.2 Genótipos

Foram utilizados quatro genótipos de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* var. *latifolium*) provenientes do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Algodão. Os acessos, cedidos pelo Programa de Melhoramento Genético, são considerados como possíveis fontes de genes que conferem tolerância ao estresse salino, pois são provenientes de regiões com clima árido. Os genótipos utilizados foram: BRS Rubi, BRS Safira, BRS 201 e CNPA 187 8H.

### 4.3 Deslintamento e Desinfecção das Sementes

As sementes foram submetidas ao deslintamento químico por via úmida com ácido sulfúrico, seguindo recomendações de Chitarra *et al.* (2002). Em seguida, as sementes receberam tratamento químico com fungicida CAPTAN 500 P.M. (n-[(triclorometil)tio]-4-ciclohexeno-1,2-dicarboximida): 473 g/kg; derivados correlatos: 27 g/kg pó molhável, misturados 7 dias antes da instalação dos experimentos.

### 4.4 Tratamentos e Indução do Estresse Salino em Sementes

O estresse salino foi induzido com emprego de soluções aquosas de cloreto de sódio (NaCl). As quantidades de NaCl foram calculadas utilizando-se o programa Computer Program Relative Solute Potential to Solution Composition for Five Solutes, obtendo-se os seguintes potenciais osmóticos: 0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 MPa. Cada solução de NaCl foi autoclavada a 120°C por 20 minutos.

**Tabela 01.** Quantidades (g) de cloreto de sódio (NaCl) e água destilada utilizadas para a obtenção dos diferentes níveis de potencial osmótico, com temperatura de 25°C.

Potencial osmótico (MPa)	Quantidade de NaCl (g)	Quantidade de H <sub>2</sub> O destilada
0,00	0,0	1000
-0,20	2,5	996,3
-0,40	5,0	995,6
-0,60	7,6	994,8
-0,80	10,2	994,0
-1,00	12,7	993,2

A indução do estresse salino foi realizada nos quatro genótipos (BRS Rubi, BRS Safira, BRS 201 e 8H) testados nos diferentes potenciais. Os tratamentos foram avaliados através de testes para análise de sementes, como, germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), seguindo-se as normas descritas por Brasil (1992), primeira contagem, comprimento de parte aérea e comprimento de radícula, matéria seca do eixo embrionário e relação radícula/parte aérea. Quando necessário, foram adicionadas as soluções correspondentes para cada tratamento para manter os graus de status salino do substrato.

Para o teste de germinação, IVG e primeira contagem foram utilizadas quatro repetições por genótipo para cada um dos seis potenciais, totalizando 24 parcelas por genótipo e 96 no total. Por repetição, foram utilizados 50 sementes, envolvidas em três papéis *Germitest*, umedecidos com a solução de NaCl correspondente ao potencial; os papéis foram autoclavados a 120°C por 20 minutos. Os papéis para cada potencial foram pesados e posteriormente umedecidos com a solução de NaCl correspondente.

Para o teste de comprimento e matéria seca de plântulas, a metodologia utilizada foi semelhante ao teste de germinação, IVG e classificação de vigor, diferindo deste no número de sementes e papéis *Germitest* que as envolviam. Neste teste, foram utilizadas 20 sementes por repetição, envolvidas em dois papéis *Germitest*.

A quantidade de solução de NaCl utilizada para umedecer os papéis dos potenciais correspondentes, em ambos os testes, foi calculada utilizando-se da seguinte proporção 1:2,5 (peso do papel *Germiteste*: peso da solução), para padronização da umidade entre os tratamentos.

As repetições de ambos os testes foram colocadas em sacos de plástico, com a finalidade de manter constante a umidade no seu interior; após isto, foram mantidas em um germinador a 25°C.

#### **4.5 Teste de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG)**

As avaliações se iniciaram quatro dias após o início da indução de estresse salino nas sementes dos quatro genótipos, envolvidas nos papéis *Germitest*, umedecidos com soluções de NaCl para os diferentes potenciais. Para o teste de germinação e IVG todas as parcelas foram observadas, diariamente, à mesma hora e, à medida que as sementes germinavam, foram retiradas e contabilizadas. A avaliação se estendeu por oito dias, a partir do qual não havia mais sementes viáveis à germinação.

Para o cálculo do índice de velocidade de germinação foi utilizada a seguinte fórmula:

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gn}{Nn}$$

Onde: G1, G2, Gn = número de plântulas normais computadas na primeira, na segunda e na n-ésima contagem;

N1, N2, Nn = número de dias da semente à primeira, segunda e à n-ésima contagem.

#### **4.6 Avaliação da primeira contagem**

Esta avaliação foi realizada quatro dias após as sementes terem sido colocadas para germinar, em rolos de papel *Germitest*, contendo diferentes concentrações salinas, sendo analisada conjuntamente com o teste de germinação.

#### **4.7 Comprimento de parte aérea e radícula e peso da matéria seca do eixo embrionário das plantas**

Para o teste do comprimento da parte aérea e radícula e do peso da matéria seca do eixo embrionário das plantas, apenas as repetições correspondentes ao potencial de 0,0 MPa foram lidas quatro dias após o início da indução do estresse salino; as leituras das repetições dos potenciais -0,2 e -0,4 e dos potenciais -0,6, -0,8 e -1,0 foram realizadas com 12 e 20 dias, respectivamente. Para a realização das leituras do comprimento, a parte aérea das 20 plantas de cada repetição foi separada da raiz, sendo medidas separadamente. As medições do comprimento das plântulas foram realizadas apenas nas plântulas normais, eliminando-se as anormais e as sementes mortas (KRZYZANOWSKI *et al.*, 1991).

Após medidas a parte aérea e a radícula das plantas, os eixos embrionários de cada repetição foram colocados em sacos de papel e levados para secar em estufa com circulação forçada de ar, regulada à temperatura de 80°C, durante 24 horas. Após este período, as amostras foram colocadas para resfriar em dessecadores e pesadas em balança com precisão de um miligrama. Os resultados foram expressos em mg/plântula, conforme metodologia proposta por Krzyzanowski *et al.* (1991).

#### **4.8 Delineamento Experimental e Análise Estatística**

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, no esquema fatorial 4 x 6 (genótipos x potenciais).

Os dados obtidos para comprimento de radícula, comprimento de parte aérea, relação radícula/parte aérea e peso da matéria seca do eixo embrionário foram submetidos à análise de variância, as médias das variáveis comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (MORAES e MENEZES, 2003). Já as demais variáveis como primeira contagem, plântulas normais e IVG, foram submetidas à análise de *deviance*, as médias das variáveis comparadas pelo teste do qui-quadrado a 5% de probabilidade e a análise de regressão logística (BORGEM, 2004; VERHOEVEN *et al.*, 2004; ANDERSSON *et al.*, 2002). Em casos de interações significativas foram feitos os desdobramentos.

Em razão dos dados de primeira contagem, plântulas normais e IVG não apresentarem homocedasticidade de variâncias, estes foram ajustados a um modelo

linear generalizado com a função ligadora canônica LOGIT (DEMÉTRIO, 2001). A análise de *deviance* (testes de verossimilhanças para as fontes de variação controladas no modelo) foi realizada de forma seqüencial (tipo I). Os dados em porcentagem foram estimados utilizando-se da fórmula:  $p = \frac{\exp(\eta_{ij})}{1 + \exp(\eta_{ij})}$  (PAULA, 2001).

Os ajustes foram realizados com base no procedimento GENMOD e GLM do sistema estatístico SAS® system/STAT 9.1.1.3 (2006) e as análises estatísticas foram feitas nesse mesmo software.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Análise de germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação (IVG)

De acordo com o delineamento utilizado para o teste de germinação e IVG, verificou-se que os dados para os genótipos (G), potenciais (P) e interação genótipo x potenciais osmóticos (G x P) foram altamente significativos a 1% de probabilidade pelo teste F (Tabela 02).

**Tabela 02.** Qui-quadrado médio das variáveis germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação (IVG).

Fonte de variação	Grau de liberdade	$\chi^2$		
		Germinação (%)	1ª contagem (%)	IVG (%)
Genótipos (G)	3	262.26**	128.96**	23.57**
Potenciais (P)	5	321.34**	3240.73**	580.48**
Interação G x P	15	346.91**	278.36**	56.00**
Deviance		1417.7	3757.1	697.81

(\*\*), significativo a 0,01 de probabilidade para o teste F.

#### 5.1.1 Análise de germinação

A comparação entre genótipos nos diferentes potenciais osmóticos para a variável germinação mostrou que os genótipos CNPA 187 8H e BRS 201 obtiveram significância similar para os potenciais osmóticos 0,0 e -0,2 MPa. O genótipo BRS 201 mostrou-se superior aos demais genótipos nos potenciais -0,4 e -0,6 MPa, enquanto o genótipo BRS Rubi foi o mais afetado no potencial -0,4; já para o segundo potencial (-0,6 MPa), o genótipo BRS Safira obteve a menor significância (Tabela 03).

O genótipo CNPA 187 8H apresentou melhor performance que os demais para o potencial -0,8 e -1,0 MPa (Tabela 03), podendo ser utilizado em estudos de indução de estresse salino. Resultados menos significativos para o potencial -0,8 MPa foram observados para os genótipos BRS 201 e BRS RUBI, respectivamente. Para o potencial -1,0 MPa o genótipo BRS Rubi obteve os resultados menos significativos, ou seja, este genótipo foi o mais afetado pela alta concentração salina no meio (Tabela 03).



**Tabela 03.** Valores médios da variável germinação para interação genótipos x potencias.

Genótipo	Potenciais (-MPa)					
	0,0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1,0
CNPA 187 8H	92,5 a	88,0 a	84,5 b	87,0 b	89,0 a	80,0 a
BRS Safira	84,5 b	81,0 b	85,0 b	61,0 d	81,0 b	73,5 b
BRS Rubi	86,5 b	85,0 ab	60,5 c	72,5 c	72,0 c	28,0 c
BRS 201	92,5 a	89,5 a	93,5 a	92,0 a	67,5 c	71,0 b

Em cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente, entre si, pelo teste de  $\chi^2$ , a 5% de probabilidade.

Moraes *et al.* (2005), trabalhando com sementes de feijão em diferentes concentrações de NaCl nos potenciais osmóticos 0,0, -0,05, -0,10, -0,15, -0,20, -0,25 e -0,30 MPa verificou redução no índice de germinação a partir de -0,20 MPa. O mesmo ocorreu com as sementes de algodão testadas neste trabalho, no qual se verificou que todos os potenciais obtiveram índice de germinação inferior à testemunha.

Shonjani (2002) testou, em sementes de quatro espécies de plantas, dentre elas algodão, o efeito de cinco concentrações salinas (0, 50, 100, 200 mM). Para algodão, observou que quanto maior a concentração salina, menor o índice de germinação; verificou também que a germinação foi inferior a 10% na concentração 200 mM (equivalente a -1,22 MPa).

Para os resultados observados neste experimento verificou-se que todas as cultivares apresentaram uma média de germinação acima de 70% para os potenciais -0,8 e -1,0 MPa, com exceção da cultivar BRS 201 para o primeiro e a cultivar BRS Rubi no potencial de -1,0 MPa, apresentando 67,5% e 28% de germinação, respectivamente.

Torres *et al.* (2000) testaram o efeito de salinidade por NaCl (0,0; -0,2; -0,4; -0,6 e -0,8 MPa), em germinação de pepino, e observaram que no potencial osmótico de -0,4MPa, os efeitos deletérios do excesso de sal começam a causar reduções significativas na germinação, chegando a reduzir em 36% a porcentagem de germinação no potencial osmótico de -0,8MPa. A partir deste mesmo potencial (-0,4 MPa), Silva (2005) registrou uma redução significativa dos valores de porcentagem de germinação em sementes de *Platymiscium floribundum* Vog submetidas a estresse salino por NaCl.

De acordo com Ferreira (1997), os sais de alta solubilidade são os mais nocivos, porque as sementes, ao absorverem água do substrato, absorvem também os sais que, por excesso, provocam toxidez e, conseqüentemente, acarretam

distúrbios fisiológicos às sementes, produzindo decréscimo no potencial de germinação.

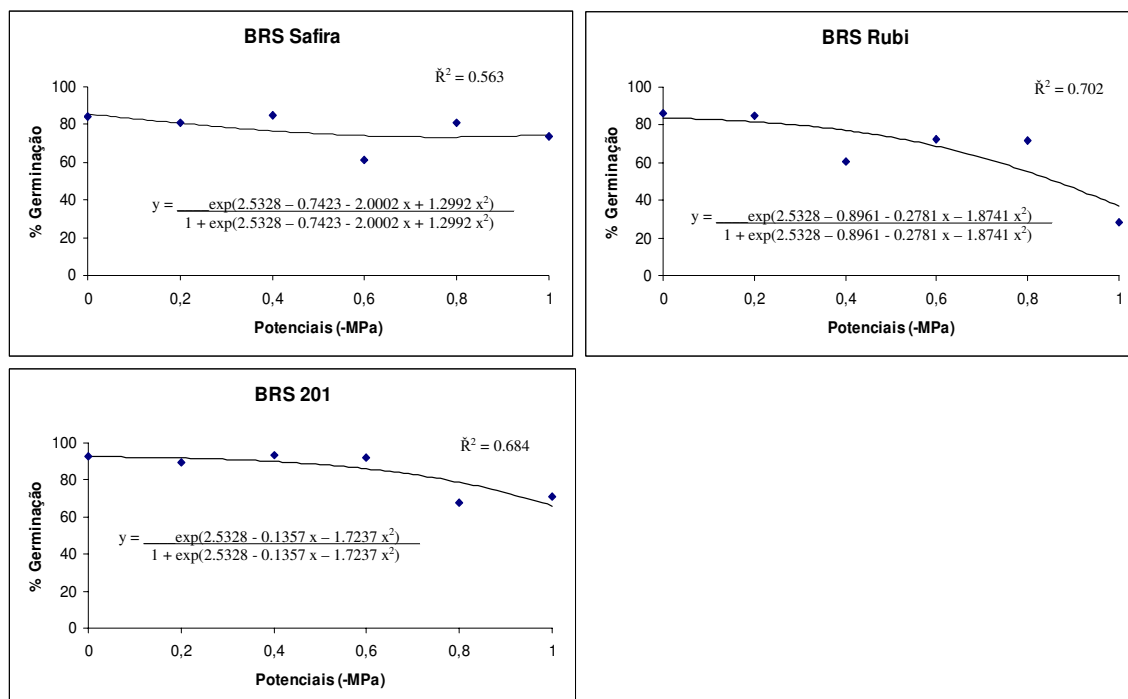
Lima *et al.* (2005), testando a qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas a estresse salino, verificaram decréscimo na porcentagem de germinação em todas as cultivares, em função do aumento na concentração salina, sugerindo que a salinidade afetou o desenvolvimento de plântulas normais e diminuiu a viabilidade e o vigor das sementes.

Machado Neto *et al.* (2006) verificando a deficiência hídrica induzida por diferentes agentes osmóticos, entre os quais NaCl, constataram uma redução na porcentagem de germinação das sementes de feijão, a medida que diminuiu o potencial osmótico. A solução de NaCl induziu nulidade ou valor próximo a zero de germinação no potencial de -1,2MPa.

Semelhante aos referidos resultados, observa-se neste trabalho que houve uma tendência a redução da média de germinação à medida que se eleva a concentração das soluções salinas (Tabela 03).

Ribeiro e Pelacani (2006) verificaram que a germinação de sementes de duas espécies de leguminosas, não foi totalmente inibida, quando o potencial salino (NaCl) foi reduzido de -0,8 à -1,0 MPa. No presente trabalho também foi constatada germinação de sementes de algodão nestes potenciais.

A análise de regressão aplicada aos resultados da Tabela 03, possibilitou a obtenção de equações a partir dos percentuais de germinação com níveis de potenciais osmóticos, apresentadas na Figura 02. Observa-se, também, uma boa combinação entre essas variáveis, expressa pelo coeficiente de determinação  $R^2$ , permitindo-se estimar a porcentagem de germinação de sementes de cada genótipo estudado em função do potencial de água do substrato.



**Figura 02.** Percentuais médios de germinação dos genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de NaCl.

### 5.1.2 Análise da primeira contagem

Para o teste de primeira contagem, também conhecido por teste de vigor, foram observados dados significativos a 1% de probabilidade, como verificado para o teste de germinação (Tabela 02). Todos os genótipos tiveram valores estatisticamente similares no potencial 0,0 MPa, onde a BRS 187 8H obteve o maior valor absoluto (74,5%); no potencial -0,2 MPa, destacou-se a BRS 201 (56,5%). As cultivares BRS 201 e BRS Safira mantiveram os resultados mais significativos para o potencial -0,4 MPa, enquanto a cultivar BRS Rubi apresentou o menor valor significativo para este potencial (Tabela 04).

Para os potenciais -0,6; -0,8 e -1,0 MPa, destacaram-se as cultivares BRS Rubi, para o primeiro potencial e BRS Safira para o segundo e terceiro potenciais, visto que, apresentaram as médias mais significativas (Tabela 04).

**Tabela 04.** Valores médios da variável primeira contagem para interação genótipos x potencias.

Genótipo	Potenciais (-MPa)					
	0,0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1,0
CNPA 187 8H	74,5 a	51,0 ab	35,0 b	24,0 b	0,5 c	0,5 c
BRS Safira	72,5 a	54,0 ab	59,0 a	21,5 b	9,0 a	13,5 a
BRS Rubi	70,5 a	49,5 b	22,0 c	30,5 a	3,0 b	3,5 b
BRS 201	73,5 a	56,5 a	60,5 a	19,0 b	1,5 bc	0,5 c

Em cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente, entre si, pelo teste de  $\chi^2$ , a 5% de probabilidade.

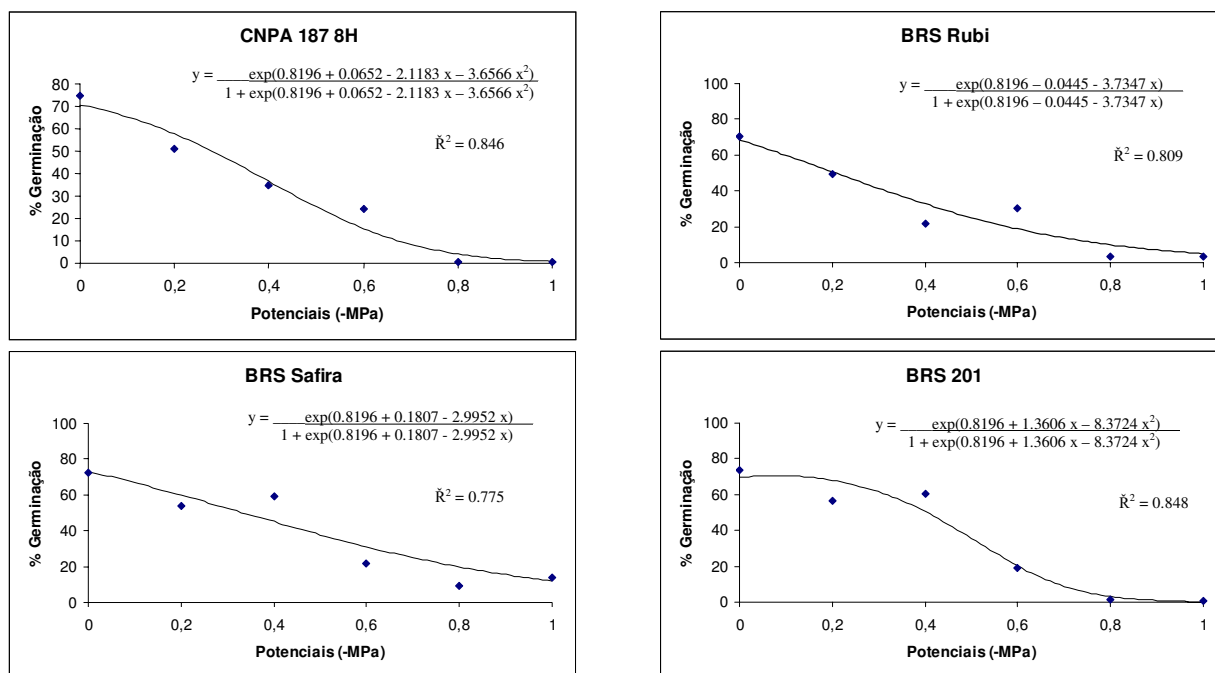
Moraes *et al.* (2005), trabalhando com sementes de feijão em diferentes concentrações salinas, constataram que o vigor das sementes, na primeira contagem, diminuiu à medida que os potenciais decresceram. Em solução de NaCl, a formação de plântulas normais manteve-se em torno de 90% até  $-0,20\text{MPa}$ , diminuindo, drasticamente, nos níveis abaixo deste valor.

Torres *et al.* (2000), trabalhando com diferentes potenciais osmóticos para salinidade com NaCl em pepino, verificaram que, para os resultados de primeira contagem da germinação, com o aumento do potencial osmótico no substrato de germinação, a porcentagem de plântulas normais foi significativamente reduzida. Esta redução foi da ordem de 88% quando se compara o potencial osmótico não salino ( $0,0\text{MPa}$ ), com o potencial osmótico  $-0,8\text{MPa}$ .

Almeida *et al.* (2001) verificou, em quatro genótipos de arroz, que os efeitos da salinidade sobre a primeira contagem do teste padrão da germinação indicam, de modo geral, que a emergência das plântulas diminui à medida que se eleva a concentração das soluções salinas e que os genótipos tiveram comportamento distintos aos efeitos do NaCl. Resultados similares foram obtidos neste experimento, onde os quatro genótipos de algodão apresentaram comportamento diferenciado para todos os níveis salinos, verificando-se, também, uma tendência à diminuição do índice de germinação pela análise da primeira contagem, à medida que a concentração salina era aumentada (Tabela 04).

Em trabalho realizado por Bertagnolli *et al.* (2004), a primeira contagem de germinação foi reduzida, significativamente, pela salinidade, sem ocorrer diferença estatística entre as concentrações de 50 e 100 mM de NaCl. Em soja, Sá (1987) e Braccini *et al.* (1996) obtiveram resultados semelhantes, atribuindo à redução no vigor, avaliado por meio do teste da primeira contagem de germinação, o decréscimo do potencial hídrico causado pelo aumento na concentração salina.

Com os dados de germinação, correspondentes à variável primeira contagem, foram obtidas as equações logísticas para cada genótipo nos diferentes potenciais osmóticos (Figura 03). Observa-se, em geral, uma boa relação entre a variável dependente e a independente, expressa pelo coeficiente de determinação, permitindo-se estimar a porcentagem de germinação de sementes de cada genótipo estudado em função do potencial osmótico de água do substrato.



**Figura 03.** Percentuais médios de primeira contagem dos quatro genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de NaCl.

### 5.1.3 Análise do índice de velocidade de germinação (IVG)

A comparação entre genótipos nos diferentes potenciais osmóticos mostrou que todos obtiveram significância similar ( $p < 0,05$ ) para os potenciais osmóticos 0,0, -0,2 e -0,6 MPa (Tabela 05).

O genótipo BRS Safira mostrou-se altamente significativo em todos os potenciais chegando a obter nas concentrações salinas mais elevadas, -0,8 e -1,0 MPa, as maiores médias de IVG quando comparadas com os outros genótipos (Tabela 05).

Verifica-se na Tabela 05 que apenas o genótipo CNPA 187 8H apresentou redução linear da média de IVG quando a concentração salina aumentava. A BRS Safira obteve um aumento da média somente no potencial -0,4MPa. Neste mesmo potencial, a BRS 201 também apresentou um aumento da média e, outra elevação foi vista na concentração salina mais elevada (-1,0MPa). A BRS Rubi apresentou um

aumento da média de índice de velocidade de germinação apenas no potencial -0,6MPa. A partir destas elevações, todas as médias de IVG voltaram a decrescer linearmente.

Todos os genótipos apresentaram significância similar nos potenciais 0,0, -0,2 e -0,6 MPa. O genótipo BRS Safira obteve similaridade de significância nos potenciais -0,4 e -1,0 MPa com os genótipos BRS 201 e CNPA 187 8H, respectivamente, enquanto que o BRS Rubi foi o mais sensível para estes potenciais (Tabela 05).

**Tabela 05.** Valores médios da variável índice de velocidade de germinação (IVG) para interação genótipos x potenciais.

Genótipo	Potenciais (-MPa)					
	0,0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1,0
CNPA 187 8H	41,5 a	32,5 a	27,1 b	22,7 a	13,2 ab	12,1 ab
BRS Safira	38,6 a	32,6 a	35,3 a	18,2 a	16,6 a	16,4 a
BRS Rubi	38,8 a	32,0 a	19,1 c	22,0 a	12,2 ab	6,1 c
BRS 201	40,1 a	35,5 a	37,0 a	23,6 a	10,6 b	10,9 b

Em cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente, entre si, pelo teste de  $\chi^2$ , a 5% de probabilidade.

Silva (2005), estudando o efeito de seis potenciais salinos (0,0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8 e -1,0 MPa) em sementes de *Platymiscium floribundum*, verificou que a velocidade de germinação sofreu reduções significativas a partir de -0,8 MPa para NaCl.

Fanti e Perez (1998) observaram que a velocidade de germinação de sementes de *Adenantha pavonina* sofreu reduções com a diminuição do potencial osmótico de NaCl. Houve diferença significativa entre o tratamento controle e os demais potenciais osmóticos de NaCl, desde -0,2 até -0,8MPa. Quando as sementes foram submetidas aos potenciais osmóticos de -1,0, -1,2 e -1,4 MPa de NaCl, não se verificou diferenças significativas entre os valores de velocidade de germinação. A redução da velocidade de germinação com o aumento da concentração de NaCl no meio germinativo também foi observada por Cavalcante (1995), em sementes de *Leucaena leucocephala*.

Semelhante aos resultados descritos anteriormente, neste trabalho observou-se uma tendência à redução do índice de velocidade de germinação em todos os genótipos à medida que aumentava o potencial salino (Tabela 05).

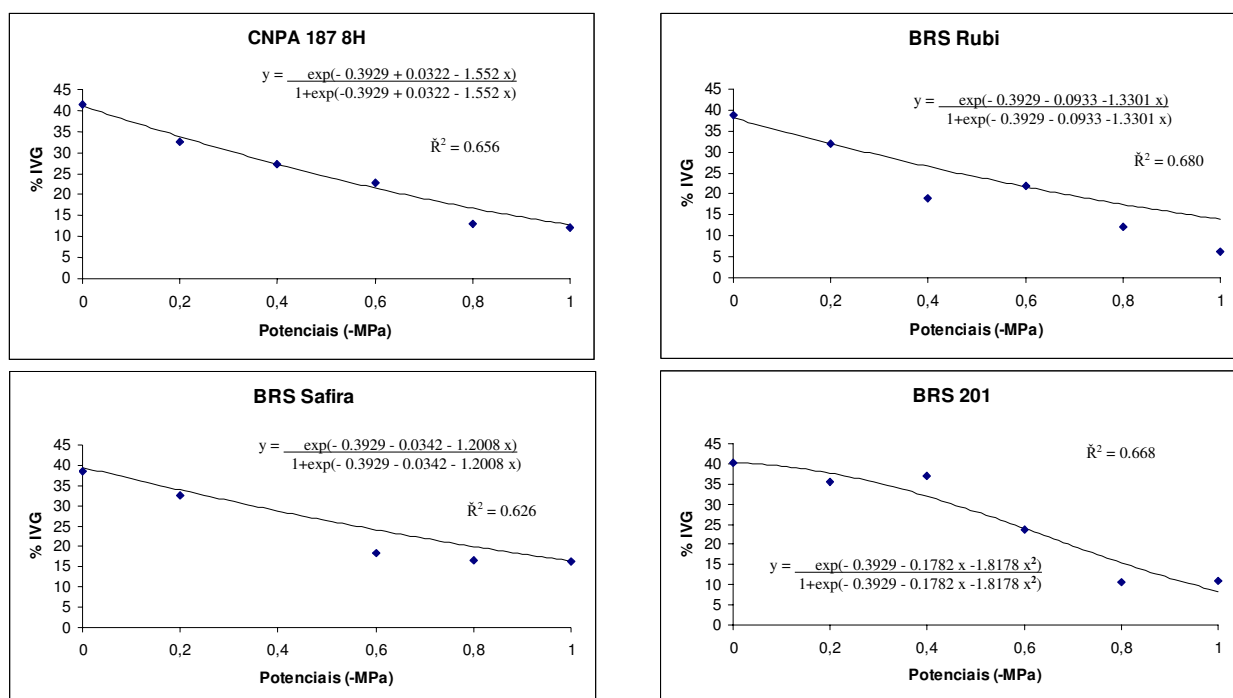
Lima *et al.* (2005), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de arroz em cinco concentrações salinas diferentes, observaram que IVG não é influenciado pelo teor de NaCl no meio. Resultados similares foram constatados por Bertagnolli *et al*

(2004), analisando sementes de soja submetidas a estresse salino, onde foi verificado que o índice de velocidade de germinação não foi influenciado significativamente pelos níveis de sal.

Segundo Perez e Tambelini (1995), o efeito da salinidade no processo germinativo em sementes de *Prosopis juliflora* foi mais acentuado na velocidade que na porcentagem de germinação. Esta espécie apresentou redução da velocidade a partir de -0,3 MPa para o sal NaCl.

Estudos realizados por Ribeiro e Pelacani (2006) demonstraram que a velocidade de germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* foi mais afetada quando as sementes foram incubadas em solução de NaCl, em potenciais salinos menores que -1,0 MPa, podendo evidenciar que essas condições, não adequadas para germinação, podem induzir as sementes a entrarem em estado de dormência secundária ou mesmo causar efeito tóxico resultante da concentração de íons no protoplasma (Fanti e Perez, 2004).

A partir dos dados da Tabela 05, foram realizados estudos de regressão e obtidas equações, correlacionando percentuais de IVG com níveis de potenciais osmóticos, apresentados na Figura 04. Pelos valores do coeficiente de determinação, verifica-se um bom ajuste entre estas fontes de variação, permitindo-se estimar a porcentagem de IVG para cada genótipo.



**Figura 04.** Percentuais médios do índice de velocidade de germinação (IVG) dos quatro genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de NaCl.

## 5.2 Comprimento de parte aérea, comprimento de radícula, peso da matéria seca do eixo embrionário e relação radícula/parte aérea

O resumo da análise de variância para as variáveis: comprimento de parte aérea, comprimento de radícula e relação radícula/parte aérea (Tabela 06).

**Tabela 06.** Quadrado médio do comprimento de parte aérea, comprimento de radícula, peso da matéria seca do eixo embrionário e da relação radícula/parte aérea.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio			
		Comprimento Parte aérea (%)	Comprimento radícula (%)	Peso da matéria seca do eixo embrionário (%)	Relação radícula/parte aérea (%)
Genótipos (G)	3	172.85**	824.64**	0.00001660**	9.97**
Potenciais (P)	5	1418.69**	1370.36**	0.00001568**	57.31**
Interação G x P	15	22.42**	70.97**	0.00000061*	0.61*
Resíduo	72	172.85**	824.64**	0.00001660**	9.97**
Coeficiente de variação (%)		33.81	42.93	8.76	46.86

(\*) e (\*\*), significativo a 0,05 de probabilidade e significativo a 0,01 de probabilidade, respectivamente, para o teste F



### 5.2.1 Comprimento de parte aérea

Na Tabela 07, que mostra os índices estatísticos relacionados à variável comprimento de parte aérea, pode-se observar uma similaridade de significância entre todos os genótipos para o potencial 0,0 MPa.

Na análise realizada 12 dias do início da indução do estresse salino, verificou-se que todos os genótipos estudados apresentaram uma significância similar nos dois potenciais analisados, com exceção da BRS Rubi a -0,2 Mpa, que não diferiu significativamente do genótipo BRS Safira de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 07).

No 20º dia de indução do estresse salino, os genótipos que se destacaram para o potencial -1,0 MPa foi o CNPA 187 8H porém não diferiu do BRS 201. O BRS Rubi foi o menos significativo no potencial -0,6 MPa. Para o potencial -0,8 MPa, o genótipo BRS Rubi foi o mais afetado pelo efeito da salinidade apresentando menor significância (Tabela 07).

A partir dos dados apresentados na Tabela 07 observa-se, para as leituras realizadas no 12º dia após iniciado o estresse, que houve uma redução da média do comprimento da parte aérea entre os genótipos estudados à medida que o potencial salino aumentava. Redução similar de comprimento também foi visto na leitura realizada ao 20º dia de estresse, ao passo que o potencial torna-se mais negativo.

Apenas para o genótipo BRS Rubi não houve redução da média do comprimento com o aumento do potencial salino na leitura do 12º dia de estresse salino (Tabela 07).

**Tabela 07.** Valores médios da variável comprimento de parte aérea para interação genótipos x potenciais.

Potencial (-MPa)	Dia da avaliação						
	4º DAS*		12º DAS*		20º DAS*		
	0,0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1,0	
Genótipos	CNPA 187 8H	4,0 a	10,5 a	9,4 a	9,0 a	7,6 a	6,5 a
BRS Safira	4,7 a	9,5 ab	9,1 a	9,4 a	7,2 ab	4,8 b	
BRS Rubi	4,3 a	8,7 b	8,7 a	7,5 b	5,8 b	4,9 b	
BRS 201	5,3 a	10,2 a	9,1 a	9,9 a	7,5 a	5,8 ab	

Em cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

\*DAS.: Dia após semeadura

Shonjani (2002), trabalhando com diferentes concentrações salinas (0; 50; 100 e 200 mM) em algodão, verificou que a diminuição do crescimento da parte

aérea foi mais acentuada comparada ao de raiz, em particular na concentração salina mais elevada (200 mM). Estes resultados diferem dos observados neste trabalho, pois quando comparadas as médias das Tabelas 07 e 08 para o potencial salino mais elevado (-1,0 MPa), verifica-se que o crescimento da parte aérea foi maior que o da radícula, com exceção da cultivar BRS 201.

Machado Neto *et al.* (2006), testando quatro potenciais salinos (0,0, -0,6, -1,2 e -1,8MPa) sob o desenvolvimento de feijão, verificou que o crescimento do hipocótilo se reduziu à medida que o potencial salino aumentou.

Machado Neto *et al.* (2004), trabalhando com soja, verificou que o aumento do potencial osmótico afetou negativamente o crescimento de hipocótilo em solução contendo NaCl, cessando o desenvolvimento das plântulas a partir do -0,6 MPa .

Bagci *et al.* (2003) verificaram que o aumento do tratamento com NaCl, em alguns genótipos de cevada, resultou em uma diminuição significativa na elongação da parte aérea. Resultados similares foram obtidos em estudos realizados por Kaya *et al* (2003) que observaram que o comprimento da parte aérea, em todas as cultivares de *Carthamus tinctorius* analisadas, diminuiu com o aumento dos níveis de salinidade.

### **5.2.2 Comprimento de radícula**

Na avaliação realizada no 4º dia após a indução do estresse, onde foram avaliadas apenas as plantas germinadas em condições livres de estresse salino (0,0 MPa), observou-se que o genótipo BRS 201 obteve maior significância entre todos os genótipos (Tabela 08).

Segundo os dados da Tabela 08, na análise realizada após 12 dias do início da indução do estresse salino, incluindo os potenciais -0,2 e -0,4 MPa, ocorrem redução do comprimento de radícula nos quatro genótipos com o aumento do potencial salino.

Para ambos os potenciais avaliados no 12º dia após semeadura, os genótipos CNPA 187 8H, BRS Rubi e BRS 201 obtiveram significância similar. O genótipo BRS Safira, apesar de apresentar as menores médias, não diferiu do genótipo BRS Rubi nos dois potenciais e do CNPA 187 8H no potencial -0,2 MPa (Tabela 08).

Após 20 dias do início do estresse salino foram avaliados os três últimos potenciais e verificou-se, para o comprimento de radícula, que todos os genótipos

apresentaram diminuição da média de comprimento quando o potencial se torna mais negativo. Nesta análise, o genótipo BRS Rubi apresentou as menores médias de comprimento para todos os potenciais, sendo que para o nível mais elevado de salinidade (-1,0 MPa), não diferiu de BRS Safira (Tabela 08).

Na avaliação do 20º dia após semeadura observa-se que o genótipo BRS 201 se apresenta mais significativo para todos os potenciais avaliados, sendo que este não diferiu estatisticamente dos genótipos BRS Safira e CNPA 187 8H no potencial -0,8 MPa e do último genótipo no potencial -1,0 MPa (Tabela 08).

**Tabela 08.** Valores médios da variável comprimento de radícula (cm) para interação genótipos x potenciais.

Potencial (-MPa)	Dia da avaliação					
	4º DAS*		12º DAS*		20º DAS*	
	0,0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1,0
Genótipos						
CNPA 187 8H	8,0 b	11,3 ab	10,8 a	9,0 b	8,2 a	6,4 a
BRS Safira	9,6 b	9,6 b	8,2 b	8,6 b	6,6 ab	4,2 b
BRS Rubi	9,9 b	10,7 ab	9,6 ab	7,4 b	4,8 b	4,2 b
BRS 201	12,2 a	12,3 a	11,4 a	11,5 a	8,5 a	7,2 a

Em cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

\*DAS.: Dia após semeadura

Machado *et al.* (2003) estudaram o efeito de cinco potenciais hídricos de NaCl (0,0, -0,4, -0,6, -0,8, e -1,0 MPa) sob a germinação de sementes de soja e verificaram que no potencial -0,4 MPa houve redução do comprimento de radícula quando comparadas com as sementes que foram incubadas em substrato umedecido com água pura sem restrição hídrica (0,0 MPa). Para os potenciais -0,8 e -1,0 MPa houve inibição quase completa da emissão de radícula.

Lima *et al.* (2005) verificaram que o comprimento do sistema radicular para as cultivares de arroz BRS Agrisul, BRS 6 Chuí e IAS 12-9 Formosa não foi influenciado pelo aumento da concentração salina, entretanto a cultivar BRS Bojurú aumentou o tamanho das raízes com o incremento no teor de NaCl, observando também uma maior tolerância da cultivar BRS Bojurú ao sal, em comparação com as demais cultivares.

Machado Neto *et al.* (2006) constataram que o comprimento de raízes de feijão apresentou redução à medida que o potencial salino aumentava. Shen *et al.* (2003) observaram também a redução no comprimento de radícula de seis espécies de forragem tolerantes à salinidade quando a concentração salina aumentava.

De forma análoga, neste trabalho verificou-se que, para cada análise (12 e 20 dias após iniciado o estresse salino), houve redução do comprimento de radícula quando comparadas as plântulas germinadas em potencial salino mais baixo com aquelas germinadas em potenciais mais elevados (Tabela 08).

Atak (2006), estudando o efeito do NaCl sobre Triticale, verificou que a média do comprimento de raiz variou entre as várias concentrações de NaCl. O controle apresentou o comprimento de raiz mais longo, enquanto que o menor valor foi observado na última concentração (13.2 dS m<sup>-1</sup>). Diferindo destes resultados, os maiores valores médios de comprimento de radícula, neste trabalho, foram vistos para as plântulas da concentração -0,2 MPa (Tabela 08).

Em conformidade com o observado por Atak (2006), neste estudo o potencial salino mais elevado (-1,0 MPa) apresentou as menores médias de comprimento de radícula para os quatro genótipos.

### **5.2.3 Análise do peso da matéria seca do eixo embrionário**

Para o potencial 0,0MPa, o genótipo BRS 201 obteve a maior média de peso da matéria seca para eixo embrionário. (Tabela 09)

Em análise realizada no 12<sup>o</sup> dia após o início do teste de germinação em rolos de papel *Germitest* contendo concentrações salinas, observou-se que apenas os genótipos BRS Rubi e BRS 201 apresentaram redução de peso seco do eixo embrionário com o aumento do potencial salino (Tabela 09).

Para leitura do 20<sup>o</sup> dia de estresse salino, observa-se que todos os genótipos apresentaram diminuição da média de peso seco quando o potencial se tornou mais negativo. A BRS Rubi obteve menores médias para os potenciais incluídos nesta análise, diferindo de CNPA 187 8H nos três potenciais (Tabela 09).

**Tabela 09.** Valores médios da variável peso da matéria seca do eixo embrionário (g) para interação genótipos x potencias.

	Dia da avaliação					
	4º DAS*	12º DAS*	12º DAS*	12º DAS*	20º DAS*	20º DAS*
<b>Potencial (-MPa)</b>	0,0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1,0
<b>Genótipos</b>						
CNPA 187 8H	0,0058 b	0,0077 a	0,0078 a	0,0068 ab	0,0057 ab	0,0051 a
BRS Safira	0,0057 b	0,0058 b	0,0059 c	0,0054 bc	0,0045 bc	0,0039 ab
BRS Rubi	0,0056 b	0,0065 ab	0,0062 bc	0,0048 c	0,0040 c	0,0037 b
BRS 201	0,0072 a	0,0078 a	0,0073 ab	0,0069 a	0,0061 a	0,0049 ab

Em cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Machado Neto *et al.* (2006) observaram que o aumento do potencial salino influenciou negativamente o peso seco das raízes de feijão. Segundo os mesmos autores, a presença de íons sódio ou potássio pode desestabilizar o equilíbrio osmótico e/ou das membranas, o que deslocaria o metabolismo para a realização de reparos nas estruturas celulares, levando a redução drástica de crescimento e acúmulo de matéria seca.

Marur *et al.* (1994) atribuíram que a diminuição de massa seca, tanto da parte aérea como das raízes, está relacionada com a falta de água para o metabolismo, o que reduz a velocidade das reações metabólicas e, conseqüentemente, a diminuição do acúmulo de matéria seca.

Bertagnolli (2004) verificou que a massa seca das plântulas de soja diminuiu significativamente com o aumento da concentração salina. O incremento desta concentração produz efeitos adversos sobre a germinação e o vigor das sementes, acarretando redução da matéria seca das plântulas de soja (BRACCINI *et al.*, 1996). Resultados similares foram obtidos por Bayuelo-Jiménez *et al.* (2002), os quais verificaram que o estresse salino reduziu significativamente o peso seco de plântulas da espécie *Phaseolus*.

Diferindo dos resultados acima apresentados, os genótipos CNPA 187 8H e BRS Safira apresentaram um leve aumento na média do peso seco do eixo embrionário, mesmo com o aumento da concentração salina, na análise realizada no 12º dia após o início do estresse salino (Tabela 09).

Moraes *et al.* (2005), observaram que a matéria seca das plântulas decresceu com a redução do potencial osmótico, embora que para o NaCl, foi constatado um pequeno aumento desta em -0,05 e -0,10 MPa, diminuindo nos potenciais mais negativos.

Atak *et al.* (2006), em Triticale, verificaram que, em termos de peso seco de raiz, as diferenças entre as cultivares não foram significativas; contudo, foram adversamente afetados por níveis diferentes de NaCl.

Lima *et al.* (2005), verificaram que a matéria seca de uma cultivar sensível à salinidade decresceu linearmente em função do teor de NaCl, enquanto que na cultivar resistente houve um acentuado e linear incremento na matéria seca das raízes com o aumento da concentração salina. Estes resultados conduzem à interpretação de que a cultivar sensível à salinidade, reduz a matéria seca em ambas as partes, enquanto a cultivar tolerante à salinidade, aloca mais assimilados no sistema radicular como escape à situação adversa, corroborando que o estresse localizado naturalmente afetará mais intensamente outra parte, uma vez que a planta envia mais assimilados para o local do estresse, para aumentar o crescimento desse órgão.

#### **5.2.4 Análise da relação radícula/parte aérea**

Na avaliação realizada ao 4<sup>o</sup> dia após a indução do estresse, onde foram avaliadas apenas as plantas germinadas no potencial 0,0 MPa, observou-se que o genótipo BRS 201 foi o mais significativo entre todos os genótipos.

Para a avaliação realizada aos 12 dias de indução do estresse salino foi observada uma similaridade entre todos os genótipos para ambos os potenciais (Tabela 10).

Na avaliação realizada ao 12<sup>o</sup> dia de início do estresse salino, observa-se que apenas a CNPA 187 8H elevou a média da relação radícula/parte aérea, com o aumento da concentração salina, enquanto que a BRS Safira sofreu diminuição na média. Os outros dois genótipos mantiveram média constante para ambos os potenciais, -0,2 e -0,4 MPa (Tabela 10).

Na última leitura, realizada ao 20<sup>o</sup> dia de estresse verifica-se uma similaridade de significância entre os quatro genótipos no potencial -0,6 MPa. A BRS 201 apresentou a maior média de relação radícula/parte aérea na concentração salina mais elevada (-1,0 MPa), mas não diferiu significativamente do genótipo CNPA 187 8H (Tabela 10).

**Tabela 10.** Valores médios da variável relação radícula/parte aérea (cm) para interação genótipos x potencias.

Potencial (-MPa)	Dia da avaliação					
	4º DAS*	12º DAS*		20º DAS*		
	0,0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1,0
<b>Genótipos</b>						
CNPA 187 8H	1,9 b	1,1 a	1,2 a	1,0 a	1,1 a	1,0 ab
BRS Safira	1,9 b	1,0 a	0,9 a	0,9 a	0,9 ab	0,8 b
BRS Rubi	2,0 b	1,0 a	1,0 a	0,9 a	0,7 b	0,8 b
BRS 201	2,3 a	1,2 a	1,2 a	1,2 a	1,1 a	1,2 a

Em cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

\*DAS.: Dia após semeadura

Atak (2006), trabalhando com Triticale verificou que houve diferenças significantivas para as cultivares e níveis de NaCl com respeito a relação de peso seco de raiz/parte aérea. O aumento dos níveis de NaCl causaram um notável aumento no peso seco de raiz/parte aérea, e a mais alta relação foi obtida com 13.2 dS m<sup>-1</sup>. No presente trabalho, a média mais alta para relação radícula/parte aérea foi observada no potencial 0,0 MPa.

Bayuelo-Jiménez *et al.* (2002) avaliaram a tolerância de plantas da espécie *Phaseolus* à salinidade e verificaram que o estresse salino inibiu mais o crescimento do hipocótilo que o da radícula. A magnitude da redução foi altamente dependente da espécie e da concentração de NaCl.

De modo geral, em substrato salino, o crescimento da parte aérea é mais afetado que o crescimento das raízes (TEERMAAT e MUNNS, 1986). Parece que o fator decisivo é o sinal fitohormonal advindo das raízes (TEERMAAT e MUNNS, 1986).

De acordo com Shannon *et al.* (1994), sob condições de campo, a diminuição na relação parte aérea/raiz em condições salinas, permite um uso melhor da umidade de terra e de nutrientes que podem ter um efeito benéfico no crescimento da planta.

Estudos realizados com algodão (MELONI *et al.*, 2001), assim como em soja e alfafa (BERSTEIN e OGATA, 1966; KANT *et al.*, 1994), mostraram que o crescimento da parte aérea foi mais inibido pelo NaCl que o crescimento de raiz. Assim, o aumento da relação raiz/parte aérea parece ser uma adaptação à salinidade, resultando em uma maior eficiência hídrica e captação de nutrientes sob estresse salino (GORHAM *et al.*, 1985).

Neste estudo observou-se que, mesmo aumentando o potencial salino as médias da relação raiz/parte aérea não diferiram muito entre os potenciais, ou seja, de forma geral não apresentaram tendência de aumento ou diminuição da média ainda que a concentração salina seja elevada (Tabela 10).



## 6. CONCLUSÕES

---

- Segundo os dados de viabilidade e vigor obtidos, a partir do potencial de -0,4 MPa, estudos de estresse salino podem ser realizados envolvendo as cultivares de algodão herbáceo avaliadas;
- As cultivares avaliadas apresentaram alta tolerância ao estresse salino induzido por cloreto de sódio (NaCl);
- O aumento do potencial salino resultou em decréscimo do índice de velocidade de germinação;
- Os quatro genótipos apresentaram comportamento diferenciado em todas as variáveis testadas;
- Até o potencial -0,4 MPa a radícula tende a crescer mais que a parte aérea;
- Para o peso seco do eixo embrionário constatou-se uma redução contínua na média de todos os genótipos, a partir do potencial -0,6 MPa;
- O genótipo CNPA 187 8H se destacou como o mais tolerante nos níveis mais elevados de estresse salino com NaCl, no que se refere à viabilidade, enquanto que a BRS Rubi foi a mais sensível;
- Para o teste de vigor, a cultivar BRS Safira foi a menos sensível ao aumento da concentração salina.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Abdul-Baki, A.A. e Anderson, J.D.** (1970) Viability and leaching of sugars from germinating barley. *Crop Science*, Madison, v.10, n. 1, p. 31-34
- Almeida, F. de A.C.; Gonçalves, N.J.M.; Gouveia, J.P.G de; Cavalcante, L.F.** (2001), Comportamento da germinação de sementes de arroz em meios salinos. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.3, n.1, p.47-51
- Amorim Neto M.S.; Beltrão N.E. de M.** (1999) Zoneamento do algodão herbáceo no Nordeste. In: *O agronegócio do algodão no Brasil* (BELTRÃO N.E.M.), Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Brasília, pp 211-229.
- Andersson, L.; Milberg, P.; Schutz, W.; Steinmetz, O.** (2002), Germination characteristics and emergence time of annual *Bromus* species of differing weediness in Sweden. *Weed Research*. v.42, p. 135-147
- Anuário Brasileiro do Algodão** (2006). Santa Cruz do Sul. Editora Gazeta Santa Cruz. 143p.
- Association Os Official Seed Analysts – AOSA** (1983) Seed Vigour Testing Handbook. 93p. (Contribution, 32)
- Atak, M.; Kaya, M.D.; Kaya, G.; Çikili, Y.; Çiftçi, C.Y.** (2006), Effects of NaCl on the germination, seedling growth and water uptake of Triticale. *Turk Journal Agric For*, v. 30, p.39-47
- Bagci S.A.; Eküz, H, e Yilmaz A.** (2003), Determination of the salt tolerance of some barley genotypes and the characteristics affecting tolerance. *Turk Journal Agric For*, v.27, p.253-260
- Bayuelo-Jiménez, J.S, Craig, R. e Lynch J.P.** (2002), Salinity tolerance of *phaseolus* species during germination and early seedling growth. *Crop Science*, v.42, p.1584 – 1594
- Beltrão, N.E. de M.; Souza, J.G. de.** (2001), Fisiologia e ecofisiologia do algodoeiro. In: *Algodão: tecnologia de produção* / Embrapa Algodão. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, p. 35-53.
- Beltrão, N.E. de M.; Souza, J.G. de; Guerra J.S.; Takizawa, E.** (1999), Manejo cultural do algodoeiro herbáceo na região do cerrado. In: *Mato Grosso: liderança e competitividade* (Farias, F. J. C.; Aguiar, P. H.; Freire, E. C.; Hiromoto, D. M., ed.). Rondonópolis: Fundação MT. p. 70-86. (Fundação MT. Boletim 3);
- Benedict, C.R.** (1973), Physiology. In: *Cotton* (KOHEL, R.J.; LEWIS, C.F., ed.) . Madison: American Society of Agronomy, p.151 – 200
- Berstein L. e Ogata G.** (1966), Effects of salinity on nodulation, nitrogen fixation and growth of soybean and alfalfa. *Agronomy Journal*. 58:201-203.
- Bertagnolli, C.M.; Cunha, C. dos S.M.; Menezes, S.M. de; Moraes, D.M. De; Lopes, N.F.; Abreu, C.M.** (2004), Qualidade fisiológica e composição química de sementes de soja submetidas ao estresse salino. *Revista brasileira Agrociência*, v.10, n. 3, p. 287-291
- Borgen, A.** (2004), Organic seed treatment to control common bunt (*Tilletia tritici*) in wheat. *Seed Testing International*. n.128

- Braccini, A.L.; Ruiz, H.A.; Braccini, M.C.L. et al.** (1996), Germinação e vigor de sementes de soja sob estresses hídrico induzidos por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietilenoglicol. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.18, n.1, p. 10-16
- Brasil** (1992), Ministério da Agricultura. Departamento de Produção Vegetal, Divisão de Sementes e Mudas. Regras para análise de sementes. Brasília: LANARV/SNAD/MA, 375p.
- Campos, I.S.; Assunção, M.U.** (1990), Efeito do cloreto de sódio na germinação e vigor de plântulas de arroz. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. v25, nº 6, p. 837-843
- Carvalho, L.H.; Chiavegato, E.J.** (1999), A cultura do algodão no Brasil: fatores que afetam a produtividade. In: *Cultura do algodoeiro* (CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. dos). Piracicaba: POTAFOS. p 1-8.
- Castro, P.R.C.; Kluge, R.A. e Peres, L.E.P.** (2005), Germinação, dominância apical e tropismos. In: *Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática*, (CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A. e PERES, L.E.P.), Piracicaba: Editora Agronômica Ceres. 650p.
- Cavalcante, A.M.B.** (1993), Germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. (Dissertação Mestrado). São Carlos: UFSCar, 92p.
- Cavalcante, A.M.B.; Perez, S.C.J.G. de A.** (1995), Efeitos dos estresses hídrico e salino sobre a germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Witt. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.30, n. 2, p. 281-289
- Ching, T.M.** (1972) Metabolism of germinating seed. In: KOZLOWSKI, T.T., ed. *Seed biology*. Academic Press, v 2. p. 103-208
- Christiansen, M.N.; Moore, R.P.** (1959), Seed coat structural differences that influence water uptake or seed quality in hard seed cotton. *Agronomy Journal*, Madison, v.51, p. 582 – 584
- Custódio, C.C.** (2005) Testes rápidos para avaliação do vigor de sementes: uma revisão. *Colloquium Agrariae*, v.1, n.1, p. 29-41
- Demétrio, C.G.B.** (2001), Modelos lineares generalizados em experimentação agrônoma. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Ciências Exatas, 113p.
- Ellis, R.H.** (1992), Seed and seedling vigour in relation to crop growth and yield. *Plant Growth Regulation*, v.11, p. 249-255
- Fanti, S.C. e Perez, S.C.J.G. de A.** (1998), Efeitos do estresse hídrico, salino e térmico no processo germinativo de sementes de *Adenantha pavonina* L. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 20, nº 1, p.167-177
- Fanti, S.C. e Perez, S.C.J.G.A.** (2004),. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39(9): 903-909.
- Fanti, S.C.; Perez, S.C.J.G. A.** (1996), Efeitos de estresse hídrico e salino na germinação de *Bauhinia forficata* Link. *Revista Ceres*, Viçosa, v.43, n. 249, p. 654-662
- Fao** (2000) Global network on integrated soil management for sustainable use of salt-affected soils. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/AGL/agll/spush/intro.htm>

- Ferreira Filho, J.B. de S.** (2001), A comercialização do algodão no Brasil. In: *Algodão: tecnologia de produção* / Embrapa Algodão. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste. p. 35-53
- Ferreira, P.A.** (1997), Aspectos físico-químicos do solo. In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E. & MEDEIROS, J.F. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB/SBEA. p.37-67
- Gheyi, H.** (1997), Efeitos dos sais sobre as plantas. In: *Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada* (FAGEIRA, N.K.). Campina Grande: (s.n.);
- Gorham J.; Wyn Jones R.G.; Mcdonell, E.** (1985), Some mechanisms of salt tolerance in crop plants. *Plant Soil* 89:15-40
- Hampton, J.G. e Coolbear, P.** (1990) Potential versus actual seed performance - can vigour testing provide an answer? *Seed Science and Technology*, Zürich, v. 18, n. 2, p. 215-228,
- Heydecker, W.** (1972), Vigour. In: *Viability of seeds* (ROBERTS, E.H., ed.) . Syracuse, USA. Syracuse University Press, p.209 – 252
- International Seed Testing Association - ISTA** (1981) Handbook of Vigour Test Methods. Zurich, Switzerland, ISTA. 72p.
- Isely, D.** (1957) Vigor tests. *Proc. Assoc. Off. Seed Analysts*, 47: 177 – 82
- Kant, M.G.; Silverbusch, M.; Lips, S.H.** (1994), Physiological studies on salinity and nitrogen interaction in alfalfa. I. Biomass production and root development. *Journal. Plant Nutrition*. 17:657-668.
- Kaya M.D.; Üpek, A; Öztürk A.** (2003), Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius L.*). *Turk Journal Agric For*, v.27, p.221-227
- Khah, E.M.; Roberts, E.H.; Ellis, R.H.** (1989), Effects of seed ageing on growth and yield of spring wheat at different plant population densities. *Field Crops Research*, v.20, p. 175-190
- Kramer, P.J.** (1974), Fifty years of progress in water relations research. *Plant Physiology*, Lancaster. v. 54, n. 4, p. 463-471
- Krzyzanowski, F.C.; França Neto, J.B.; Henning, A.A.** (1991), Relato dos testes de vigor disponíveis para grandes culturas. **Informativo ABRATES**, v.1, n.2, p. 15-50
- Larcher, W.** (1986), *Ecofisiologia vegetal*. São Paulo : EPU,. 319p.
- Lima; M. Da G. de, S Lopes, N. F.; Moraes, D. M. de, Abreu, C. M.** (2005), Qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas a estresse salino. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 27, nº 1, p.54-61;
- Lira M.A.; Faris M.A.; Mafra R.C.** (1982) Soil fertility and fertilizer use research in intercropping systems in Northeast Brazil. *Fertil. Plant Nutr. Bull.* 5:151-156;
- Machado Neto, N. B., Custódio, C. C., Costa, P. R., Doná F. L.;** (2006), Deficiência hídrica induzida por diferentes agentes osmóticos na Germinação e vigor de sementes de feijão. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 28, nº 1, p.142-148;
- Machado Neto, N.B.; Saturnino, S.M.; Bomfim, D.C.; Custódio, C.C.** (2004), Water stress induced by mannitol and sodium chloride in soybean cultivars. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v47, n.4, p. 521-529

- Machado, J. da C.; Oliveira, J.A. de; Vieira, M. Das G.G.C.; Alves, M. De C.** (2003), Controle da germinação de sementes de soja em testes de sanidade pelo uso da restrição hídrica. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 25, nº 2, p.77-81
- Marur, C.J.; Sodek, L.; Magalhães, A.C.** (1994), Free aminoacids in leaves of cotton plants under water deficit. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Campinas, v.6, p.103-108
- Mauney, J.R.** (1984), Anatomy and morphology of cultivated cottons. In: *Cotton* (KOEL, R.J.; LEWIS, C.F., ed.). Madson: American Society os Agronomy, p. 59 – 79
- Meloni D.A.; Oliva M.A.; Ruiz H.A.; Martinez C.A.** (2001), Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, v.24, p.599-612.
- Moraes, G.A.F. de; MenezeS, N.L. de.** (2003), Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. *Ciência Rural*, v.33, n.2, p. 219-226
- Moraes, G.A.F. de; Menezes. N.L. de; Pasqualli L.L.;**(2005), Comportamento de sementes de feijão sob diferentes potenciais osmóticos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.35, n.4, p.776-780;
- Nassif, S.M.L; Vieira, I.G.; Fernandes, G.D.** (1998), Fatores Externos (ambientais) que Influenciam na Germinação de Sementes. *Informativo Sementes IPEF*
- Oosterhuis, D.M.** (1999), Growth and development of a cotton plant. In: *Cultura do algodoeiro* (CIA, E.; FREIRE, E.C.; SANTOS, W.J. dos ed.). Piracicaba: POTAFOS, p. 35 – 55
- Parry, G.** (1982), *Le cottonier et ses produits*. Paris : Maisonneuve e Larouse. 502p.
- Paula, G.A.** (2001), Modelos de regressão com apoio computacional. Instituto de matemática e estatística, Universidade de São Paulo, 252p.
- Perez, S.C.J.G.A. & Tambelini, M.** (1995), Efeito dos estresses salino e hídrico e do envelhecimento precoce na germinação de algarobeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. v.30, n.11, p.1289-1295
- Perry, D.A.** (1981) Report of the vigour test committee 1977-1980. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 9, n. 1, p. 115-126
- Popinigis, F.** (1977), *Fisiologia da semente*. Brasília: AGIPLAN. 289p.
- Qadir, M. e Shams, M.** (1997), Some agronomic and physiological soil texture and salinity of irrigation water. *Agrochimica, aspects of salt tolerance in cotton (Gossypium hirsutum L.)*. J. 24:113-120. *Agronomy. Of Crop Science.*, 179: 101-106.
- Queiroz, S.O.P. de, e Büll, L.T.** (2001), Comportamento de genótipos de algodão herbáceo em função da salinidade do solo, 2001. *Revista Irriga*, Botucatu, v. 6, n. 2, p. 124-134;
- Ribeiro, R C.; Pelacani, C. R.** (2006), Influência do manitol e NaCl na germinação de sementes de duas espécies de leguminosas com importância no semi-árido baiano. *Sitientibus Série Ciências Biológicas* 6 (2): 105-109
- Richetti, A., Melo Filho, G.A. de.** (2001), Aspectos socioeconômicos do algodoeiro. In: *Algodão: tecnologia de produção / Embrapa Algodão*. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, p. 13-34.
- Sá, M.E.** (1987), Relações entre qualidade fisiológica, disponibilidade hídrica e desempenho de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Piracicaba,. 90p.

Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

**Shannon, M.C.; Grieve, C.M. e Francois, L.E.** (1994), Whole-plant response to salinity. In: *Plant environmental interactions* (WILKINSON, R.E., ed.). New York, Marcel-Decker, p. 199-244

**Shannon, M.C.; Rhoades, J.D.; Draper, J.H.; Scardaci, S.C.; Spyres, M.D.** (1998), Assessment of salt tolerance in rice cultivars in response to salinity problems in Califórnia. *Crop Science*, Madison, v. 38, n. 2, p. 394-398

**Shen, Y. Y.; Li, Y.; Yan, S. G.** (2003), Effects of salinity on germination of six salt-tolerant forage species and their recovery from saline conditions. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Vol. 46: 263–269

**Shonjani, Saeed.** (2002), Salt Sensitivity of Rice, Maize, Sugar Beet, and Cotton During Germination and Early Vegetative Growth. Dissertação (Mestrado), Institute of Plant Nutrition Justus Liebig University Giessen

**Silva, M.C.C. de;** (2005), Fenologia, maturação fisiológica e aspectos da germinação de sementes de *Platymiscium floribundum* Vog no parque estadual Alberto Löfgren, instituto florestal, São Paulo – SP, Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo – SP, Brasil;

**Teermaat, A.; Munns, R.** (1986), Use of concentrated macronutrient solutions to separate osmotic from NaCl-specific effects on plant growth. *Australian Journal of Plant Physiology*, Melbourne, v.13, n. 4, p. 509-522

**Torres; S.B.; Vieira, E.L.; Marcos-Filho, J.** (2000), Efeitos da salinidade na germinação e no desenvolvimento de plântulas de pepino. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 22, nº 2, p.39-44;

**Ungar, I.A.** (1995), Seed germination and seed-bank ecology in halophytes. In: Kingel, J.; GALLI, G. (eds.) *Seed development and germination*. New York: Marcel Dekker, p. 599-628;

**Verhoeven, K.J.F.; Biere, A.; Nevo, E.; Damme, J.M.M.** (2004), Can a genetic correlation with seed mass constrain adaptive evolution of seedling desiccation tolerance in wild barley? *Intitute Journal Plant Science*. v.165, n.2, p. 281-288