

## ESTUDO DAS FASES FENOLÓGICAS DO ALGODÃO (*Gossypium hirsutum* L.)

SILVA, I.P.F.<sup>1</sup>; JUNIOR, J.F.S.<sup>1</sup>; ARALDI, R.<sup>1</sup>; TANAKA, A.A.<sup>1</sup>; GIROTTO, M.<sup>1</sup>;  
BOSQUÊ, G.G.<sup>2</sup>; LIMA, F.C.C.<sup>2</sup>

**Resumo** – A cultura do algodoeiro tem grande importância econômica no Brasil devido a sua multiplicidade. É a fibra têxtil natural mais utilizada pelo homem e se caracteriza por ser uma celulose na sua forma quase pura. Além disso, a semente é rica em óleo e o bagaço pode ser aproveitado para a alimentação animal. A duração de cada fase é bastante variável verificando-se diferenças dentro e entre períodos determinados, principalmente, pelas condições fornecidas às plantas durante o seu ciclo vegetativo, época de semeadura das plantas e da cultivar. Para se ter sucesso na germinação do algodoeiro deve prevalecer condições térmicas e hídricas que permitam à semente, em suas condições normais, emergir entre 5 e 10 dias. Esta malvácea necessita para emergência e estabelecimento, temperaturas do solo superior a 20°C e temperaturas do ar entre 25 e 30°C. Após a emergência o algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) inicia-se o desenvolvimento vegetativo com formação de folhas que tem com principal função a interceptação da luz solar e produção de fotoassimilados. O sistema radicular do algodoeiro cresce em comprimento até a época do florescimento. Na fase de primeiro botão até primeira flor acentuam-se o crescimento em altura e a acumulação de matéria seca pela planta, que entra na fase linear de crescimento, durando usualmente de 25 a 35 dias. Do primeiro capulho até a colheita é a fase final de desenvolvimento da cultura, dura de 4 a 6 semanas, dependendo da produtividade, suprimento de água, nutrientes e temperatura. É nesta fase também, que se faz a aplicação de desfolhantes/maturadores.

**Abstract** – The culture of cotton has great economic importance in Brazil due to its multiplicity. It is the most natural textile fiber used by man and is characterized by a cellulose in its almost pure form. In addition, the seed is rich in oil and bagasse can be used for animal feed. The duration of each phase is quite variable verifying differences within and between periods, mainly due to the conditions provided to plants during their growing season, sowing date and cultivar plants. To succeed in the germination of cotton should prevail temperature and humidity conditions that allow the seed, in its normal emerge between 5 and 10 days. This Malvaceae need for emergency and establishment, soil temperatures above 20 ° C and air temperatures between 25 and 30 ° C. After emergence the cotton (*Gossypium hirsutum* L.) begins the vegetative development and formation of leaves with main function is to intercept the sunlight and the production of assimilates. The root system of cotton growing in length until the time of flowering. In the first phase button until the first flower to accentuate height growth and dry matter accumulation by the plant, which enters the linear growth phase, usually lasting 25 to 35 days. The first boll to harvest is the end stage of crop development, lasts 4 to 6 weeks depending on productivity, water supply, nutrients and temperature. It is at this stage too, which makes the application of defoliant / maturation.

### 1. INTRODUÇÃO

A cultura do algodoeiro tem grande importância econômica no Brasil devido a sua multiplicidade. É a fibra têxtil natural mais utilizada pelo homem e se caracteriza por ser uma celulose na sua forma quase pura. Além disso, a semente é rica em óleo e o bagaço pode ser aproveitado para a alimentação animal (CARVALHO, 1996).

O Brasil é o quinto maior produtor mundial e o quarto maior exportador de algodão. A região Centro-Sul contribui com 64,1% da área plantada no Brasil. Quanto à produção, a estimativa é que em 2010 sejam colhidas 3176,8 mil toneladas de algodão em caroço e 1238,8 mil toneladas em pluma (CONAB, 2010).

A interação entre o genótipo ideal e elementos ambientais favoráveis é essencial para o sucesso da produção. A época da semeadura deve contar com o fornecimento adequado de água e com o aumento de temperatura, proporcionando as condições ideais para a germinação. Umidade suficiente, dias ensolarados e temperatura crescente são favoráveis para o período de

<sup>1</sup> FCA/UNESP – Rua José Barbosa de Barros, 1780, Caixa Postal 237, CEP 18610-307, Botucatu-SP. [ilca\\_pfs@yahoo.com.br](mailto:ilca_pfs@yahoo.com.br).

<sup>2</sup> Docente da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal – FAEF – Garça-SP.

florescimento. A maturação e deiscência uniforme são estimuladas por uma temperatura mais amena e radiação solar.

A duração de cada fase é bastante variável verificando-se diferenças dentro e entre períodos determinados, principalmente, pelas condições fornecidas às plantas durante o seu ciclo vegetativo, época de sementeira das plantas e da cultivar (BROW, 1958).

A presente revisão tem a finalidade de caracterizar e analisar o ciclo vegetativo do algodão, dividindo-se o ciclo em quatro fases: sementeira à emergência, emergência ao aparecimento do primeiro botão floral, aparecimento do primeiro botão floral ao aparecimento da primeira flor e aparecimento da primeira flor ao primeiro capulho.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Sementeira à emergência

Para se ter sucesso na germinação do algodoeiro deve prevalecer condições térmicas e hídricas que permitam à semente, em suas condições normais, emergir entre 5 e 10 dias. Esta malvácea necessita para emergência e estabelecimento, temperaturas do solo superior a 20°C e temperaturas do ar entre 25 e 30°C (MARUR, 1993). De acordo com SINGH et al. (2007), a temperatura base para a germinação das sementes está perto de 12°C, enquanto que para o crescimento é de cerca de 15,5°C. MUNGER et al. (1998) dividiram a fase da germinação em nove etapas, sendo elas: sementes secas; a partir da embebição das sementes; embebição das sementes completa; emergência da radícula; alongamento da radícula; hipocótilo com cotilédones rompendo tegumento; hipocótilo com cotilédones crescendo da superfície do solo e emergência hipocótilo com cotilédones rompendo a superfície do solo.

A sementeira do algodoeiro na época correta pode contribuir com o sucesso da germinação oferecendo a suficiência térmica e deve-se escolher solo e relevo próprio para a cultura. Segundo EATON (1955) para que não haja redução na produtividade é necessário que as sementes sejam de boa qualidade, assim, haverá a formação adequada do estande, que está ligado diretamente com a germinação e emergência das plântulas.

Devem-se ajustar as taxas de sementeira para explicar as variações na germinação e deve-se estabilizar o nível de estabelecimento de plântulas entre os lotes. A embebição acontece assim que a semente é colocada no solo (ROSOLEM, 2001).

Os cotilédones de sementes de algodão são relativamente grandes e sua hidratação requer uma grande ingestão de água para prepará-los para a atividade fotossintética subsequente (EATON, 1955).

A emissão da radícula também é bastante dependente da temperatura. ROSOLEM (2001) afirma que independentemente da umidade do solo, o tempo para emissão da radícula diminui significativamente com o aumento da temperatura, com o tempo mínimo ocorrendo a temperaturas médias da ordem de 32°C e o crescimento do hipocótilo também é dependente da temperatura, mas sofre influência muito grande da umidade do solo.

### 2.2. Emergência ao Botão Floral

Após a emergência o algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) inicia-se o desenvolvimento vegetativo com formação de folhas que tem com principal função a interceptação da luz solar e produção de fotoassimilados. Ao longo do crescimento, seus órgãos vegetativos competem com órgãos reprodutivos por estes fotoassimilados, além de apresentar um sistema fotossintético pouco eficiente do ponto de vista fisiológico (C<sub>3</sub>) e uma estrutura do dossel que proporciona distribuição irregular das folhas para interceptação da luz (BELTRÃO et al., 2008).

Do ponto de vista morfológico, o algodoeiro possui basicamente dois tipos de ramificações: a monopodial, que se desenvolvem a partir de gemas situadas no plano axilar das folhas e a simpodial que se desenvolve a partir de hipnoblastos, localizados nas axilas foliares (GRIDI-PAPP, 1965).

Em relação a organização espacial das folhas, a proporção incidente de luz sobre uma folha que será refletida, absorvida e transmitida é determinada pelas suas propriedades ópticas, geometria e disposição da mesma em relação à luz incidente (BERNARDES, 1987).

Devido a planofilia do dossel vegetal do algodoeiro herbáceo, a luz sofre um gradiente energético ao longo do dossel, pois é capturada preferencialmente pelas folhas superiores, ficando pouca energia disponível para as folhas do interior da copa e as da parte baixa do dossel das plantas.

Com um índice de área foliar 3, já ocorre interceptação de 95% da radiação foliar que chega ao topo do dossel vegetal do algodoeiro herbáceo e dependendo das condições do ambiente, passa a atingir valores maiores, próximos de 5 (BELTRÃO et al., 1990).

### 2.3. Desenvolvimento do sistema radicular

O sistema radicular do algodoeiro cresce em comprimento até a época do florescimento. Após esse período, existe apenas incremento na matéria seca das raízes (NAYAKEKORALA e TAYLOR, 1990). Sua raiz pivotante penetra o solo rapidamente, podendo atingir profundidade de 25 cm ou mais por ocasião da abertura dos cotilédones. Durante esta fase, a raiz deve crescer de 1,2 a 5 cm por dia, se não houver impedimento. Quando a parte aérea tiver aproximadamente 35 cm de altura, a raiz deverá estar a 90 cm de profundidade (McMICHAEL, 1990). Numerosas raízes laterais aparecem formando um tapete que se encontra no meio das linhas, mas são relativamente superficiais. O comprimento total das raízes continua a aumentar até que a planta atinja a sua máxima altura e os frutos comecem a se formar. A partir deste ponto, o comprimento total do sistema radicular entra em declínio. A relação parte aérea/raiz que é de 0,35 aos 12 dias após a semeadura, cai para 0,15 aos 80 dias (McMICHAEL, 1990).

O algodoeiro é uma planta de hábito de crescimento complexo e muito sensível a condições ambientais adversas sendo altas temperaturas noturnas consideradas um dos principais fatores que contribuem para redução da produtividade do algodão. Este comportamento tem sido atribuído ao efeito negativo na respiração e acumulação de carboidratos nas plantas.

O efeito da temperatura noturna sob componentes fisiológicos em plantas submetidas a regimes de altas temperaturas noturnas (27 a 30°C) têm aumento significativo na respiração causando redução do nível de ATP e conteúdo de carboidrato das folhas do algodoeiro (LOKA e OOSTERHIUS, 2010).

A temperatura do solo tem impacto significativo no desenvolvimento do sistema radicular do algodoeiro, onde o aumento da temperatura do solo promove aumento no crescimento do sistema radicular até alcançar um valor ótimo, porém o aumento contínuo da temperatura promove redução do seu crescimento (McMICHAEL et al., 1996). Temperatura do solo acima de 35°C causa redução significativa na atividade metabólica e na taxa de alongamento das raízes do algodoeiro (TAYLOR, 1983).

### 2.4. Primeiro botão à primeira flor

Nesta fase acentuam-se o crescimento em altura e a acumulação de matéria seca pela planta, que entra na fase linear de crescimento, durando usualmente de 25 a 35 dias (BAKER e LANDIVAR, 1991).

O surgimento dos botões florais e a formação das flores são função do crescimento vegetativo, devido ao aparecimento sucessivo de ramos frutíferos e de pontos florais nos ramos existentes. É fator fundamental, para o bom funcionamento do algodoeiro, o balanço entre o crescimento vegetativo e o frutífero que são afetados pelas condições do ambiente, umidade e fertilidade do solo. A temperatura tem influência significativa na formação dos botões florais e das flores e, ainda, no crescimento e desenvolvimento das maçãs. As altas temperaturas noturnas maiores que 25°C, estimulam o florescimento e as baixas temperaturas maiores que 20°C, combinada com temperatura diária de 25°C, estimulam o florescimento (MAUNEY, 1966).

O crescimento do algodoeiro é caracterizado por um aumento exponencial do número de folhas e estruturas reprodutivas, competindo por assimilados disponíveis na planta (JACKSON e ARKIN, 1982), ocorrendo redução no crescimento vegetativo e na produção de botões florais (GUINN, 1979; MAUNEY, 1979).

Uma parte das estruturas reprodutivas cai na fase de botão floral ou como maçã jovem, inclusive em condições ótimas de crescimento (ORGAZ et al., 1991). Para Rosolem (1999) a abscisão de estruturas reprodutivas é regulada pelo balanço entre açúcares no tecido e o teor de etileno.

O estresse hídrico, em determinadas fases fenológicas, pode comprometer o rendimento e a qualidade do produto (NÁPOLES et al., 1999) e promover a queda de botões florais e maçãs jovens (MCMICHAEL et al., 1973; GUINN e MAUNEY, 1984a, b). A exigência de água no aparecimento do primeiro botão floral a primeira flor passa de menos de 1mm por dia para quase 4 mm por dia. Uma seca nesta fase faz com que a planta estacione o seu crescimento. Se a seca não for muito severa poderá haver recuperação do crescimento.

Almeida et al. (1992), verificando os efeitos da anóxia no crescimento, desenvolvimento e produção do algodoeiro herbáceo sob condições de casa de vegetação, concluíram que independente da cultivar utilizada, o encharcamento do solo por um período de 120 horas, na fase de botão floral, reduz a área foliar em 30% e a fitomassa epigea em 36%, com relação as testemunhas, além de reduzir a produção de algodão em caroço e em pluma, em 38 e 41%, respectivamente.

Hsiao (1973) considera que muitos processo fisiológicos das plantas são controlados pela divisão celular, seguido de sua expansão. Uma quantidade de água insuficiente, mantendo células das zonas de crescimento em condições de flacidez, reduz o coeficiente de divisão celular e, mais ainda, a expansão de todas as células, impedindo assim, o crescimento vegetativo das plantas.

Robertson (1973) entende que o crescimento e o desenvolvimento das plantas estão mais relacionados com o acúmulo de temperaturas acima da temperatura-base, do que o número de dias do calendário.

Ometto (1981) cita que a medida que a cultura vai crescendo, vai aumentando a superfície foliar e o número de folhas utilizadas na fotossíntese, aumentando com isso absorção de CO<sub>2</sub>, estimulando cada vez mais a evapotranspiração, resultando em acréscimo de matéria seca, que intrinsecamente vem ligar todas as relações planta-meio.

O ácido giberélico tem sido relatado como o principal regulador vegetal a influenciar o florescimento. Com base em resultados observados em estudos de campo concluiu-se que uma única aplicação de ácido giberélico reduziu o número de meristemas florais e que múltiplas aplicações, em baixas concentrações, aumentaram os pontos florais, embora este aumento tenha sido causado pelo estímulo do crescimento dos ramos vegetativos e frutíferos e não pela diferenciação dos meristemas florais (DRANSFIELD, 1961).

Segundo Gridi Papp (1965), a ordem de abertura das flores na planta de algodão segue uma espiral, sendo abertas inicialmente a flor no primeiro nó do primeiro ramo frutífero, depois a do primeiro nó do segundo ramo frutífero e, assim, sucessivamente.

## 2.2. Aparecimento da primeira flor ao primeiro capulho

A produção de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) é uma função complexa e depende de fatores vinculados à dinâmica de produção e retenção de estruturas reprodutivas. Durante a fase compreendida entre o aparecimento da primeira flor ao primeiro capulho tem-se como principal objetivo a fixação do maior número possível de maçãs, as quais já se encontram, em sua maioria, em fase de maturação.

Nesse período, a competição entre crescimento vegetativo e reprodutivo é o principal ponto a ser levado em consideração. O crescimento da planta continua ocorrendo de forma linear, a qual atinge sua altura máxima e também a máxima interceptação de luz. De acordo com Jackson e Arkin (1982) as folhas e estruturas reprodutivas competem entre si por assimilados disponíveis na planta. Dessa forma, ocorre redução no crescimento vegetativo e na produção de botões florais, fazendo com que uma parte das estruturas reprodutivas caia na fase de botão floral ou como maçã jovem, principalmente quando se encontram em condições ótimas para o crescimento e desenvolvimento (ORGAZ et al., 1991).

A máxima eficiência fotossintética da folha ocorre quando o fruto encontra-se no início de seu desenvolvimento. A existência de mais de um fruto por ramo pode limitar o suprimento de carboidratos para o fruto, pelo fato de ter que “dividir” as reservas com as outras estruturas existentes. Nota-se que frutos de primeira posição no ramo são mais desenvolvidos que os demais.

Plantas submetidas ao estresse causado por condições adversas apresentam sintomas de envelhecimento mais precocemente, levando à abscisão de frutos e folhas (OOSTERHUIS, 1992). Os principais fatores abióticos responsáveis por causar danos à cultura são a deficiência hídrica, falta de luminosidade e altas temperaturas.

Dos fatores ambientais que podem provocar a abscisão no algodoeiro, a deficiência hídrica no solo é considerado o principal. Apesar de a cultura ser altamente resistente à seca, a falta de água no sistema pode afetar, principalmente, os processos fisiológicos da planta, refletindo no crescimento e desenvolvimento da cultura (NÁPOLES et al., 1999), através dos efeitos sobre a fotossíntese e expansão foliar.

A exigência em água pela cultura é de aproximadamente 4 a mais de 8 mm por dia, de acordo com o desenvolvimento da área foliar. Para se alcançar altas produtividades faz-se necessária uma quantidade de água, em média, da ordem de 700 mm durante o ciclo da cultura (GRIMES e EL-ZIK, 1990).

De acordo com Luz et al. (1997), o período de floração/frutificação é o mais sensível ao estresse hídrico, levando à queda de botões florais e maçãs jovens, refletindo, conseqüentemente, na produtividade e qualidade do fruto. Marani e Amirav (1971) sugerem que o manejo inadequado da irrigação na cultura pode comprometer a qualidade da fibra.

Pesquisas indicam que os danos causados à cultura variam de acordo com a duração e a severidade do período de estresse a que a planta foi submetida. Mc Michael et al. (1973) afirmam, ainda, que a cultivar escolhida também exerce influência, devido à maior ou menor resistência da mesma ao estresse hídrico.

Para Rosolem (1999), a abscisão de estruturas reprodutivas é regulada pelo balanço entre açúcares no tecido foliar e o teor de etileno; situações de deficiência hídrica e estresse osmótico podem levar o aumento tanto da concentração de etileno quanto de ácido abscísico (ABA) - tais hormônios vegetais participam dos processos de amadurecimento e envelhecimento da planta e suas estruturas, como queda de folhas e frutos.

O algodoeiro é altamente sensível à luminosidade. Por ser uma planta C3, apresenta alta taxa de fotorrespiração (cerca de 40% da fotossíntese), elevado coeficiente de extinção da luz e ponto de compensação de dióxido de carbono elevado, variando entre 60 e 120 ppm e baixo ponto de compensação térmico, quando comparado as espécies de metabolismo fotossintético C4, além de acumular muito amido no interior dos cloroplastos.

Em ensaio realizado a fim de avaliar a taxa de fotossíntese líquida das folhas do algodoeiro, em função da luminosidade, Muramoto et al. (1967) constataram que plantas completamente expostas à luminosidade apresentaram uma taxa de fotossíntese líquida 20% maior que aquelas que permaneciam pouco iluminadas. Em contrapartida, o crescimento excessivo da planta causou maior auto-sombreamento, dificultando, então, a penetração da luz na copa da planta, também com prejuízos na produtividade.

Geralmente, a altura média da planta não deve ultrapassar 1,5 vezes o espaçamento da cultura, a fim de controlar o auto-sombreamento.

Em condições de temperaturas acima de 30°C nota-se decréscimo na eficiência fotossintética das plantas. Em contrapartida, a taxa de fotorrespiração continua a aumentar, com consequente diminuição na fotossíntese líquida, ou seja, nos carboidratos disponíveis para o crescimento. Deve-se chegar ao ponto de compensação térmico, evitando, dessa forma, danos no crescimento e, por fim, na produtividade da cultura.

Altas temperaturas tendem a desbalancear o equilíbrio entre crescimento reprodutivo e crescimento vegetativo da planta, em favor do desenvolvimento vegetativo. Plantas muito vigorosas, com rápido crescimento, podem significar plantas com pouca produção (REDDY et al., 1992b).

### 2.3. Primeiro capulho à colheita

Esta é a fase final de desenvolvimento da cultura, dura de 4 a 6 semanas, dependendo da produtividade, suprimento de água, nutrientes e temperatura. É nesta fase também, que se faz a aplicação de desfolhantes/maturadores (ROSOLEM, 2001).

Na planta ocorrem diversos eventos ao mesmo tempo, como crescimento vegetativo, aparecimento de gemas reprodutivas, florescimento, crescimento e maturação dos frutos. Cada um desses eventos é importante para a produção final, mas é necessário que eles ocorram de modo balanceado. Durante boa parte do ciclo da planta, ocorre competição interna pelos carboidratos produzidos pela fotossíntese. Assim, se houver queda excessiva de estruturas reprodutivas, haverá crescimento vegetativo exagerado, aumentando o auto-sombreamento, que por sua vez, causará maior queda de estruturas reprodutivas e, conseqüentemente, redução na produtividade final da cultura (OOSTERHUIS, 1999).

A temperatura influencia no desenvolvimento e na maturação das maçãs. Segundo Rosolem (2001), a temperatura em que as maçãs atingem a maturidade em menor tempo encontra-se entre 21 e 26°C. Para temperaturas médias de 30, 26 e 23°C, o tempo para se obter maçãs maduras será, respectivamente, de 40, 50 e 60 dias. Por outro lado, temperaturas mais baixas favorecem a formação de maçãs mais pesadas. Assim, o estresse hídrico e térmico pode causar redução no crescimento e desenvolvimento da planta e, conseqüentemente, redução na produção e qualidade da fibra (GRIMES e EL ZIK, 1990 citado por BORGES, 2002).

Segundo Ferry et al. (1967), a época correta da irrigação final na cultura do algodoeiro acelera a abertura dos capulhos maduros, sem, no entanto, reduzir a produção e a qualidade da fibra. De acordo com Stockton et al. (1967), para que o desenvolvimento da fibra e da semente de algodão atinjam padrões aceitáveis, torna-se necessário continuar irrigando a cultura até o período de maturação dos capulhos.

Porém, deve-se tomar cuidado na época de deiscência dos frutos, pois as chuvas excessivas prejudicam a qualidade da fibra e o peso do produto. Por outro lado, a escassez de umidade também é prejudicial, pois reduz o desenvolvimento do algodoeiro, podendo até interrompê-lo ocasionando também a queda de flores e frutos, afetando a produção (DOORENBOS e KASSAN, 1979; PASSOS, 1980). Níveis baixos de esgotamento da água do solo durante a formação do capulho tendem a resultar numa fibra mais longa e fina e com resistência menor (DOORENBOS e KASSAM, 2000).

O algodoeiro, após produzir, continua emitindo folhas e estruturas frutíferas que não contribuirão para a produção econômica da lavoura, ao contrário, servirão de alimento para pragas e organismos responsáveis por doenças. Elas também dificultam a colheita, particularmente a mecânica, podendo prejudicar a qualidade da fibra do algodão e danificar as colheitadeiras então é interessante então se faça o uso de desfolhantes e/ou maturadores.

Os desfolhantes podem melhorar a classificação da fibra do algodão, pois reduz a umidade, o amarelecimento, impureza e incidência de manchas na fibra do algodão (BAKER et al., 1968 citado por AZEVEDO et al., 2004). Porém, a desfolha ou dessecação prematura pode reduzir o rendimento e qualidade da fibra do algodão. Recomenda-se desfolhar ou dessecar a planta quando 70% a 80% dos frutos (capulhos) estiverem abertos e as maçãs mais novas estiverem maduras. Desfolhantes aplicados muito cedo, tanto em tratamento basal, com 20% das maçãs abertas ou em cobertura total, com 60% das maçãs abertas, tendem a reduzir o rendimento, o comprimento e a resistência da fibra do algodão (FEDERACION NACIONAL DE ALGODONEROS, 1990, citado por AZEVEDO et al., 2004).

#### REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, O. A. de; BELTRÃO, N. E. de M.; GUERRA, H. O. C. Crescimento, desenvolvimento e produção do algodoeiro herbáceo em condições de anoxia do meio edáfico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 27, 9, 1992.
- AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N.E. de M.; SEVERINO, L.S. Uso de desfolhantes, maturadores e dessecatantes na cultura do algodoeiro irrigado. **Circular técnica 78**. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2004. 7p.
- BAKER, D.N.; LANDIVAR, J.A. Simulation of plant development in GOSSYPIMUM. In: HODGES, H.F. (ed.). **Cotton Physiology**. Memphis: The Cotton Foundation, 1991. p.245-257.
- BELTRÃO, N. E. de M. OLIVEIRA, F. de A.;CAMPOS, T. G. da S.; SANTOS J. W. dos; FORMIGA, H. M. S.; ARAÚJO, J. D. de. Participação dos frutos de acordo com suas posições na planta na produtividade do algodoeiro herbáceo em diversos níveis de umidade do solo. In: EMBRAPA. Centro nacional de pesquisa do Algodão. (Campina Grande, PB) **Relatório Técnico Anual 1990-1991**. Campina Grande, 1992. p. 184-186.
- BELTRÃO, N. E. DE M.; NÓBREGA, L. B. DA; ARAÚJO, J. D. de; Participação das folhas subtendidas e folhas dos ramos em três cultivares do algodoeiro herbáceo. In: EMBRAPA. Centro nacional de pesquisa do algodão. (Campina Grande, PB) **Relatório Técnico Anual 1985-1986**. Campina Grande, 1988. p. 158.
- BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. de **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. Volume 2. p. 570.
- BELTRÃO, N. E. M.; SOUZA, J. G. Fitologia do algodão herbáceo – sistemática, organografia e anatomia. In: BELTRÃO, N. E. M. **O agronegócio do algodão no Brasil**. v.1, Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p. 55-85.
- BERNARDES, M. S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (Ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba. Associação Brasileira para pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. Cap. II, p. 13-48.
- BROWN, H.B., 1958. Cotton. 3ª ed. New York, McGraw-Hill. 592p.
- CARVALHO, P. P. Manual do Algodoeiro. Lisboa, Instituto de Investigação Científica Tropical, 1996. 282p.
- CONAB. Conselho Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**, nono levantamento, junho 2010 / Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília: Conab, 2010.
- DOORENBOS, J. e KASSAM, A. H. **Efeito de água no rendimento das culturas**. Roma: FAO, 1979, 193p.
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande/PB: UFCG, 2000, 306p.
- DRANSFIELD, M. Some effects of gibberellic acid on cotton. **Empire Cotton Growing Review**, v.38, p.3-16, 1961.
- EATON, F.M., 1955. Physiology of the cotton plant. *Ann. Rev. Plant. Physiol.*, 6: 299 – 328.
- FERRY, G.V.; GEORGE, A.G.; JOHNSON, C.E.; McCUTCHEON, O.D.; STROMBERG, L.K.; BOOHER, L.J.; HOOVER, M. **Guides in cotton irrigation**. California: University of California, 1967. 25p.

- GRIDI-PAPP, I. L., Botânica e genética. In: Neves, O. S. et AL. **Cultura e adubação do algodoeiro**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Potassa, 1965. p. 117-160.
- GRIMES, D.W.; EL-ZIK, K.M. Cotton. In: STEWART, B.A.; NIELSEN, D.R. **Irrigation of Agricultural Crops**. Madison: American Society of Agronomy, 1990. p.741-773.
- GUINN, G. Hormonal relations in flowering, fruiting and cutout. In: Beltwide Cotton Production Research Conference, 1979. Phoenix, Arizona. **Proceeding...** Memphis, TN: National Cotton Council, 1979. p.265-276
- GUINN, G.; MAUNEY, J.R. Fruiting in of cotton: II. Effects of plant moisture status and active boll load on boll retention. **Agronomy Journal**, Madison, v.76, p.94-98, 1984b.
- HALL, A. E. (2004). Mitigation of stress by crop management. [http://www.plantstress.com/Articles/heat\\_m/heat\\_m.htm](http://www.plantstress.com/Articles/heat_m/heat_m.htm)
- HSIAO, T. C. Plant responses to water stress. **Annual Review of plant Physiology**, Palo Alto, v.24, p.591-570, 1973.
- JACKSON B.S.; ARKIN G.F. **Fruit growth in a cotton simulation model**. In: Beltwide Cotton Production Research Conference, 1982. Phoenix, Arizona. Proceeding. Memphis, TN: National Cotton Council, 1982, p.61-64.
- JACKSON B.S.; ARKIN, G.F. Fruit growth in a cotton simulation model. In: Beltwide Cotton Production Research Conference, 1982. Phoenix, Arizona. Proceeding... Memphis, TN: National Cotton Council, 1982, p.61-64.
- LOKA, D.A.; OOSTERHUIS, D.M. Effect of high night temperatures on cotton respiration, ATP levels and carbohydrate content. **Environmental and Experimental Botany** 68 (2010) 258–263 pg. doi:10.1016/j.envexpbot.2010.01.006
- LUZ, M.J. da S. e; Bezerra, J.R.C.; Barreto, A.N.; Santos, J.W. dos; Amorim Neto, M. da S. Efeito da deficiência hídrica sobre o rendimento e a qualidade da fibra do algodoeiro. *Revista de Oleaginosas e Fibrosas*, Campina Grande, v.1, n.1, p.125-133, 1997.
- MAIA, J. C. DE S.; BIANCHINI A.; SILVA, G. J. da.; KIM, M., NICARETTA, G., CUNHA, C. A. da. Avaliação do desenvolvimento da cultura do algodão (*Gossypium hirsutum*) submetido a diferentes níveis de compactação do solo. **Anais: V Congresso Brasileiro de Algodão 2005**. Luis Eduardo Magalhães, BA.
- MARANI, A.; AMIRAV, A. Effects of soil moisture stress on two varieties of upland cotton in Israel. I - The coastal plain region. **Experimental Agriculture**, v.7, p.213-24, 1971.
- MARUR, C.J. Crescimento e desenvolvimento do algodoeiro. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Recomendações para cultura do algodoeiro no Paraná**. Londrina, 1993. p.2-7. (Circular, 107).
- MAUNEY, J.R. Floral initiation of upland cotton *Gossypium hirsutum* L. **Journal Experimental Botany**, V.17, p.452-459, 1966.
- MAUNEY, J.R. Production of fruiting points. Stewart, J.M. (ed.) Cotton physiology-A treatise: Section I. Flowering, Fruiting and Cutout. In: Beltwide Cotton Production Research Conference, 1979. Phoenix, Arizona. **Proceeding...** Memphis, TN: National Cotton Council. 1979. p.256-261.
- MCMICHAEL, B. L.; UPCHURCH D.R.; BURKE J. J. Soil temperature derived prediction of root density in cotton. **Environmental and Experimental Botany**. Vol. 36, No. 3, p. 303-312. 1996.
- McMICHAEL, B.L. Root-shoot relationships in cotton. In: BOX JR., J.D.; HAMMOND, L.C. (ed.). **Rhizosphere Dynamics**. Boulder: Westview Press, 1990. p.232-249.
- MCMICHAEL, B.L.; JORDAN, W.R.; POWELL, R.D. An effect of water stress on ethylene production by intact cotton petioles. **Plant Physiology**, Baltimore-Maryland, v.49, p.658-660, 1973.
- MUNGER P, BLEIHOIDER H., HACK H., HESS, M., STAUSS R., VAN DEN BOOM T., WEBER E. Phenological Growth Stages of the Cotton Plant (*Gossypium hirsutum* L.): Codification and Description according to the BBCH Scale. *J. Agronomy e Crop Science* 180, 143—149p. Berlin, 1998.
- MURAMOTO, H.; HESKETH, J.D.; ELMORE, C.D. Leaf growth, leaf aging and leaf photosynthetic rates of cotton plants. In: BELTWIDE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE, Dallas, 1967. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council, 1967. p.161-165.
- NÁPOLES, F.A. DE M.; AMORIN NETO, M. DA S.; BEZERRA, J.R.C.; SILVA, L.C.; LUZ, M.J. DA S. E; NETO, J.D. Efeito da época da supressão da irrigação sobre parâmetros morfo-fisiológicos do algodoeiro. In: Congresso Brasileiro do Algodão, 2, 1999, Ribeirão Preto. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1999, p.507-512.
- NÁPOLES, F.A. de M.; Amorin Neto, M. da S.; Bezerra, J.R.C.; Silva, L.C.; Luz, M.J. da S. e; Neto, J.D. Efeito da época da supressão da irrigação sobre parâmetros morfo-fisiológicos do algodoeiro. In: Congresso Brasileiro do Algodão, 2, 1999, Ribeirão Preto. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1999, p.507-512.



- NAYAKEKORALA, H. TAYLOR, H. M. Phosphorus uptake rates of cotton roots at different growth stages from different soil layers. **Pant and soil**. Dordrecht, v. 122, p. 105-110, 1990.
- OMETTO, A. C. **Bioclimatologia Vegetal**. Ed. Agronômica Ceres. São Paulo – SP, 1981. 225p.
- OOSTERHUIS, D. M. Growth and development of cotton plant. In: CIA, E.; FREIRE, E.C.; SANTOS, W.J. dos. (Ed.). **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1999. p. 35-55.
- OOSTERHUIS, D.M. **Growth and development of a cotton plant**. Fayetteville: University of Arkansas, Arkansas Cooperative Extension Service, 1992. 24p. (MP332-4M-9-92R).
- ORGAZ, F.; BONACHELA, S.; MATEOS, L.; FERERES, E. **Desarrollo fenológico y producción de cultivares de algodón en el Valle del Guadalquivir bajo diversos regímenes de riego**. Investigación Agraria: Produccion y proteccion vegetales, Madrid, España, v.6, n.1, 1991.
- ORGAZ, F.; Bonachela, S.; Mateos, L.; Fereres, E. Desarrollo fenológico y producción de cultivares de algodón en el valle del Guadalquivir bajo diversos regímenes de riego. Investigación Agraria: Produccion y proteccion vegetales, Madrid, España, v.6, n.1, 1991.
- PASSOS, S. M. de G. **Algodão**. Campinas: Instituto Campineiro, 1980, 424p.
- RAHMAN, H., MALIK, S. A., and SALEEM, M. (2004). Heat tolerance of upland cotton during the fruiting stage evaluated using cellular membrane thermo stability. *Field Crops Res.* 85, 149–158.
- REDDY, K.R.; HODGES, H.F.; MCKINION, J.M.; WALL, G.W. Temperature effects on Pima cotton growth and development. **Agronomy Journal**, Madison, v.84, p.237-243, 1992b.
- ROBERTSON, G. W. Development of simplified agroclimatic procedures for assessing temperature effects on crop development. Plant response to climatic factors. In: UPPSALA SYMPOSIUM/RESPONSE DES PLANTES AUX FACTEURS CLIMATIQUES, 1973, Paris, **Proceedings...**Paris: UNESCO, 1973. p. 327-43.
- ROSOLEM, C. A. **Ecofisiologia e manejo cultural do algodoeiro: Ecofisiologia do algodoeiro**. In: Mato Grosso, Liderança e competitividade. Rondonópolis: Fundação MT, Campina Grande: EMBRAPA/CNPA, 1999. p.49-69. Boletim, 3.
- ROSOLEM, C. A. **Ecofisiologia e manejo da cultura do algodoeiro**. POTAFOS: Informações Agronômicas N° 95, 2001. 9p.
- ROSOLEM, C.A. Ecofisiologia e manejo cultural do algodoeiro: Ecofisiologia do algodoeiro. In: Mato Grosso, Liderança e competitividade. Rondonópolis: Fundação MT, Campina Grande: EMBRAPA/CNPA, 1999. 182p. cap.4, p.49-69. Boletim, 3.
- ROSOLEM, C.A. Ecofisiologia e manejo da cultura do algodoeiro. **Informações Técnicas**, n.95, p 1 – 9, setembro, 2001.
- SINGH, R. P., PRASAD, P. V.V., Sunita K., GIRI, S. N., Reddy K. R. Influence of high temperature and Breeding for heat tolerance in Cotton: a review. *Advances in Agronomy*, Volume 93, 313 – 385p, 2007.
- STOCKTON, J.R.; CARREKER, J.R.; HOOVER, M. Sugar, oil and fiber crops. Part IV. Irrigation of cotton and other fiber crops In: HAGAN, R.M. HAISE, H.R.; EDMINSTER, T.W. (Eds.). **Irrigation of agriculture lands**. Madison: American Society of Agronomy, 1967. p.161-171.
- TAYLOR, H. M. Managing root systems for efficient water use: An Overview. In: **Limitations to efficient water using crop production**. American Society of Agronomy, Madisom, WI. 1983. p. 87-113.
- VIERLING, E. (1991). The roles of heat shock proteins in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 42, 579–620.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.