

# VARIABILIDADE TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E RENDIMENTO DO ALGODOEIRO HERBÁCEO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DE SOLO E DE ADUBAÇÃO NITROGENADA<sup>1</sup>

Antonio Clementino dos Santos<sup>2</sup>, Albericio Pereira de Andrade<sup>3</sup>,  
Ivandro de França da Silva<sup>3</sup> e Gilvaneide Alves de Azeredo<sup>2</sup>

## ABSTRACT

TEMPORAL VARIABILITY OF PLUVIAL PRECIPITATION AND YIELD OF HERBACEOUS COTTON IN DIFFERENT SYSTEMS OF SOIL MANAGEMENT AND NITROGEN FERTILIZATION

In order to analyze the effects caused by rain temporal variability on development of herbaceous cotton as a function of nitrogen fertilization and soil management system, experiments were carried out during four years in Alagoinha, Paraíba State, Brazil (1995, 1996, 1997, and 1999). It was used the cultivar CNPA 7H sowed in bed pits and in beds covered with plastic under four rates of nitrogen (0 kg ha<sup>-1</sup>, 30 kg ha<sup>-1</sup>, 60 kg ha<sup>-1</sup> and 90 kg ha<sup>-1</sup>) in randomized blocks with three replications. Crop phenological stages, biomass accumulation, and yield and its components were analyzed. The annual rainfall average in the period was 1,028 mm with large variation in the total amount of precipitation among the years evaluated, and its distribution in each year. It is clearly observed the rainy period from March through August. The vegetative and reproductive stages of the crop changed according to the rain distribution during the cotton development phases. There was a large variation among soil management systems and nitrogen doses as a function of time.

KEY WORDS: *Gossypium hirsutum* L., fertilization, phenological stage, biomass.

## RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos da variabilidade temporal da precipitação pluvial sobre o desenvolvimento do algodoeiro herbáceo, em função da adubação nitrogenada e de sistemas de manejo do solo. Realizaram-se experimentos no município de Alagoinhas-PB, nos anos de 1995, 1996, 1997 e 1999. Utilizou-se a cultivar CNPA 7H, plantada em cova, em camalhão desnudo e em camalhão com plástico, sob quatro doses de nitrogênio (0 kg ha<sup>-1</sup>, 30 kg ha<sup>-1</sup>, 60 kg ha<sup>-1</sup> e 90 kg ha<sup>-1</sup>). O delineamento experimental foi blocos casualizados com três repetições. Nos experimentos, avaliaram-se os estágios fenológicos da cultura, a acumulação e o rendimento de biomassa, bem como os seus componentes. Verificou-se uma precipitação pluvial média anual de 1.028 mm, com grande variação da quantidade total de precipitação entre os anos avaliados e de sua distribuição durante cada ano, sendo nítido o período chuvoso nos meses de março a agosto. Os estágios vegetativo e reprodutivo do algodoeiro variaram de acordo com a distribuição da precipitação pluvial durante as fases de desenvolvimento, tendo ocorrido grande variação em relação aos sistemas de manejo do solo e às doses de nitrogênio em função do tempo.

PALAVRAS-CHAVE: *Gossypium hirsutum*, adubação, estágios fenológicos, biomassa.

## INTRODUÇÃO

A relação entre produtividade e precipitação pluvial é muito estreita. Em anos com precipitação normal, a cultura do algodoeiro responde significativamente bem aos insumos e inovações tecnológicas aplicados. Estudos mais detalhados sobre o comportamento da absorção de água pela cultura do algodoeiro são apresentados por Doorenbos & Kassam (1994).

O algodoeiro é exigente em termos de clima e de solo. Para produzir satisfatoriamente, requer clima com período de 140 a 160 dias predominantemente ensolarados, com média de temperatura superior a 20°C, precipitação de 700 mm e solos medianamente profundos e de média a alta fertilidade (Beltrão *et al.* 1993). Segundo Azevedo *et al.* (1993), o algodoeiro herbáceo apresenta taxa diária de consumo hídrico relativamente baixa, mesmo em climas quentes e com suprimento adequado de água no solo, não ultra-

1. Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, apresentada a Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água. Trabalho recebido em mar./2005 e aceito em mai./2006 (registro nº 624).

2. Universidade Federal do Tocantins, Araguaína -TO. E-mails: clementino@uft.edu.br, azeredogil@yahoo.com.br

3. Centro de Ciências Agrárias/UFPB, Dep. Solos e Eng. Rural. Areia, PB. E-mail: albericio@uol.com.br; ivandro@cca.ufpb.br

passando 450 mm durante o ciclo vegetativo, no caso de cultivares precoces.

Carlesso (1998) informa que a água disponível para as plantas e potencialmente extraível do solo está relacionada com a produtividade das culturas da seguinte maneira: *i*) a taxa de extração, relacionada à demanda evaporativa da atmosfera, determina se a cultura está ou não submetida a um déficit hídrico; *ii*) a quantidade de água extraída pela cultura determina a produtividade possível em uma situação de água limitante às plantas; e *iii*) a variação temporal de extração de água determina o tempo de duração da produção de carboidratos (biomassa) em situação de déficit hídrico.

As relações que envolvem clima, água e solo são complexas, incluindo muitos processos biológicos, fisiológicos, físicos e químicos. Neste contexto, a água desempenha papel essencial na manutenção e preservação das condições vitais da planta (Awad & Castro 1983). A disponibilidade de água às plantas, segundo Matzenauer *et al.* (1995), é o fator que com maior frequência e intensidade afeta o rendimento das culturas. Adicionalmente, o sistema de manejo também influencia no resultado final da cultura, exercendo efeitos mais significativos nos estágios fenológicos da cultura do que, por exemplo, a adubação nitrogenada.

Quando se objetiva estudar a eficiência do uso da água disponível, a utilização da cobertura morta, seja com resíduos vegetais ou com plásticos, promove modificações tanto no conteúdo de água, como na temperatura do solo, beneficiando as explorações agrícolas (Diniz 1996). Porém, Silva *et al.* (1998) concluíram que o déficit de água não altera a maturidade, o comprimento, a finura, nem a resistência das fibras, na condição de cultivo convencional. No entanto, deve-se observar, que os efeitos produzidos pelo estresse hídrico nas variáveis citadas estão na dependência da duração e da intensidade do déficit de água.

Em relação aos camalhões, Bertoni & Lombardi Neto (1990) salientam suas vantagens, quando comparados aos preparos convencionais do solo. Destacam que em zonas mais secas o uso de camalhões deve ser preferido, em razão de apresentarem alta capacidade de retenção da água das chuvas, sendo ainda mais eficientes ao serem usados com outras práticas como, por exemplo, a cobertura vegetal morta. Não obstante, esses autores afirmam que o uso de cobertura vegetal morta necessita de bom nível de fertilidade do solo, principalmente em nitrogênio, uma vez que, ao se aumentar a quantidade

e a atividade dos microrganismos, estimula-se a decomposição da matéria orgânica, o que determina a rápida redução da disponibilidade deste nutriente no solo.

O estudo da adubação e do manejo com cobertura morta permite, ao longo do tempo e em função da precipitação pluvial (distribuição e quantidade), avaliar como se comportam as culturas, qual o manejo adequado para cada localidade e como melhorar o rendimento sobre as condições de sequeiro. Partindo-se do exposto, e devido a escassez de informações relativas ao tema, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da variabilidade temporal da precipitação pluvial sobre o rendimento e o desenvolvimento do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), em diferentes condições de adubação nitrogenada e de sistemas de manejo de solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante os anos de 1995, 1996, 1997 e 1999, na Estação Experimental da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA-PB), Alagoinha-PB, situada entre 6°54'16"S e 6°59'44"S, 35°27'57"W e 35°36'00"W, a 140 m de altitude. O clima é do tipo As' de Köppen, quente e úmido, com chuvas de outono-inverno e precipitação média anual de 1.100 mm. O solo foi classificado como Argissolo vermelho-amarelo eutrófico, textura argilosa, com relevo suave ondulado (Embrapa 1999). A cultivar de algodoeiro utilizada foi CNPA 7H. As características físicas e químicas da área em estudo encontram-se na Tabela 1.

Os tratamentos, para os anos de 1995 e 1996, foram constituídos das combinações de três sistemas de manejo do solo (convencional – CV, camalhão

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo da área experimental com algodoeiro herbáceo, no município de Alagoinha, PB.

Características físicas								
Camada (cm)	Textura (g kg <sup>-1</sup> )			Densidade (kg dm <sup>-3</sup> )		PMP <sup>3</sup> (g kg <sup>-1</sup> )		
	Areia	Silte	Argila	Solo	Partícula			
0-10	605	295	100	1,59	2,66	0,40	67,0	64,0
10-20	629	254	117	1,66	2,75	0,40	87,0	86,9
20-30	629	253	118	1,68	2,67	0,37	99,7	96,0
Características químicas do solo								
Camada (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	P (mg dm <sup>-3</sup> )	K <sup>+</sup> (mmol dm <sup>-3</sup> )	Al <sup>3+</sup> (mmol dm <sup>-3</sup> )	Ca <sup>++</sup> +Mg <sup>++</sup> (mmol dm <sup>-3</sup> )	C (g dm <sup>-3</sup> )		
0-10	5,7	1,80	1,46	18	29	7,0		
10-20	5,9	1,20	0,55	24	33	5,7		
20-30	6,2	0,60	0,37	21	24	4,4		

<sup>1</sup> - Pt: Porosidade total; <sup>2</sup> - CC: Teor de água na capacidade de campo;

<sup>3</sup> - PMP: Teor de água no ponto de murcha permanente.

desnudo – CD, e camalhão + plástico – CP) e quatro doses de nitrogênio (0 kg ha<sup>-1</sup>, 30 kg ha<sup>-1</sup>, 60 kg ha<sup>-1</sup> e 90 kg ha<sup>-1</sup>), num arranjo fatorial 3 x 4, distribuído em blocos completos casualizados com três repetições.

A época de semeadura ficou condicionada ao período de início das chuvas, sendo que em ambos anos de avaliação, foi realizada no mês de março. O plantio foi feito em parcelas de cinco fileiras simples, de 5,0 m, com espaçamentos de 1,0 m entre fileiras e 0,15 m entre covas. A semeadura foi efetuada manualmente, a 5,0 cm de profundidade, colocando-se três sementes por cova. Após a germinação, foi realizado um desbaste deixando-se duas plantas por cova. A adubação com P e K e a calagem foram realizadas de acordo com a análise de solo. Os tratamentos culturais constaram de capinas manuais e controle de pragas e doenças.

Nos anos de 1997 e 1999, os tratamentos utilizados constituíram-se de dois sistemas de manejo do solo, CD e CP, no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. As medições de precipitação pluvial ao longo dos anos (1981 – 1999) foram realizadas por meio de leituras diárias, em pluviômetros instalados em cada área experimental.

O desenvolvimento da cultura foi avaliado ao longo de quatro estágios fenológicos do algodoeiro (Vieira *et al.* 1998): 1) da emergência ao aparecimento dos primeiros botões florais; 2) do botão floral ao início da floração; 3) da floração ao encerramento do crescimento vegetativo; e 4) do ponto de "cutout" à maturação. Também foram determinados a acumulação de biomassa e o rendimento (kg ha<sup>-1</sup>) de algodão em caroço.

Os tratamentos foram submetidos a análise de variância, seguida de aplicação teste de Tukey (5% de probabilidade) para os fatores qualitativos, e de análises de regressão polinomial para os fatores quantitativos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Distribuição interanual da precipitação pluvial*

Observaram-se que 75% do total da precipitação pluvial nos anos estudados concentraram-se nos meses de março a agosto (Tabela 2), o que representou, em média, 767 mm. A série climatológica estudada forneceu, para a microrregião de Guarabira (Alagoínia-PB), a precipitação média anual de 1.028 mm, com o ano de 1986 como o mais chuvoso, apresentando um total de 1.709 mm, e o ano de 1998 como o menos chuvoso, com 531 mm.

Tabela 2. Precipitação acumulada no período de março a agosto, nos anos de 1981 a 1999 (município de Alagoínia, PB).

Ano	Total anual mm	Início das chuvas dia/mês	Total no período mm	
1981	857	12/03	523	60,9
1981	857	12/03	523	60,9
1982	1.001	08/04	672	67,1
1983	909	03/02	601	66,1
1984	943	26/03	701	74,3
1985	1.598	10/02	1.099	68,8
1986	1.709	01/03	1.117	65,3
1987	825	14/03	696	84,4
1988	1.178	09/03	926	78,6
1989	1.182	25/03	1.067	90,3
1990	694	14/04	579	83,4
1991	758	29/03	648	85,5
1992	1.182	11/02	807	68,3
1993	850	-	663	78,0
1994	1.520	15/03	1.154	75,9
1995	1.177	16/02	916	77,8
1996	1.048	24/02	791	75,5
1997	889	12/03	640	72,0
1998	531	09/05	465	87,6
1999	689	-	513	74,4
Média	1.028		767	75

Verificou-se, ainda, que o início das chuvas é variável de ano para ano, ficando o plantio das culturas anuais na dependência do início do período chuvoso. Observou-se também que a distribuição da precipitação pluvial no decorrer do tempo é bastante variável, com valores muito discrepantes em relação à precipitação média anual (Figura 1).

Os maiores problemas relacionados à variação em torno da precipitação média anual estão na concentração de valores que ocorrem continuamente abaixo da média, com reflexos diretos no armazenamento de água no solo e na sua disponibilidade para a cultura. Grande parte dos riscos climáticos atuantes em uma área agrícola é oriunda da falta ou do excesso da precipitação pluvial. Outro fator também observado é a irregularidade da distribuição e da quantidade de precipitação pluvial dentro de um mesmo período. Conforme afirma Cunha (1996), a dinâmica atmosférica nas regiões tropicais se caracteriza por notável irregularidade, estando sujeita a apresentar comportamentos distintos, resultando totais de chuva

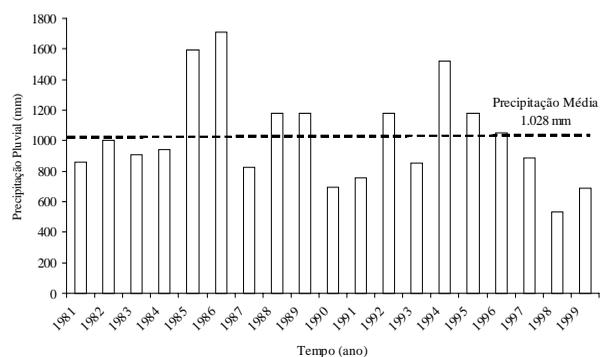


Figura 1. Precipitação pluvial anual no período de 1981 a 1999 na área experimental, localizada no município de Alagoínia, PB.

diferentes e afastados dos valores normais de cada ano. Em relação à chuva, provavelmente o aspecto mais importante para a agricultura, em geral, além da sua quantidade e variabilidade, seja a sua frequência, isto é, o número de dias, dentro de um mês ou estação, no qual ocorra esse evento.

### Acumulação de biomassa

Uma grande variabilidade na produção de biomassa, em relação à precipitação pluvial, foi verificada nos diferentes sistemas de manejo. Os maiores acúmulos de biomassa foram obtidos no período em que o acúmulo pluvial foi de 531 mm para o sistema de manejo com camalhão + plástico, que diferiu significativamente do sistema de camalhão desnudo. Os demais tratamentos apresentaram diferenças significativas entre si, em relação aos sistemas de manejo, no entanto, os valores de biomassa ficaram bem abaixo dos alcançados na precipitação de 531 mm (Figura 2).

A análise dos resultados permitiu verificar que a precipitação total não é o principal fator responsável pela acumulação de biomassa, ou seja, nem sempre a maior precipitação é a que resulta na melhor resposta. O acúmulo de biomassa está condicionado a outros fatores como a distribuição e o volume da precipitação pluvial durante o ciclo da cultura, a adubação, entre outros, tornando-se difícil afirmar precisamente quando o fator limitante é a precipitação pluvial e qual a melhor quantidade total de chuvas para se obter certo acúmulo de biomassa ou rendimento. A dinâmica da água no solo decorrente de precipitação pluvial é diferente daquela de um sistema de irrigação, em que a água é distribuída regularmente de acordo com as necessidades durante o ciclo da cultura. Essas variações na distribuição da

precipitação terminam provocando estresse à cultura. Neste sentido, Silva *et al.* (1998), trabalhando com estresse hídrico na cultura do algodoeiro, encontraram no tratamento não estressado, valor final da acumulação de biomassa de 106,4 g planta<sup>-1</sup>, enquanto no tratamento sob estresse, o acúmulo final de biomassa alcançou apenas 79,7 g planta<sup>-1</sup>.

No geral, verificou-se que, apesar das variações ocorridas na precipitação pluvial durante os anos 1995, 1997 e 1999 (789,2 mm; 530,8 mm e 293,8 mm, respectivamente), o sistema de manejo do solo com camalhão + plástico (CP) apresentou-se como o mais eficiente na acumulação de biomassa, quando comparado aos outros dois (CD e CV). Neste caso, constatou-se ainda que entre os sistemas de manejo utilizados, CP foi o mais eficiente na utilização da água do solo, pois diminuiu a competição por ervas daninhas. Essas constatações estão de acordo com os resultados de Andrade (1992) e Arruda (1999), que mostraram ser a altura de plantas, a área foliar e a acumulação de biomassa afetadas pelo sistema de manejo do solo, sendo a cobertura de plástico preto a que apresentou maior eficiência na acumulação de biomassa.

### Rendimento de biomassa

Analisando-se as curvas de resposta que relacionam o rendimento do algodoeiro às doses de nitrogênio (Figura 3), observa-se um maior rendimento de algodoeiro no ano de 1996, quando a precipitação pluvial foi de 763 mm, atingindo um máximo de 2.035 kg na dose de 60 kg de N. Já no ano de 1995, quando a precipitação foi de 789 mm, o rendimento foi inferior, porém, a produtividade cresceu linearmente com o aumento das doses de nitrogênio. Este fato pode ser

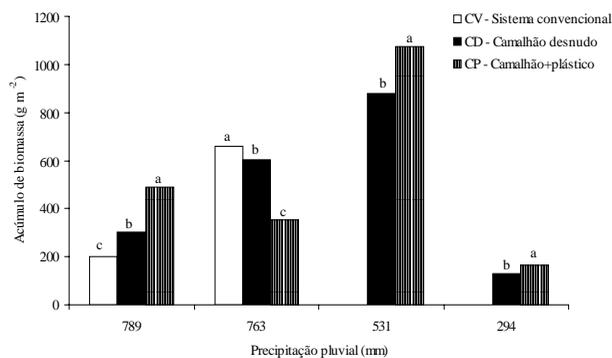


Figura 2. Efeito da precipitação acumulada e dos sistemas de manejo sobre a acumulação de biomassa do algodoeiro herbáceo, em 1995 (789,2 mm), 1996 (762,7 mm), 1997 (530 mm) e 1999 (293,8 mm), em Alagoinha, PB.

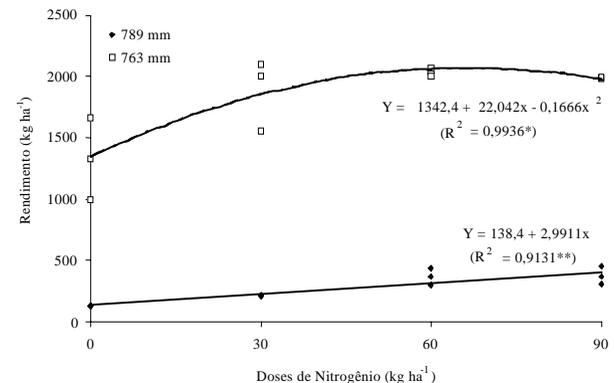


Figura 3. Efeito das doses de N e da precipitação acumulada sobre o rendimento do algodoeiro herbáceo, em 1995 (789 mm) e 1996 (763 mm), em Alagoinhas, PB.

atribuído às diferenças na distribuição das chuvas ao longo do ano.

Quanto ao rendimento do algodoeiro nos diferentes sistemas de manejo, levando-se em consideração as precipitações pluviárias ocorridas nos anos 1995, 1996, 1997 e 1999 (Figura 4), verificou-se uma grande variabilidade. Analisando-se os diferentes períodos de precipitação, constatou-se que no ano com acúmulo pluviário de 763 mm houve um maior rendimento de capulhos em todos os sistemas de manejo, merecendo destaque o sistema convencional, que proporcionou o maior rendimento de capulhos, embora não diferindo estatisticamente de CP.

No ano 1997 (531 mm), observaram-se que os sistemas de manejo não diferiram entre si. Já em 1999 (294 mm), o sistema de manejo CP foi significativamente superior ao sistema CD. É importante destacar que CD apresentou, de um modo geral, rendimentos inferiores aos demais sistemas de manejo utilizados no trabalho. Não é fácil escolher qual o melhor sistema de manejo em relação ao rendimento, pois as precipitações pluviárias e as práticas culturais também exercem influência, e seus efeitos sobre o rendimento da cultura variam com o tempo. Este fato foi verificado também por Diniz (1996) e Santos (1998). Segundo Diniz (1996), a cobertura plástica proporciona uma maturação dos órgãos reprodutivos do algodoeiro num menor tempo, quando comparada aos sistemas camalhão e convencional. No entanto, devido à grande variabilidade espacial dos dados de produção do algodão em caroço, as análises não revelaram efeitos significativos, em nível de 5% de probabilidade, para os sistemas de manejo.

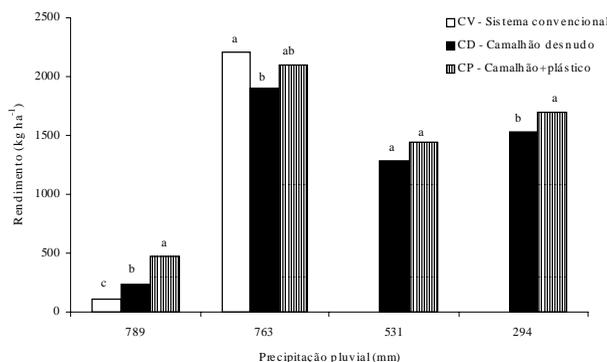


Figura 4. Efeito da precipitação acumulada e dos sistemas de manejo sobre o rendimento do algodoeiro herbáceo nos diferentes sistemas de manejo, em Alagoínhas, PB.

*Efeito da distribuição da precipitação pluviária nas fases fenológicas do algodoeiro*

O total acumulado de chuvas durante o ciclo da cultura, em 1995 (Figura 5a), foi de 789 mm; já em 1996 (Figura 5b), 763 mm; em 1997 (Figura 5c) foi de 531 mm; e em 1999 (Figura 5d), 294 mm. Logo, em 1995, o total acumulado de chuvas foi 3,4% superior em relação ao acúmulo de 1996, 48,6% superior à quantidade de 1997 e de 168% superior à quantidade de 1999, ou seja, a acumulação de chuvas do ano de 1995 foi superior à dos demais anos.

Com relação à distribuição das chuvas, esta só foi boa até 64 dias após o plantio (DAP), isto é, até o início da floração (estágio 2). Portanto, quase todo o período reprodutivo da cultura ficou sob deficiência de precipitação pluviária. Já o ano de 1996, apesar de apresentar uma precipitação total durante o ciclo da cultura de 763 mm, em termos de distribuição de chuvas, apresentou falhas dos 37 aos 70 DAP (estágio 2 – início da floração) e dos 85 aos 112 DAP (estágio 3 – floração). Entretanto, em termos de intensidade de chuva por dia, esta foi maior neste ano em comparação ao ano de 1995. Isso, conseqüentemente, influenciou no armazenamento de água no solo, caracterizando veranicos, diferentemente do ano 1995, em que todo o período reprodutivo foi prejudicado pela falta de precipitação. Já em 1997, o total da precipitação durante o ciclo da cultura foi inferior

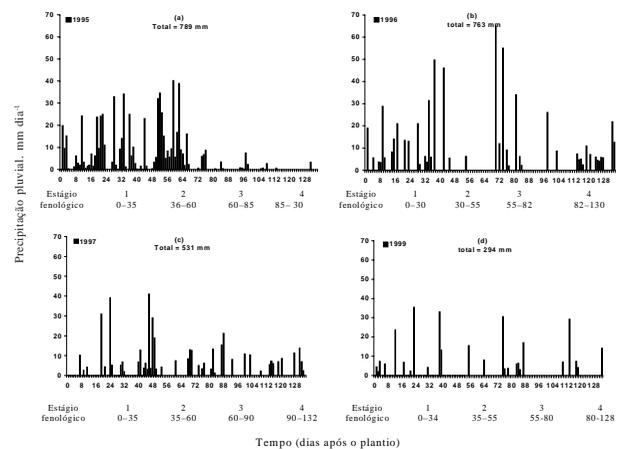


Figura 5. Distribuição da precipitação pluviária durante a condução dos experimentos com algodoeiro herbáceo: (a) 27/05 a 03/10 de 1995; (b) 24/03 a 03/08 de 1996; (c) 09/04 a 20/08 de 1997; e (d) 05/05 a 16/09 de 1999 (estágios fenológicos do algodoeiro: 1- da emergência ao aparecimento dos primeiros botões florais; 2- do botão floral ao início da floração; 3- da floração ao encerramento do crescimento vegetativo; e 4- do ponto de "cutout", encerramento do crescimento vegetativo, à maturação).

em relação ao do ano de 1996; porém, durante o ciclo da cultura ocorreu boa distribuição da precipitação pluvial, apesar da inferioridade da precipitação acumulada. Com relação a 1999, a distribuição das chuvas foi irregular e, conseqüentemente, influenciou de forma positiva no desenvolvimento e rendimento do algodoeiro herbáceo.

Observa-se na Figura 4 que a produção no ano de 1999 não se diferenciou daquela do ano anterior. Apesar disso, o acúmulo de matéria seca (Figura 2) foi inferior em comparação aos períodos anteriores. Constata-se, então, que nem sempre uma elevada produção de matéria seca resulta em aumento da produtividade da cultura. Isso porque outros fatores estão associados ao acúmulo de matéria seca para uma resposta produtiva satisfatória, por exemplo, se a cultura requer clima com período de dias predominantemente ensolarados, temperatura média superior a 20°C etc.

Os estudos dos diferentes estágios de desenvolvimento da planta, como a germinação, a emergência, o crescimento e o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, marcando-lhe as épocas de ocorrência e as respectivas características de fenologia de uma espécie de expressão econômica, constitui-se numa ferramenta eficaz de manejo. Isso possibilita identificar, por meio da observação dos caracteres morfológicos da planta, os momentos fisiológicos aos quais se encontram associados uma série de necessidades por parte do vegetal que, uma vez atendida, possibilitará um desenvolvimento normal da cultura e, em conseqüência, bons resultados (Câmara 1998).

Analisando-se a Figura 5, pode-se afirmar que, quando a distribuição da precipitação pluvial é irregular, o ciclo da cultura é antecipado e não se completa no período normal (Figuras 5a e 5b). Porém, quando a precipitação pluvial é bem distribuída, muito embora o total acumulado possa ser inferior ao valor ou valores comparados, as fases fenológicas do algodoeiro se completam no tempo normal. De acordo com Vieira *et al.* (1998), cada estágio de desenvolvimento do algodoeiro é caracterizado pela predominância de atividades fisiológicas distintas, fato este que implica na demanda de práticas culturais específicas, para cada estágio, tendo em vista suas respectivas otimizações para o desenvolvimento da planta como um todo. Parry (1990) enfatiza que desde 1980 muitos estudos vêm tentando compreender as interações entre a variabilidade climática e a resposta potencial das culturas. Isso porque as variações edafoclimáticas, além do manejo adotado,

sabidamente alteram a produtividade das espécies utilizadas pela agricultura brasileira.

## CONCLUSÕES

1. Independentemente das doses de nitrogênio e do sistema de manejo, o rendimento da cultura do algodoeiro herbáceo está diretamente relacionado à disponibilidade de água no solo. Em condições de sequeiro, essa disponibilidade depende muito mais da distribuição da precipitação pluvial no ciclo fenológico da cultura do que da sua quantidade.
2. O sistema de manejo com camalhão + plástico foi o mais eficiente em comparação aos sistemas convencionais e com camalhão desnudo, proporcionando maior acúmulo de biomassa e rendimento da cultura.
3. Devido à variabilidade de um ano para o outro, conclui-se que os resultados um só ano devem ser considerados apenas para obtenção de estimativas e não para a adoção definitiva do sistema de manejo para a cultura.

## AGRADECIMENTOS

A Capes-MEC, pela bolsa concedida ao primeiro autor, e ao Curso de Pós-Graduação em Manejo de Solos e Água do CCA/UFPB, pelo apoio na realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- Andrade, A. P. de. 1992. Compactación del suelo y sistema de laboreo. I - Respuesta del crecimiento del girasol a la compactación del suelo. II - Influencia del sistema de laboreo sobre la producción de soja em Segunda cosech. Tese de Doutorado. Universidade de Córdoba. Córdoba, Espanha. 198 p.
- Arruda, F. P. de. 1999. Emissão / abscisão de estruturas reprodutivas no algodoeiro herbáceo, CV. CNPA 7H, em função do sistema de manejo do solo e dos estresses hídrico e salino. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba. Areia, Paraíba. 134 p.
- Awad, M. & P. R. de C. Castro. 1983. Introdução à Fisiologia Vegetal. Nobel, São Paulo. 117 p.
- Azevedo, P. V. de, T. V. R. Ramalho, M. S. Amorim Neto, J. R. C. Pereira, J. Espínola Sobrinho & G. F. Maciel. 1993.

- Necessidades hídricas da cultura do algodoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 28 (7): 863-870.
- Beltrão, N. E. de, M., J. R. C. Bezerra & A. N. Barreto. 1993. Recomendações técnicas para cultivo do algodoeiro herbáceo de sequeiro e irrigado nas regiões Nordeste e Norte do Brasil. Embrapa/CNPA, Campina Grande, PB 72 p. (Circular técnica 17).
- Bertoni, J. & F. Lombardi Neto. 1990. Conservação do solo. FTDAS, São Paulo. 355 p.
- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1999. Sistema brasileiro de classificação de solos. Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro. 412 p.
- Câmara, G. M. de S. 1998. Fenologia da soja. Potafos, Informações Agrônomicas, 82: 1- 8.
- Carlesso, R. 1998. Disponibilidade de água às plantas em solos arenosos. p. 21-51. In Plantio direto em solos arenosos: alternativas de manejo para a sustentabilidade agropecuária. Curso de atualização em recomendação de adubação e calagem. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 75 p
- Cunha, A. R. da. 1996. O modelo gama de probabilidade aplicado ao estudo da distribuição da chuva na região administrativa de Bauru, SP. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista. Botucatu, São Paulo. 88 p.
- Diniz, J. A. 1996. Sistemas de manejo do solo e níveis de nitrogênio: efeitos sobre o estabelecimento, crescimento, desenvolvimento e rendimento do algodoeiro herbáceo. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba. Areia, Paraíba. 98 p.
- Doorenbos, J. & A. H. Kassam. 1994. Efeito da água no rendimento das culturas. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande. 306p. (Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem 33).
- Matzenauer, R., H. Bergamaschi, M. A. Berlato & J. Riboldi. 1995. Relações entre rendimento de milho e variáveis hídricas. Revista Brasileira de Agrometeorologia, 3 (1): 85-92.
- Parry, M. L. 1990. Assessment of the impact of climatic variability. p.18-35. In R. C. Muchow & J. A. Bellamy. Climatic risk in crop production: models and management for the semiarid tropics and subtropics. Austrália: CAB International. 544 p.
- Santos, R. F. dos. 1998. Sistemas de manejo do solo: efeitos sobre o crescimento e rendimento do algodoeiro herbáceo em condições de sequeiro. Monografia de Graduação. Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba. 56 p.
- Silva, B. B. da, C. B. Souza, T. V. R. Rao, P. V. Azevedo & J. E. Sobrinho. 1998. Efeitos do déficit hídrico sobre a fenometria e a tecnologia de fibra do algodoeiro herbáceo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 2 (1): 42-46.
- Vieira, R. de M., J. Landivar, N. E. de M. Beltrão & A. de Medeiros. 1998. Mapeamento fenológico do algodoeiro. Revista das Oleaginosas e Fibrosas, 2 (2): 123-132.