

**INFLUÊNCIA DO NITROGÊNIO NA
QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DA FIBRA
DO ALGODOEIRO**

PAULO ALMEIDA SCHMIDT

2005

PAULO ALMEIDA SCHMIDT

**INFLUÊNCIA DO NITROGÊNIO NA QUALIDADE E
PRODUTIVIDADE DA FIBRA DO ALGODOEIRO**

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para a obtenção do Título de “Mestre”.

Orientador
Prof. Dr. Antônio Carlos Fraga

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2005

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Schmidt, Paulo Almeida

Influência do nitrogênio na qualidade e produtividade da fibra do
algodoeiro / Paulo Almeida Schmidt. -- Lavras : UFLA, 2005.

60 p. : il.

Orientador: Antônio Carlos Fraga.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Algodão. 2. Fibra. 3. Qualidade 4. Nitrogênio. 5. Produtividade.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.51894

PAULO ALMEIDA SCHMIDT

**INFLUÊNCIA DO NITROGÊNIO NA QUALIDADE E
PRODUTIVIDADE DA FIBRA DO ALGODOEIRO**

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção de título de "Mestre".

APROVADA em 29 de julho de 2005

Prof. Dr. Pedro Castro Neto – UFLA

Prof. Dr. Juscélio Clemente de Abreu – UNINCOR

Prof. Dr. Cláudio Roberto Valério – ESACMA


Antônio Carlos Fraga
UFLA
(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

Ao Tio Godoy (in memorian),

pelos ótimos conselhos, que jamais vou poder retribuir, mas sempre serão lembrados e utilizados durante minha vida...

A Madrinha e Tia Nice,

pelos momentos de reflexão e aprendizados e conselho para vida.

Ao primo e afilhado Henrique e sua irmã Fernanda,

pelos momentos de alegria e boas risadas.;

OFEREÇO

Aos meus pais, Paulo Ambrosio Schmidt e Helena Almeida Schmidt, pelo eterno amor e compreensão.

Aos meus irmãos, Moises, Tobias, David Marcelino, e o futuro sobrinho que logo estará no meio de nós...

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Tenho a certeza que a missão de agradecer a todas as pessoas que de alguma forma estiveram comigo durante minha vida acadêmica será uma tarefa árdua e praticamente impossível de descrever somente nesta página. Mas tenha certeza de que todos aqueles que estiveram comigo sempre serão lembrados e relembrados nos encontros da vida e torcerei para reencontrar todas as pessoas que, de algum modo, me ajudaram para a realização desta dissertação.

Gostaria de agradecer, em especial:

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e a todos os professores que, com certeza, me ajudaram a concretizar esta dissertação.

Aos professores Antônio Carlos Fraga (Fraga) e Pedro de Castro Neto (Pedrão), pelas orientações da dissertação e até mesmo pelas orientações da vida. Também pela amizade que se formou e, principalmente, pelo ótimo estilo de trabalho e os bons momentos de descontrações.

A todos os colegas do curso de pós-graduação e graduação que, de alguma forma, sempre possibilitaram bons momentos de estudo e ou algumas horas de bate papo em algum local de qualidade superior à biblioteca...

Aos colegas Martim e André, pela ótima convivência durante o mestrado.

A todas as repúblicas, em especial à Republica Mata Burro, pelas festas e as ótimas amizades.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Instituto Agrônomo de Campinas, pelas análises gratuitas feitas no Laboratório de Pesquisas do Centro de Algodão e Fibrasas.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 A região algodoeiro do Brasil Central	3
2.2 O nitrogênio no algodoeiro	4
2.3 Adubação nitrogenada e dinâmica do nitrogênio no solo	4
2.4 Doses e épocas de aplicação de nitrogênio	8
2.5 Desenvolvimento e constituição das fibras	9
2.6 Interação nitrogênio fibras	10
2.7 Características tecnológicas das fibras	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Local do experimento	18
3.2 Plantio e tratos culturais.....	20
3.3 Delineamento experimental e análise estatística	22
3.4 Avaliação das características das plantas.....	22
3.4.1 Altura de plantas.....	23
3.4.2 Altura de inserção do primeiro ramo frutífero	23
3.4.3 Número de capulhos por planta.....	23
3.4.4 Número de entrenó por planta	23
3.4.5 Diâmetro do caule da planta.....	23
3.4.6 Peso de 20 capulhos.....	24
3.4.7 Produção de algodão em caroço	24
3.4.8 Parâmetros avaliados em laboratórios	24
3.5 Referências para a interpretação de resultados de laboratórios.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Análise de variância	30
4.2 Adubação de plantio	33
4.3 Adubação de cobertura	35
4.3.1 Características das plantas.....	35
4.3.1.1 Altura do primeiro capulho, número de entrenós, altura de plantas e diâmetro de caule.....	35
4.3.2 Características da produtividade.....	38

4.3.2.1 Número de capulhos, peso de 20 capulhos e produtividade.....	38
4.3.3 Qualidade de fibras.....	41
4.3.3.1 Micronaire, maturação e finura das fibras.....	41
4.3.3.2 Reflectância, índice de fiabilidade.....	45
4.3.3.3 Comprimento, uniformidade, índice de fibras curtas, tenacidade, cor, índice de alongação e açúcar na fibra	48
5 CONCLUSÕES	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

RESUMO

ALMEIDA SCHMIDT, Paulo. **Influência do nitrogênio na qualidade e produtividade da fibra do algodoeiro**. 2005. 60 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.¹

Para verificar a influência do nitrogênio na produtividade e qualidade das fibras do algodoeiro realizou-se um experimento na região oeste da Bahia, na Fazenda das Orquídeas, no ano agrícola de 2003/2004. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com os seguintes tratamentos: quatro doses de nitrogênio no plantio (00, 15, 30 e 60kg.ha⁻¹) de N com sete adubações de cobertura distribuídas da seguinte maneira: zero kg.ha⁻¹, 60kg.ha⁻¹ aplicados aos 35 dias após a emergência das plântulas, 120kg.ha⁻¹ aplicados aos 35 dias após a emergência das plântulas, ½ de 60kg.ha⁻¹ aplicados aos 25 dias e o restante 35 dias após a emergência, ½ de 120kg.ha⁻¹ aplicado aos 25 dias e o restante 35 dias após a emergência, ½ de 60kg.ha⁻¹ aplicados aos 35 dias e o restante 45 dias após a emergência, ½ de 120kg.ha⁻¹ aplicado aos 35 dias e o restante 45 dias após a emergência. Os dados coletados do experimento foram submetidos ao teste de análise de variância e, quando necessário, submetidos ao teste de médias Scott-Knott. Os tratos culturais seguiram recomendações da região. O resultado encontrado demonstra que a adubação de plantio somente influenciou positivamente a altura do primeiro capulho. A adubação de cobertura influenciou positivamente a produtividade, o número de capulhos, a altura de plantas, o diâmetro do caule e a altura do primeiro capulho, não afetando o peso de capulho. Já para as características tecnológicas das fibras o nitrogênio afetou algumas, mas não alterou a sua classificação comercial, não sendo necessário um estudo econômico para aplicação de nitrogênio, em função da qualidade.

¹ Comitê Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos Fraga (Orientador), Prof. Dr. Pedro de Castro Neto (Co Orientador)

ABSTRACT

ALMEIDA SCHMIDT, Paulo. **Nitrogen influence in quality and productivity of the cotton fibers**. 2005. 60 p. Dissertation (Master in Crop Science) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.¹

To verify the nitrogen influence on the productivity and quality of cotton plant fibers it was conducted an experiment in the east of Bahia at Fazenda das Orquideas, at the harvest year 2003/2004. The experiment was set up on random blocks, with the following treatments: four doses of nitrogen at planting, (00, 15, 30 and 60 kg.ha⁻¹) of N with seven fertilizers of covering distributed as follow: Zero kg.ha, 60kg.ha⁻¹ applied at 35 days after the rising of plants, 120 kg.ha⁻¹ applied at 35 days after the rising of plants, ½ of 60kg.ha⁻¹ applied at 25 days and the remaining 35 days after the rising, ½ of 120 kg ha applied at 25 days and the remaining at 35 days after rising, ½ of 60kg.ha⁻¹ applied at 35 days and the remaining at 45 days after rising, ½ of 120kg.ha⁻¹ applied at 35 days and the remaining 45 days after rising. The collected data of the experiment were submitted to variance analysis test and when necessary to an average test, the Scott-Knott test was used. The culture traits followed the region recommendations. The found result, show that the planting fertilizer only influenced positively the productivity at height the first boll. The covering fertilizer influenced positively the productivity, number of boll, the plants height stem diameter and height of first boll, not affecting the boll weight. Yet for the fibers technological characteristics the nitrogen affected some of them, but didn't change its commercial classification. An economical study is not necessary to apply nitrogen, because of the quality

¹ **Guidance committee:** Dr Antônio Carlos Fraga (Adviser), Dr Pedro de Castro Neto. (co adviser)

1 INTRODUÇÃO

A fibra do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), a mais importante das fibras têxteis naturais do mundo, atualmente é responsável por mais de 50% das fibras transformadas em fios. As lavouras de algodão receberam atenção especial a partir do final do século XX, com investimentos em pesquisas, tecnologias e formação de organizações de produtores. O algodão teve um aumento significativo de produção e qualidade, tornando o Brasil um produtor de destaque no mercado mundial na produção de fibras. No país o algodão já cobre mais de um milhão de hectares, tornando-se forte exportador de fibras de alta qualidade.

A cultura do algodoeiro foi introduzida no estado de São Paulo por volta de 1860 e se espalhou pelo Brasil central. Atualmente, o cerrado Centro-Oeste é a maior região produtora de algodão do país mais recentemente o Cerrado Baiano apresenta franca expansão alcançando, nesta safra, o patamar de segundo produtor nacional de algodão.

A cultura do algodoeiro necessita, para alcançar grande produtividade de fibra, com alta qualidade, de elevadas doses de fertilizantes. O nitrogênio é um dos mais requisitado, responsável por elevado custo de aquisição, alto custo de aplicação, além de sua grande complexidade de aplicação. Com doses excessivas de N, aumenta o custo de produção e ocorre um desenvolvimento vegetativo excessivo na planta, dificultando a colheita, aumentando o tempo de exposição a pragas e doença. Como consequência, aumentam os gastos com inseticidas e fungicidas, e inclusive diminuindo a produtividade em alguns casos. Vários fatores interferem na quantidade a ser aplicada, como clima, solo, variedade cultivada, tecnologia empregada, e o no modo e na época de suprimento de N para a cultura. Portanto, há a necessidade de buscar maneiras de maximizar a

produtividade e lucratividade buscando formas de aumentar a eficiência da adubação nitrogenada e a diminuição de custos.

O Brasil possui varias regiões produtoras de algodão com diferentes características e particularidades. Assim sendo, há necessidade de pesquisas incessantes e localizadas nas grandes regiões produtoras para que sejam os melhores resultados, aumentando-se a produtividade sem a perda da eficiência econômica.

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar doses e épocas de aplicação de N na cultura do algodoeiro e sua influência na produtividade e qualidade da fibra.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A região algodoeiro do Brasil Central

Caracteriza-se por ser uma área sob vegetação de cerrado brasileiro, cujas propriedades físicas, aliadas à topografia geralmente adequada têm permitido a expansão da fronteira agrícola para a região, cujo potencial é assim aproveitado (Malavolta & Kliemann, 1985). A maioria de seus solos constitui-se de Latossolos altamente intemperizados e podzólicos, com sérias limitações à produção de alimentos, no que diz respeito à baixa fertilidade natural. São solos ácidos que apresentam baixa disponibilidade de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, zinco, boro e cobre. Possuem ainda alta saturação por alumínio (m%), bem como alta capacidade de fixação de fósforo (Lopes, 1975; Lopes, 1977).

Além destes, outros fatores limitantes à produção merecem ser mencionados, como a) existência de uma estação seca bem definida, que no caso de algodão, favorece a qualidade da fibra, com duração de 5 a 6 meses (abril a setembro); b) ocorrência de períodos secos durante a estação chuvosa, geralmente associados a altas taxas de evapotranspiração; c) baixa capacidade de retenção de água; d) limitação do desenvolvimento radicular da maioria das culturas, em função da toxicidade de Al e ou deficiência de Ca nas camadas subsuperficiais do solo (Lopes & Guilherme, 1992).

Segundo Adamoli et al. (1986), a temperatura média anual varia de 22°C a 27°C e a temperatura média mensal mantém-se praticamente constante durante o ano todo. A radiação solar incidente é alta em toda a área. Assim, verifica-se que as características de temperatura e energia são favoráveis ao crescimento da maioria das culturas, durante o ano todo. A precipitação média anual situa-se

entre 1.200 e 1.800mm, concentrados entre outubro a março, o que desfavorece o ataque de doenças nos meses em que a cultura está no campo.

2.2 O nitrogênio no algodoeiro

O nitrogênio é um dos macronutrientes de importância fundamental nos componentes orgânicos das plantas, constituindo a parte contida nos aminoácidos, proteínas, nucleotídeos, coenzimas, pigmentos clorofilados e hormônios, entre outros compostos nitrogenados.

A deficiência de nitrogênio na planta se inicia, segundo Cassman (1993), Marcus-Wyner & Rains (1982), Mendes (1959) e Rosolem (1997), com sintomas de amarelecimento uniforme da parte vegetativa, mais intensa nas folhas mais velhas e, com o passar do tempo, ocorre quedas das folhas, já amarelas. O sintoma progride em direção às partes mais novas das plantas.

A produção de matéria seca é severamente afetada, tanto na parte aérea como nas raízes. O número de maçãs, a altura e o diâmetro do caule também são bastante afetados pela deficiência de N, com intensa queda de botões e ausência de flores nas partes mais novas da planta. Rosolem (1997), também destacou que a deficiência de N causou redução significativa nos teores de Ca, Mg e S, na parte aérea da planta, de acordo com os índices de Hinkle & Brown (1968).

2.3 Adubação nitrogenada e dinâmica do nitrogênio no solo

O rendimento de uma cultura é função direta da quantidade de nutrientes acumulados pela planta. Dentre várias vantagens que o uso de fertilizantes traz para as culturas Lopes (1996) cita algumas, como: aumento da produtividade das culturas, aumento do lucro do produtor, redução no desmatamento de áreas

virgens pelo aumento da produção nas áreas já cultivadas e aproveitamento e recuperação de áreas até há pouco tempo consideradas impróprias para a agricultura, como é o caso dos cerrados brasileiros.

Valiosos detalhes sobre o comportamento do nitrogênio no solo são apresentados por Fassbender (1975), Furtine Neto et al. (2001), Lopes (1989), Rajj (1987), e outros. De forma bem resumida, o N encontra-se no solo predominantemente em forma orgânica, uma pequena fração muito variável do teor total encontra-se nas formas inorgânicas de NH_4^{4+} e principalmente, NO_3^- . Os teores de N inorgânico do solo são altamente dinâmicos, sendo alterados constantemente em razão dos processos de mineralização (decomposição) da matéria orgânica e da imobilização (fixação temporária do N em microrganismos e ou plantas), os quais atuam simultaneamente. A fração inorgânica representa a diferença entre o N mineralizado e o N imobilizado caracterizando o N disponível no solo, do qual parte pode ser absorvida pelas plantas. As quantidades disponíveis também dependem de fatores relacionados à matéria orgânica (cultura anterior, relação C/N dos resíduos e teor de matéria orgânica do solo) bem como de fatores que afetam a mineralização (aeração, umidade, temperatura, pH e reações do solo).

De maneira geral, no sistema de plantio convencional há redução gradativa do teor de matéria orgânica, diminuindo constantemente o suprimento de N pela matéria orgânica. Em consequência, ocorre aumento das respostas à adubação nitrogenada, sendo a uréia e o sulfato de amônio as fontes nitrogenadas mais utilizadas na agricultura brasileira (Barbosa Filho & Silva, 2001). Do mesmo modo, torna-se cada vez mais difícil a previsão do suprimento de N.

Também deve-se considerar mais dois tipos de perdas que ocorrem por volatilização e ou lixiviação da adubação nitrogenada.

A denitrificação não biológica, ou volatilização, passou a ter maior importância econômica com o forte incremento das doses de N na adubação, principalmente na forma de uréia (Fassbender, 1975; Lara Cabezas & Trevelin, 1990). Lara Cabezas et al. (1997), relatam perdas de até 78% da quantidade aplicada de N aos 28 dias após a aplicação de uréia na superfície do solo, e as perdas se reduzirão a 2,1% quando incorporados a uma profundidade de 5 a 7cm. A uréia, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, se hidroliza, formando carbonato de amônia, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, o qual é instável e se decompõe em amônia NH_3 e CO_2 . A amônia quando não transformada em amônio, é facilmente perdida para a atmosfera.

Estudando o balanço do nitrogênio no sistema solo-planta após aplicação de 60 kg/ha^{-1} de uréia, utilizando o milho como indicador biológico, Coelho et al. (1991) constataram que a perda por lixiviação abaixo dos 90cm correspondeu a apenas 4% do N aplicado. Cerca de 56% foram extraídos pela cultura e 23% permaneceram no solo na camada de 0-90cm. O destino dos restantes 17% foi atribuído a outros processos não determinados no trabalho. Segundo Hutmacher et al. (1999), desde que o solo tenha ótimas características para o enraizamento, o algodoeiro vai extrair somente uma pequena quantidade de nitrogênio situado em camadas de solo abaixo de 1,2m de profundidade. Caso contrário, e provável que o N esteja perdido para finalidade agrônômicas.

Pelo menos dois grandes inconvenientes advêm do emprego de fertilizantes nitrogenados solúveis no sulco de plantio, segundo Fuzatto (1965); se, após a semeadura, ocorrer um período de seca, haverá uma grande concentração de sais bem próximo às sementes, causando prejuízos à germinação e mais tarde, danos às raízes das plantas ainda novas. Por outro lado, período de maior absorção do nutriente pelo algodoeiro se inicia com o aparecimento dos primeiros botões florais. Mendes (1960) alerta para o fato que os adubos nitrogenados solúveis podem ser arrastados pelas chuvas para camadas mais profundas do solo, antes que as plantas aproveitem o nutriente.

De acordo com Felix et al. (2004) as perdas relativamente pequenas do fertilizante N e da recuperação elevada nas plantas indicam que a aplicação do nitrogênio pós-plantio é uma maneira agronomicamente eficiente de fornecer ao algodão os fertilizantes nitrogenados sob as circunstâncias dadas da produção. Entretanto, as aplicações parceladas de N nem sempre resultam em uma resposta significativa do rendimento (Hutmacher et al., 2004). É possível que os diferentes tipos de aplicações parceladas, ou até mesmos em pré-plantio, assim como outras variações na aplicação, poderão melhorar a eficiência do uso do fertilizante e diminuir suas doses, desde que ocorra condição ideal de tempo para aquele tipo de aplicação de nitrogênio.

Felix et al. (2003) obtiveram um relacionamento geralmente positivo entre o aumento da quantidade água, aproveitamento de N e o aumento de produtividade. Entretanto, a gerência eficiente de N deve incluir uma avaliação do solo, N residual, tipo do solo e de circunstâncias climáticas anuais, entre outras. Já a diminuição na quantidade da água resultou em uma diminuição na eficiência do N, sendo que uma redução de doses de N aumentado a sua eficiência agrônômica (Aujla et al., 2005).

Campos et al. (1993) observaram, no Brasil, que a resposta da cultura à adubação nitrogenada está diretamente relacionada às condições de umidade do solo, uma vez que este nutriente é absorvido quase na sua totalidade por fluxo de massa; em áreas irrigadas, a aplicação de doses de 120 kg de N/ha proporcionou melhores resultados. Faria (1990) encontrou resultados semelhantes, segundo os quais a melhor produtividade por planta e por área ocorreu com as maiores quantidades de água e nitrogênio aplicados à cultura.

Em experimentos realizados na região produtora de algodão da Bahia (oeste baiano) por Ferreira et al. (2004), no qual foram avaliadas a qualidade das fibras e a produtividade com doses e tipos de aplicação N, houve uma

diminuição da produtividade e algumas características da fibra, com incremento de doses de N. Mas, os mesmos autores observaram que é prudente recomendar a restituição da quantidade exportada, fornecendo-a parcelada para a cultura, objetivando que sua eficiência se mantenha acima de 71%. Com essa eficiência da adubação, a dose de N deve variar entre 150 a 211kg/há, usando as menores doses para os anos de maior risco na produção ou menor relação (@ de algodão/kg de nutriente). Porém os dados desse experimento mostram, novamente, como é complicado o dimensionamento ideal da dose de N a ser aplicada.

2.4 Doses e épocas de aplicação de nitrogênio

O uso de doses adequadas e balanceadas de fertilizantes ocupa lugar de destaque dentre os diferentes fatores de produção e produtividade (Lopes, 1996). Lopes & Guilherme (1990) afirma que a adubação assume lugar de destaque no processo produtivo.

As recomendações das quantidades e as épocas de aplicação dos adubos nitrogenados foram estudadas intensamente no EUA, conforme trabalhos citados por Christidis & Harrison (1955). Como a definição da quantidade e da época está intimamente associada aos fatores clima, tipo de solo e adubo empregado, as recomendações não têm sido generalizadas, mesmo porque os resultados de campo costumam ser contraditórios entre trabalhos e, até mesmo, entre trabalhos de um mesmo autor. Um exemplo no qual as recomendações foram contraditórias em uma mesma região ocorreu no Texas. Onde comparou-se a aplicação de adubo nitrogenado, no plantio ou em cobertura. Em alguns locais, o primeiro método mostrou-se superior e, em outros, o segundo foi mais eficiente.

Furlani Junior et al. (2001), estudando o efeito da aplicação de três doses de N (30 40 70) kg de N/ha aplicado em quatro épocas (20, 30, 40 e 50 dias após

a emergência) não encontraram diferenças significativas, com relação à produção e altura das plantas. O mesmo autor, Furlani Junior (2003), discordando do seu trabalho em 2001 achou diferença significativa em doses de N parceladas em cobertura, em que teve aumento de produtividade e nos valores de N foliar que ocasionaram diminuição na porcentagem de fibra.

Mendes (1960) observou que o período de maior absorção de nitrogênio ocorre, principalmente, entre 30 e 90 dias após a emergência. Silva et al. (1986) observaram que o parcelamento da adubação nitrogenada não foi eficiente, apresentando tendência de diminuição de produção quando a adubação foi realizada tardiamente (85–90 dias após a emergência). Isto ocorre, segundo os autores, devido a um favorecimento do crescimento vegetativo em detrimento da produção, demonstrando, assim, que, apesar do algodoeiro apresentar grande necessidade de nitrogênio, o fornecimento na época inadequada pode proporcionar resultados não satisfatórios.

Bondada et al. (1997) comentam que o requerimento de nitrogênio pelo algodoeiro é alto, principalmente durante a fase reprodutiva, quando os capulhos importam grandes quantidades de N das folhas, o que causa um declínio na atividade fotossintética.

2.5 Desenvolvimento e constituição das fibras

A fibra do *G. hirsutum* é linear e feita de uma única célula, que é a mais longa da planta. Essa fibra é caracterizada como um biopolímero com diâmetro variando de 11µm a 22µm de diâmetro e de 1000 a 3000 vezes maior em comprimento.

A fibra do algodão é a diferenciação das células epidermal da semente tornando-se em fibras Kim & Triplett (2001). Basra & Malik (1984) dividiram o

desenvolvimento da fibra do algodão em quatro estágios: (I) a iniciação da fibra ocorre logo após a antese e é razoavelmente sincronizada em cada óvulo; (II) alongação da célula da fibra também ocorre de maneira sincronizada e a expansão da célula inicia-se logo após a antese e leva, aproximadamente, 21 a 26 dias, alongando-se aproximadamente 30mm; (III) deposição da celulose na parede secundária da célula e engrossamento, levando mais três a seis semanas; (VI) maturação.

Aproximadamente 25% das células da epiderme ovular diferenciam-se nas fibras comercialmente importantes.

A fibra do algodão é constituída por: cutícula – camada externa, fina e resistente que protege a fibra; parede primária – posiciona-se logo abaixo da cutícula, sendo responsável pelo comprimento e finura da fibra; parede secundária – posiciona-se logo abaixo da parede primária, e seu principal constituinte é a celulose, responsável por mais de 90% do peso total da fibra, que determina a maturidade e resistência da fibra; lúmen – trata-se de um canal central circular da fibra.

2.6 Interação nitrogênio fibras

Apesar das décadas de pesquisa sobre efeitos de N no aumento de produtividade e desenvolvimento do algodoeiro (Gerik et al., 1998), poucos são os estudos em respostas quantitativa da qualidade da fibra em relação a N. O crescimento e o desenvolvimento da fibra são os traços dinâmicos que mudam durante todo um período longo do crescimento e do desenvolvimento do capulho e os fatores ambientais e da gerência do N durante este período podem potencializar ou modificar as propriedades da fibra (Bradow & Davidonis, 2000; Reddy et al., 1999).

Reddy (2004a) demonstram resultados que a qualidade da fibra é muito sensível à fonte de N, e foi sugerido por vários autores, que o ácido indol acético (AIA), que é produzido em resposta à fertilização com N, tem um papel importante na produção da fibra (Beasley & Ting, 1974; Gokhani & Thaker, 2002); Nathani et al., 1982. Isto pode ser devido à exigência de N na produção da enzima da síntese de AIA (Bulatova & Pomaz, 1984). Sims et al. (1998) mostraram reduções na síntese da enzima fotossintética devido à disponibilidade reduzida de N.

O aumento da qualidade da fibra observado para as plantas cultivadas em concentrações crescentes de N foi devido ao aumento do fluxo de hidrato de carbono durante o desenvolvimento do capulho. As correlações foram observadas entre a fotossíntese e a qualidade da fibra, significando uma relação indireta entre o aumento de nitrogênio e melhoras na qualidade das fibras (Pettigrew, 1995 e 2001; Tewolde & Fernandez, 2003). No contraste, alguns estudos mostraram que o efeito de N em propriedades da fibra não era significativo (Bauer et al., 1993; Elayan, 1992; Phipps et al., 1997; Sawan et al., 1997).

Alguns trabalhos descrevem diferentes influências do N na qualidade e produtividade da fibra do algodoeiro, tendo alguns estudos concluído que a nutrição com N não afeta alguns dos parâmetros da qualidade da fibra (Murray et al., 1965; Bowman & Westerman, 1994). Outros autores como Rochester et al. (2001) citam que aumentar a taxa da aplicação do fertilizante de N geralmente aumenta o comprimento da fibra, e tende a aumentar a força da fibra, visto que o micronaire tende a declinar.

Segundo Reddy (2004b), os parâmetros do comprimento da fibra, tais como o comprimento médio da fibra, mostraram uma tendência quadrática em reação às quantidades de N durante o período de maturação dos capulhos PMC e

aumentaram em comprimento enquanto o N na folha no (PMC) aumentou. No contraste, alguns estudos mostraram que N teve um efeito muito pequeno no comprimento e na força da fibra (Bauer et al., 1993; Ebelhar & Welch, 1996).

Singh et al. (1989) relataram que houve o aumento do comprimento e da finura com o aumento das doses de N, mas os coeficientes da maturidade diminuindo também a força da fibra. Assim pode-se sugerir que existem mais interações que ainda não foram estudadas para explicar os resultados contraditórios. Constable & Hearn (1981) relataram que a qualidade da fibra foi comprometida somente nas colheitas com severa deficiência de nitrogênio e, com crescentes doses de N, normalmente ocorre aumento do comprimento e a força da fibra, mas diminuem o micronaire, de forma similar a alguns resultados já relatados.

O índice de fibras curtas (IFC) está ganhando importância como um componente no processamento de fibras e os resultados mostram um IFC mais elevado nas plantas com menor concentração de N, durante o processo de maturação dos capulhos. Quando as células da fibra do revestimento de semente começam a crescer, por aproximadamente 3 semanas, nas condições de baixa concentração de N da folha, reduzem o comprimento da fibra (Constable & Hearn, 1981; Perkins & Douglas, 1965), o que pode ter sido a causa de um IFC mais elevado.

Os efeitos dos fertilizantes nitrogenados nas propriedades das fibras são normalmente, devido à falta de os aos capulhos amadurecerem mais tarde em estação sob temperaturas mais frescas (Hearn, 1976), o que também foi observado por Rochester et al. (2001).

Segundo Boquet et al. (2004), micronaire, comprimento, resistência, uniformidade, alongação e índice de fibras curtas sofreram uma pequena

influência das doses de N aplicado, mas não justifica uma prática econômica de aplicação de N em função da pouca variação da qualidade de fibras.

Sabino et al. (1994) observaram que não houve diferenças de qualidade de fibras quando se utilizou sulfato de amônio e uréia como fontes de nitrogênio, e obtiveram aumentos significativos de natureza linear para as propriedades tecnológicas da fibra do algodoeiro, bem como para as características agrônomicas, quando submetidos à adubação com até 150 kg/ha. Silva et al. (1993) também não encontraram diferença das curvas de respostas quando utilizaram a uréia e sulfato de amônio nos tratamentos. Entretanto, com a utilização da uréia, foi observado menor teor de S no limbo foliar do algodoeiro. Sabino (1989) citou que adubação do algodoeiro com uréia via foliar obteve aumentos teores de N-total e diminuição de S-total nas folhas.

Campos & Oliveira (1991) não encontraram efeito do parcelamento de nitrogênio em duas ou três vezes, ou quando aplicado todo no plantio, em cultura irrigada na Paraíba, onde a adubação proporcionou aumentos na produção na ordem de 82%. Estes autores puderam concluir, ainda, por meio de equações de regressão, que as doses de N para a máxima eficiência produtiva e econômica diminuem com o aumento do parcelamento.

De acordo com Paulino (2002), as aplicações de N a partir de 100kg/ha, em condições de altas precipitações pluviométricas, proporcionaram aumentos na altura das plantas, no número de nós e massa de 100 sementes. No entanto levaram à diminuição da porcentagem de fibra sem alterar a produtividade da cultura. A justificativa foi de que as condições ambientais de alta pluviosidade e solos com teores altos de Ca e Mg e médios de K não proporcionaram a obtenção de respostas positivas com aplicação de altas doses de nitrogênio e potássio e boro na cultura do algodoeiro.

Em alguns casos a resposta à aplicação de nitrogênio não foi observada nem positiva e nem negativamente o que pode ser explicado pela capacidade da matéria orgânica do solo que, por meio da decomposição pode vir a fornecer N, e ou até mesmo do nitrogênio atmosféricos que através de descargas elétricas (raios), pode ser transformado para formas assimilada pela plantas.

2.7 Características tecnológicas das fibras

Inicialmente, na Inglaterra, a classificação da fibra era feita manualmente, por classificadores treinados e experientes. Estes classificavam pelo tipo, levando em considerações, entre outros, os aspectos relacionados a limpeza, aparência e cor, além do comprimento da fibra, tomado manualmente, o que requeria muita agilidade.

Na atualidade, há necessidade de modernizar e tornar mais rápidos esses equipamentos de análise física da fibra, possibilitando atender à demanda mundial para classificar, em curto período de tempo, toda a produção mundial, como também retirar o erro de avaliações quando feitas manualmente. Surgiram os equipamentos denominados de “High Volume Instruments” ou HVI. Atualmente, existem mais de 50 conjuntos HIV em operação. Como é um aparelho de uso recente no país, há necessidade de se divulgar, de forma simples e ampla, a interpretação dos resultados.

A seguir serão descritas as características físicas das fibras do algodoeiro, segundo Ornellas et al. (2001).

Micronaire determina a finura/maturidade da fibra. Consiste em analisar a resistência que uma determinada massa de fibra de algodão oferece à passagem de ar, sob condições pré-determinadas. Baixo índice de micronaire possibilita

maior números de fibras em uma secção transversal de fio, originando um fio mais resistente.

Este método também verifica indiretamente a maturidade a relação entre o diâmetro externo da fibra e o diâmetro do lúmen. A maturidade tem relação inversamente proporcional ao tamanho do lúmen.

Fibra imatura é consequência de uma deficiência deposição das camadas de celulose sobre a parede secundária da fibra. A maturidade tem relação inversamente proporcional ao tamanho do lúmen e é determinada pela deposição de celulose que ocorre na parede secundária, localizada logo abaixo da parede primária, Como a parede secundária é constituída exclusivamente de celulose, esta é responsável por mais de 90% do peso total da fibra. Por meio de índice de maturidade, podem-se calcular alguns dos demais índices das características tecnológicas de fibra.

A resistência é determinada pelas camadas de celulose depositadas na parede secundária. A resistência e a determinação da tenacidade das fibras arranjadas de forma paralela, num feixe laminar (Fundação Blumenauense, 1999). A resistência da fibra tem relação direta com a resistência do fio, bem como seu tingimento.

O comprimento da fibra, é uma característica que interfere diretamente no título aparência/aspecto, na fiabilidade e na regularidade do fio. Tem relação com a resistência do fio, pois, no processo de torção, as fibras longas tendem a resistir melhor a ruptura.

Uniformidade e comprimento das fibras podem variar em função de vários fatores: variedade, condições climáticas, fertilidade, colheita e beneficiamento entre outros. O índice de uniformidade mede a variação deste comprimento.

Baixo índice de uniformidade compromete a resistência da fibra favorecendo a sua ruptura, aumentando assim o desperdício no processo de fiação.

Fibras curtas referem-se da porcentagem em peso de fibras com comprimento inferior a 12,7mm. Alto índice de fibras curtas leva à ruptura das fibras e do fio, por resistir pouco ao processo de torção e estiramento na fiação.

O índice de fiabilidade CSP do inglês (Count Strength Product) é uma característica que representa a resistência dos fios, em especial de fios a rotor. Depende essencialmente, da resistência do micronaire das fibras e é determinado a partir da seguinte fórmula de correlação:

$$\text{CSP} = 8327,5 + 1364,1 + \text{UHM } 103 \text{ UI} + 58,4 \text{Res } 215,7 \text{Mic}$$

Caramelização, “algodão doce” ou pegajosidade é a presença de açúcares contaminando a fibra do algodão, é de suma importância para a sustentabilidade da cultura, pois este contaminante pode inviabilizar a comercialização da pluma produzida. As conseqüências para a indústria de fiação desta fibra caramelizada podem ser menor eficiência das máquinas devido às freqüentes paralisações para limpeza de rotores e perda da qualidade dos fios e tecidos devido aos nós que se formam, entre outros problemas.

A deposição de açúcar na fibra pode ser conseqüência de diversos fatores, dentre os quais podem ser citados: metabolismo da planta, presença de fibras imaturas e interação com insetos sugadores, principalmente pulgão e mosca branca. A excreção destes insetos contém açúcar, o que torna a fibra um meio de desenvolvimento de um fungo saprófito (fumagina), que deprecia a qualidade visual devido a um aspecto enegrecido, escurecimento das fibras. A caramelização pode ser favorecida pelo uso abusivo de nitrogênio durante o ciclo da cultura, o que propicia a rebrota na fase de abertura dos capulhos, atraindo os insetos sugadores que atacam, preferencialmente, folhas jovens e

tenras. Segundo Beltrão et al. (2000), teores de açúcar solúvel nas fibras de algodão superiores a 0,3% podem causar pegajosidade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O experimento de campo foi conduzido no ano agrícola de 2003/2004 nas coordenadas 11° 50' 66" S de latitude e 46° 14' 62" W de longitude a 864 metros de altitude, em solo típico do Cerrado Baiano: Latossolo Vermelho-Amarelo, na Fazenda das Orquídeas, localizadas na rodovia BA - 825 - km 44 no município de Barreiras , Bahia.

As análises química e física de amostras do solo (Tabela 1) foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal de Lavras.

A gleba utilizada era de terceiro ano de plantio; no primeiro ano, foi plantado milheto, e no segundo ano foi plantada soja.

TABELA 1. Análises química e física de solos utilizados na implantação do experimento. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Atributo	Unidade	Valor
pH em água (1:2,5)	pH	6,1
P (fósforo Mehlich I)	mg/dm ³	22,9
K (potássio Mehlich I)	mg/dm ³	16
Ca (cálcio)	cmolc/dm ³	1,7
Mg (magnésio)	cmolc/dm ³	1,3
Al (alumínio)	cmolc/dm ³	00
H + Al (acidez potencial)	cmolc/dm ³	1,5
S.B. (soma de bases)	cmolc/dm ³	3,0
t (CTC efetiva)	cmolc/dm ³	3,0
T (CTC a pH 7,0)	cmolc/dm ³	4,5
M (saturação por alumínio)	%	0,0
V (Saturação por bases)	%	67,0
Boro (água quente)	mg/dm ³	0,3
Zinco (DTPA)	mg/dm ³	1,4
Cobre (DTPA)	mg/dm ³	0,7
Manganês (DTPA)	mg/dm ³	4,1
Ferro (DTPA)	mg/dm ³	49,8
Matéria orgânica	dag/kg	1,0
Areia	%	79
Argila	%	18

Análise realizada no laboratório de Análise de solos do Departamento de Solos da Universidade Federal de Lavras.

3.2 Plantio e tratos culturais

O experimento foi instalado no sistema de semeadura convencional em regime de sequeiro, onde tendo sido realizada duas gradagens. O plantio foi executado com semeadora utilizando-se sementes da cultivar Delta Opal tratadas com fungicidas. O semeio ocorreu no dia 16 de dezembro de 2003, com terreno seco, onde permaneceu por mais quatro dias até a primeira chuva após o plantio. A emergência ocorreu a partir do 25 de dezembro de 2003.

A condução do experimento seguiu as orientações técnicas preconizadas pelos técnicos da região e as adubações foram de 500kg/ha de Supersimples mais 50kg/ha de KCl antes do plantio incorporado com grade; e no plantio foi utilizados 500kg/ha de Supersimples, 60kg/ha de KCl, mais 30kg/ha de micronutrientes FTE. As adubações de cobertura com nitrogênio compuseram os tratamentos estudados na presente pesquisa (Tabela 2).

TABELA 2. Descrição dos tratamentos: adubação de cobertura. Barreiras, BA, 2005.

Código	Tratamento
Zero	Zero kg.ha ⁻¹
60u	60kg.ha ⁻¹ aplicado aos 35 dias após a emergência das plântulas
120u	120kg.ha ⁻¹ aplicado aos 35 dias após a emergência das plântulas
60p	½ de 60kg.ha ⁻¹ aplicado aos 25 dias e o restante 35 dias após a emergência
120p	½ de 120kg.ha ⁻¹ aplicado aos 25 dias e o restante 35 dias após a emergência
60d	½ de 60kg.ha ⁻¹ aplicado aos 35 dias e o restante 45 dias após a emergência
120d	½ de 120kg.ha ⁻¹ aplicado aos 35 dias e o restante 45 dias após a emergência

As pulverizações foram feitas com pulverizador automotriz e para o controle de pragas e doenças, foram seguidas às recomendações para controle das pragas do Manual de Entomologia. O controle de doenças foi feito de forma preventiva com fungicidas recomendados pelo Manual de Fitopatologia, evitando-se a instalação de doenças no campo.

O controle das plantas daninhas foi realizado durante todo o ciclo da cultura, por meio de capinas manuais.

Os dados climatológicos referentes à precipitação no período de condução do experimento foram coletados por meio de pluviômetro, com leituras diárias. Estes dados são apresentados na Figura 1.

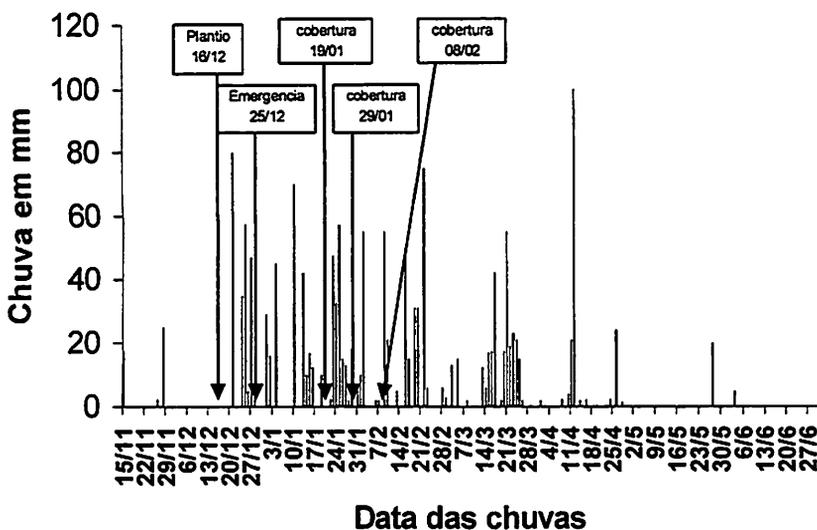


FIGURA 1 Distribuição das chuvas no local do experimento

3.3 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento utilizado foi de blocos casualizados em esquema fatorial com quatro repetições. Os fatores foram compostos de quatro doses de N no plantio 0; 15; 30 e 60kg.ha⁻¹ de N e sete combinações de adubação de cobertura descritas na Tabela 1. A parcela experimental foi constituída de quatro linhas de 6 metros, com espaçamento de 0,75m entre linhas, sendo considerado como úteis as duas linhas centrais com cinco metros cada uma.

Para os dados das variáveis analisados, foram realizadas análises de variâncias. Quando significativos, utilizou-se teste de médias. Empregou-se o teste de Scott-Knott (1974) por tratar-se de um teste de média que não apresenta ambigüidade na comparação dos dados dos diferentes tratamentos, oferecendo melhor visualização entre os parâmetros analisados (Borges, 2002). Para execução dos cálculos, foi utilizado o pacote computacional SISVAR (Ferreira, 2000).

Os dados percentuais apresentaram distribuição normal entre os resíduos, por meio do teste de homogeneidade, não necessitando de transformações.

3.4 Avaliação das características das plantas

A avaliação das características das plantas foi realizada de acordo com Freitas et al. (2001), A caracterização da altura das plantas algodoeiro herbáceo pode ser feita amostrando-se seis plantas/parcela, em experimentos de blocos casualizados com quatro repetições. Foi utilizado a mesma quantidade de plantas para as demais características avaliadas no campo, Com exceção da produção, para a qual foram coletado todas os capulhos da parcelas úteis e peso de 20 capulhos.

3.4.1 Altura de plantas

A altura de plantas é a medida correspondente à distância entre o nível do solo e a extremidade da haste principal. As medições, no presente estudo, foram feitas por ocasião da colheita, com o auxílio de régua graduada, em cm.

3.4.2 Altura de inserção do primeiro ramo frutífero

Foram realizadas medições por ocasião da colheita com o auxílio de uma régua graduada. A altura de inserção do primeiro ramo frutífero correspondeu à distância entre o nível do solo e a inserção deste primeiro ramo, em cm.

3.4.3 Número de capulhos por planta

O número de capulhos por planta correspondeu ao total de capulhos obtidos na colheita por planta. Contagens foram realizadas durante o processo de colheita.

3.4.4 Número de entrenó por planta

O número de entrenó por planta correspondeu ao total de entrenó obtidos na contagem por planta. As contagens foram realizadas durante o processo de colheita.

3.4.5 Diâmetro do caule da planta

Correspondeu ao diâmetro do caule na base da planta. A medição foi realizada durante o processo de colheita, com auxílio de paquímetro, em cm.

3.4.6 Peso de 20 capulhos

Para esta característica, foram pesados 20 capulhos retirados ao acaso na parcela experimental durante o processo de colheita.

3.4.7 Produção de algodão em caroço

O peso total do algodão em caroço colhido na área útil de cada parcela foi obtido em balança de precisão e o resultado transformado em quilogramas por hectare ($\text{kg} \cdot \text{hectare}^{-1}$).

3.4.8 Parâmetros avaliados em laboratórios

As características das fibras avaliadas em laboratório foram representadas por uma amostra de 20 capulhos retirados ao acaso em cada parcela, segundo recomendações do IAC.

A análise das características tecnológica das fibras foi efetuada com a utilização do “High Volume Instruments” (HVI) As amostras foram climatizadas antes das análises, O HVI utilizado foi o modelo 900 System, da SPINLAB do Laboratório de Pesquisas do Centro de Algodão e Fibras Diversas do Instituto Agrônomo de Campinas.

Os dados caracterizaram valores para:

- comprimento de fibra a 2,5% (mm) (COMPR);
- uniformidade de comprimento (%) (UNIF);
- resistência de fibra (gf/tex) (TENAC);
- finura gravimétrica de fibra ($\mu\text{g}/\text{polegada}$) (FIN);
- reflectância (%); (RD);

- maturidade (%); (MAT);
- alongamento %);(ELONG);
- índice de micronaire; (MIC);
- índice de fibras curtas (%); (IFC);
- cor da fibra (COR);
- índice de fiabilidade (CSP);
- contaminação por açúcar (SUG);

3.5 Referências para a interpretação de resultados de laboratórios

Os dados das Tabelas de 3 a 13 mostram os parâmetros das categorias em cada um das características avaliadas e utilizadas como padrão de definição para as características tecnológicas de fibra Gridi-Papp et al. (1992). Estas informações complementares permitem uma melhor compreensão dos resultados fornecidos pelo aparelho HVI.

TABELA 3. Referência para interpretação do comprimento das fibras.

COMPRIMENTO (mm)	CATEGORIAS
> que 32,8	Extra – longa
29,7 a 32,7	Longa
26,5 a 29,6	Média
< que 26,4	Curta

Fonte Gridi-Papp et al. (1992)

TABELA 4. Referência para interpretação da uniformidade de comprimento de fibra.

UNIFORMIDADE (%)	CATEGORIAS
> que 47	Muito uniforme
46 a 47	Uniforme
44 a 45	Média
42 a 43	Irregular
< que 42	Muito irregular

Fonte: Gridi-Papp et al. (1992)

TABELA 5. Referência para interpretação do índice de resistência de fibra.

RESISTÊNCIA (gf/tex)	CATEGORIAS
> que 26,7	Muito resistente
24,5 a 26,6	Resistente
22,3 a 24,4	Média
20,1 a 22,2	Sofrível
< que 20,1	Fraca

Fonte: Gridi-Papp et al. (1992)

TABELA 6. Referência para interpretação do índice de maturidade de fibra.

MATURIDADE (%)	CATEGORIAS
> que 75	Muito alta
67 a 75	Alta
58 a 66	Média
49 a 57	Baixa
< que 49	Muito baixa

Fonte: Gridi-Papp et al. (1992)

TABELA 7. Referência para interpretação do índice de finura de fibra.

FINURA DE FIBRA (mTex)	CATEGORIAS
> que 251	Muito grossa
201 a 250	Grossa
176 a 200	Média
126 a 175	Fina
< que 125	Muito fina

Fonte: Gridi-Papp et al. (1992)

TABELA 8. Referência para interpretação do índice de micronaire.

MICRONAIRE ($\mu\text{g/pol}$)	CATEGORIA
> que 5,0	Muito alto
4,5 a 5,0	Alto
4,0 a 4,5	Média
3,5 a 4,0	Baixo
< que 3,5	Muito baixo

Fonte: Gridi-Papp et al. (1992)

TABELA 9. Referência para interpretação da reflectância da fibra. Instituto.

REFLECTÂNCIA (Rd) (%)	CATEGORIAS
> que 85,1	Ótimo
79,3 a 85,0	Bom
71,7 a 79,2	Médio
64,1 a 71,6	Regular
56,6 a 64,0	Ruim
< que 56,5	Péssimo

Fonte: Gridi-Papp et al. (1992)

TABELA 10. Referência para interpretação do índice de fibra curta.

FIBRAS CURTAS (%)	CATEGORIAS
> que 17%	Muito alta
14% a 17%	Alta
10% a 13%	Média
6% a 9%	Baixa
< que 6%	Muito baixa

Fonte: Gridi-Papp et al. (1992)

TABELA 11. Referência para interpretação da contaminação da fibra por açúcar da fibra.

Contaminação por açúcar (%)	CATEGORIAS
Muito alta	Acima de 0,69
Alta	0,46 a 0,69
Média	0,21 a 0,45
Normal	Abaixo de 0,21

Fonte: Gridi-Papp et al. (1992)

TABELA 12. Referência para interpretação da alongação da fibra.

Elongação (%)	CATEGORIAS
Muito alta	Acima de 7,5
Alta	6,7 a 7,5
Média	5,8 a 6,6
Baixa	4,9 a 5,7
Muito baixa	Abaixo de 4,9

Fonte: Instituto Agronômico de Campinas (IAC)

TABELA 13. Referência para interpretação do índice de fiabilidade do fio de algodão (CSP).

CSP	CATEGORIAS
Muito alta	Acima de 2.500
Alta	2.250 a 2.500
Média	2.000 a 2.250
Baixa	1.750 a 2.000
Muito Baixa	Abaixo de 1.750

Fonte: Gridi-Papp et al. (1992)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de variância

O resumo da análise de variância de todos os dados analisados está apresentado nas Tabelas 14 e 15. Não foi constatada interação significativa para os fatores estudados na análise de variância.

Os dados analisados apresentaram baixo CV. Somente os teores de açúcar nas fibras, que apresentaram um CV de 44,89%, pode ser considerado como normal, pois sua variação pode ser devido a outros fatores, como ataques de pulgão e mosca branca, e não necessariamente estar correlacionada com os tratamentos. O ataque de pragas normalmente ocorre de forma não homogênia entre as parcelas, contribuindo para variações do caráter afetado. Outra provável causa pode ser a passagem de pulgão de parcelas infestados para suas parcelas vizinhas, aumentando as fontes de erro. Este experimento serve de auxílio para um possível estudo de redimensionamento do tamanho de parcela ou bordadura para avaliação de açúcar nas fibras.

O delineamento em bloco mostrou-se eficiente, mesmo quando o terreno aparentava não apresentar variação local e ajudou a diminuir o erro experimental em algumas características.

TABELA 14. Quadrado médio da análise da variância relativa a características do algodoeiro. Barreiras, BA, 2005

F. V.	G.L.	Quadrado médio das características do algodoeiro						
		Altura de plantas	Número de entrenós	Altura do primeiro capulho	Diâmetro de caule	Peso de 20 capulhos	Número de capulhos	Produção da parcela
N no plantio	3	89,453	10,659	32,502**	0,00230	200,191	1,606	35645,485
N em cobertura	6	977,804**	12,023	17,114*	0,04237**	250,657	5,345**	859392,092**
Plantio x Cobertura	18	66,739	12,263	10,496	0,00645	226,038	1,463	176883,929
Bloco	3	276,162*	30,993*	19,255	0,03703**	359,064	3,411	608451,961*
Erro	81	68,468	9,352	7,189	0,00701	161,714	1,259	107222,479
CV (%)		11,07	16,56	14,25	10,62	12,03	19,60	20,88

Os quadrados médios seguidos com * e ** são significativos, respectivamente, pelo teste F, com 5% e 1% de probabilidade de erro.

TABELA 15. Quadrado médio da análise da variância relativa à análise tecnológica das fibras do algodoeiro. Barreiras, BA, 2005

F. V.	G.L.	Quadrado médio das análises tecnológicas das fibras					
		COMPR	UNIF	IFC	TENAC	ELONG	MIC
N no plantio	3	0,34523	0,05654	0,37026	0,43729	0,00180	0,02472
N em cobertura	6	0,41666	0,85119	0,93128	1,31181	0,00253	0,23874*
Plantio x Cobertura	18	0,42857	1,10515	1,59349	0,71187	0,00587	0,04576
Bloco	3	0,22619	10,00892**	5,22549**	2,28270	0,03936**	1,22972**
Erro	81	0,34964	0,94720	0,97775	1,29645	0,00404	0,07259
CV (%)		2,14	2,19	8,34	4,42	0,91	7,33

F.V.	G.L.	MAT	FIN	SUG	RD	COR	CSP
N no plantio	3	11,6704	99,4248	0,02871	0,17559	0,31222	589,4308
N em cobertura	6	20,1513*	346,2522*	0,03023	2,43452*	0,22991	3143,1063*
Plantio x Cobertura	18	11,4853	86,7304	0,02177	0,69642	0,32337	1291,4655
Bloco	3	106,186	1698,7998	0,01042	7,67559**	8,18055**	4937,1391*
Erro	81	10,2524	134,6625	0,02237	0,83608	0,26324	1355,7610
CV (%)		4,69	6,66	44,89	1,13	6,61	1,71

Os quadrados médios seguidos com * e ** são significativos, respectivamente, pelo teste F, com 5% e 1% de probabilidade de erro.

4.2 Adubação de plantio

Somente a altura do primeiro capulho foi afetada pelas doses de N no plantio. Os dados da Tabela 16 mostram que 00 e 15kg.ha⁻¹ tiveram a menor altura em relação ao solo, mas a altura dos capulhos nesses tratamentos já é uma boa altura para a colheita mecanizada, sendo esta característica importante para o plantio do algodão no cerrado, segundo Freire et al. (2004). A altura também é importante para a proteção do contato da fibra com o solo, evitando assim a contaminação da fibra com componentes do solo. Os demais tratamentos apresentarão um aumento de aproximadamente dois cm como visto no gráfico da Figura 2, que pode não ocasionar, necessariamente, melhoras no caso de uma colheita mecanizada e também, não necessariamente, diminuir a contaminação dos capulhos devido ao contato com o solo.

A provável falta de significância da adubação de plantio, com exceção da altura do primeiro capulho, pode ter sido ocasionada pelo excesso de chuvas que ocorreu cinco dias após o plantio com uma chuva de 80 mm, nos oito dias seguintes obteve-se um acúmulo de 239,5mm (Figura 1). A chuva pode ter ocasionado uma lixiviação de parte do N aplicado no plantio, pois o solo apresenta baixa quantidade de argila e MO, dificultando a sua retenção quando ocorre grande quantidade de chuva. Mendes (1960) alertava para o fato de que os adubos nitrogenados solúveis podem ser arrastados, pelas chuvas para camadas mais profundas do solo, antes que as plantas aproveitassem o nutriente. Também pode ocasionar períodos de encharcamento do solo, ocasionando a deficiência de oxigênio.

TABELA 16. Valores médios das características da planta de algodão. Barreiras, BA, 2005

Tratamentos	Numero de entrenós	Altura de plantas	Altura do primeiro capulho	Diâmetro de caule
Adubação de plantio				
00 kg.ha ⁻¹	18,14 A	72,28 A	17,88 B	0,77 A
15 kg.ha ⁻¹	18,35 A	74,65 A	17,89 B	0,79 A
30 kg.ha ⁻¹	19,36 A	75,85 A	19,52 A	0,78 A
60 kg.ha ⁻¹	18,00 A	76,26 A	19,94 A	0,78 A
Adubação de cobertura				
Zero	17,39 a	59,03 c	17,57 b	0,69 c
60u	17,79 a	71,11 b	18,57 b	0,75 b
60p	18,17 a	81,12 a	19,70 a	0,84 a
60s	20,11 a	74,64 b	19,04 b	0,78 a
120u	18,63 a	79,29 a	18,42 b	0,82 a
120p	18,42 a	81,05 a	20,52 a	0,81 a
120s	18,72 a	77,07 a	17,85 b	0,80 a
Média geral	18,47	74,76	18,81	0,79

As médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna não apresentam diferença significativa pelo teste de Scott & Knott (1974), com 5% de probabilidade de erro. As letras maiúsculas diferenciam as adubações de plantio e as minúsculas, as adubações de cobertura.

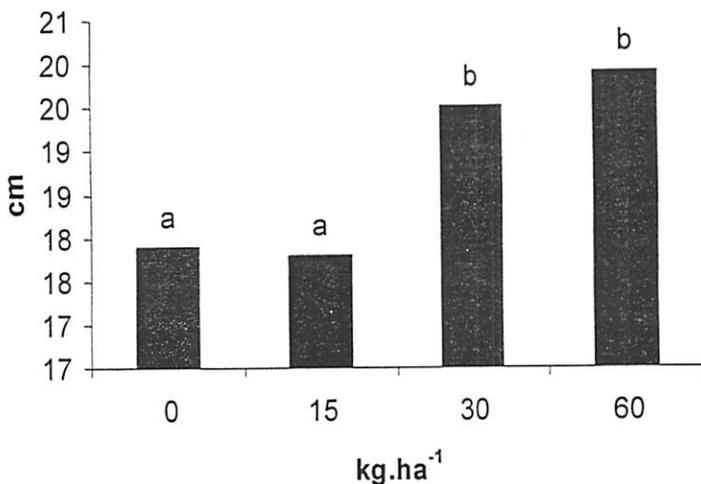


FIGURA 2. Altura do primeiro capulho do algodoeiro nos diferentes tratamentos de adubação de plantio. Barreiras, BA, 2005. As letras acima das colunas representam diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Scott-Knott (1974).

4.3 Adubação de cobertura

4.3.1 Características das plantas

4.3.1.1 Altura do primeiro capulho, número de entrenós, altura de plantas e diâmetro de caule

Os tratamentos com adubação de cobertura afetaram a altura do primeiro capulho. Foi observado um aumento significativo nos tratamentos de 60p e 120p, nos quais as aplicações se iniciaram mais próximo ao plantio, diferenciando-se, dos demais, nos quais foi aplicado mais tardiamente. Pode-se observar no gráfico da Figura 3, que neste experimento, para haver uma

maximização da altura do primeiro capulho, deve-se aumentar a dose de N no plantio e também iniciar-se as adubações de cobertura mais próximo ao plantio.

O numero de entrenós não apresentou diferença significativa por ser uma característica genética e não nutricional. O nitrogênio contido no solo e absorvido pelas plantas foi suficiente para expressar todo o potencial genético.

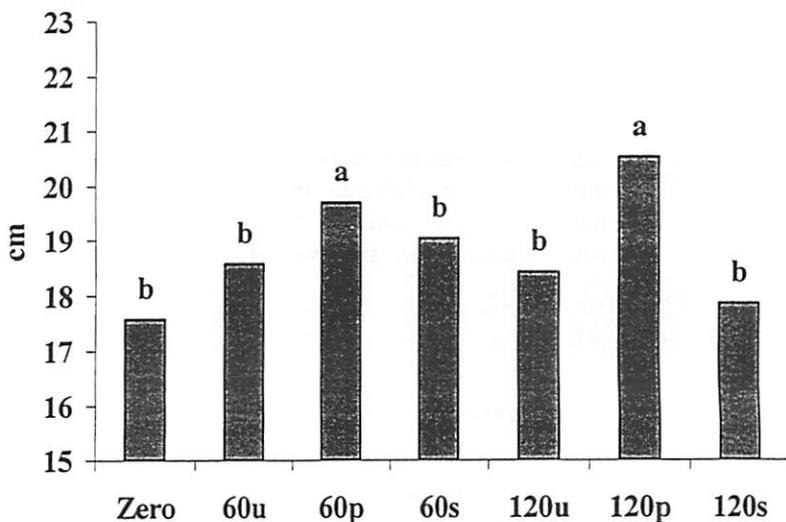


FIGURA 3. Altura do primeiro capulho do algodoeiro nos diferentes tratamentos de adubação de cobertura. Barreiras, BA, 2005. As letras acima das colunas representam diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Scott & Knott (1974).

Obteve-se uma maior altura de plantas devido ao aumento do tamanho do entrenó, pois a altura de planta é dada pelo número de entrenós vezes o tamanho do mesmo. O numero de entrenós não foi influenciado, pois é uma característica genética. O tamanho do entrenó é uma característica altamente

influenciada pelo nitrogênio (Ferreira et al, 2004) e de grande importância para a cultura do algodoeiro. O tratamento sem nitrogênio, dose zero, expressou o menor tamanho de planta, seguido dos tratamentos 60u e 60s, mas diferentes dos demais, que foram superiores em tamanho, conforme o gráfico da Figura 4. Observou-se os tratamentos onde iniciou a aplicação de N antecipada, obteve-se um maior aumento de planta, com exceção dos tratamentos com a dose de 120 kg.há⁻¹ que provavelmente, não obteve-se diferença em ralação aos demais pela grande quantidade de N aplicado. Paulino (2002), Rosolem & Bastos (1997) e Silva et al. (1986) obtiveram resultados semelhantes, mas uma altura de planta superior aos resultados do experimento, que também foi abaixo da média da região do oeste da Bahia e Goiás, segundo Freire et al. (2004).

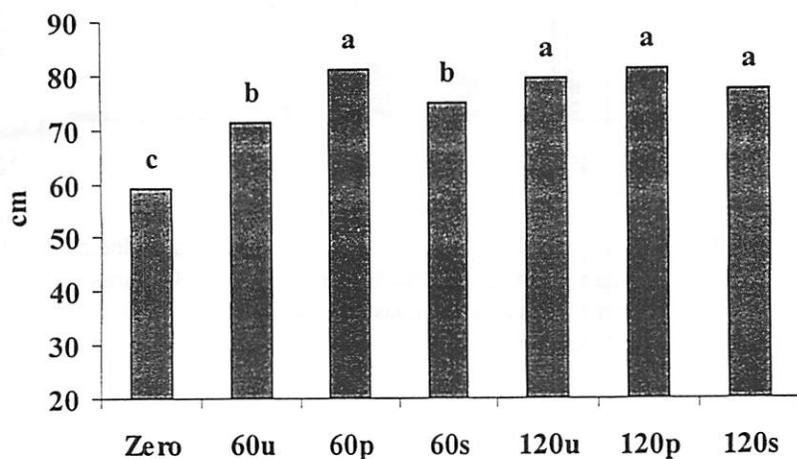


FIGURA 4. Altura das plantas do algodoeiro, em diferentes doses de adubação de cobertura. Barreiras, BA, 2005. As letras acima das colunas representam diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Scott & Knott (1974).

O diâmetro do caule foi afetado positivamente pela adubação de cobertura e teve seu menor diâmetro com a dose zero, seguido do tratamento 60u, sendo os demais superiores, como pode-se observar no gráfico da na Figura 5.

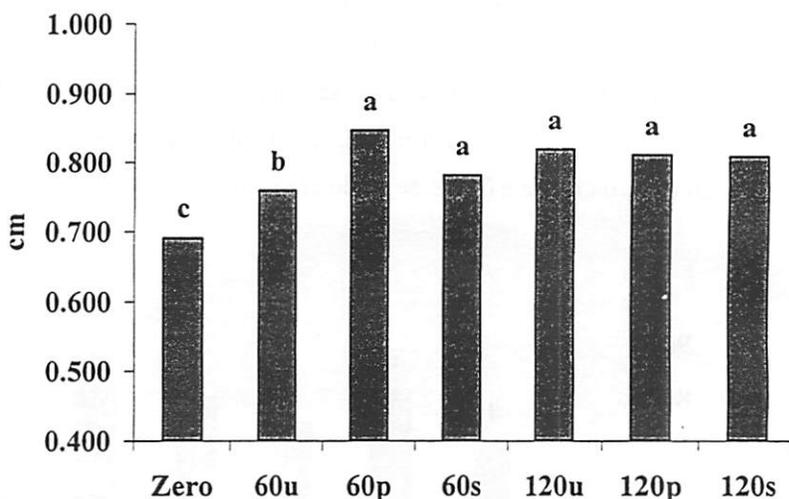


FIGURA 5. Diâmetro do caule na base das plantas do algodoeiro em diferentes tratamentos de adubação de cobertura. Barreiras, BA, 2005. As letras acima das colunas representa diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Scott & Knott (1974).

4.3.2 Características da produtividade

4.3.2.1 Número de capulhos, peso de 20 capulhos e produtividade

A produtividade (Tabela 17) foi influenciada pelos tratamentos com adubação de cobertura, tendo a menor produtividade sido a de dose zero, seguida

do tratamento 60u. E os demais não apresentaram diferença entre si, como demonstrado no gráfico da Figura 6 A diferença de produtividade foi explicada pela quantidade de capulhos (Figura 7) e não pelo peso de capulhos, pois, o peso de 20 capulhos não foi influenciado pelos tratamentos, concordando com Paulino (2002) e discordando de Sabino (1989).

TABELA 17. Valores médios dos fatores de produção do algodoeiro. Barreiras, BA, 2005.

Tratamentos	Peso de 20 capulhos g.capulhos-1	Número de capulhos por planta	Produção da parcela g.parcela-1
Adubação de plantio			
00 kg.ha-1	104,36 A	5,40 A	1530,03 A
15 kg.ha-1	104,13 A	5,70 A	1546,42 A
30 kg.ha-1	104,68 A	5,95 A	1604,67 A
60 kg.ha-1	109,72 A	5,84 A	1591,82 A
Adubação de cobertura			
Zero	102,51 a	4,60 b	1120,81 c
60u	104,14 a	5,47 a	1424,43 b
60p	113,06 a	6,47 a	1746,81 a
60s	101,61 a	5,75 a	1559,00 a
120u	105,90 a	6,00 a	1732,37 a
120p	104,22 a	5,89 a	1765,18 a
120s	108,58 a	5,86 a	1629,06 a
Media geral	105,72	5,72	1568,24

As médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna não apresentam diferença significativa pelo teste de Scott-Knott (1974) com 5% de probabilidade de erro. As letras maiúsculas diferenciam as adubações de plantio e as minúsculas, as adubações de cobertura.

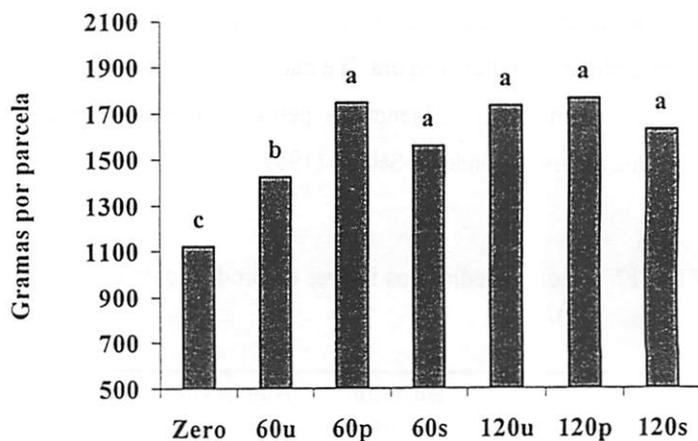


FIGURA 6. Produtividade do algodoeiro em diferentes tratamentos de adubação de plantio em parcelas de 7,5m². Barreiras, BA, 2005. As letras acima das colunas representam diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Scott & Knott (1974).

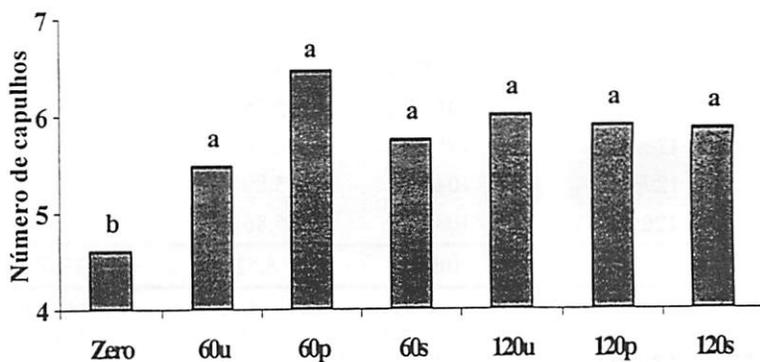


FIGURA 7. Produtividade média de capulhos por planta de algodão em diferentes tratamentos de adubação. Barreiras BA, 2005. As letras acima das colunas representam diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Scott & Knott (1974).

A baixa produtividade nas parcelas que receberam menores doses foi provocada pela pouca quantidade de capulhos retidos na planta e não pelo peso de capulhos, que também foi demonstrado por Reddy et al. (2004a,b).

Os dados deste experimento também discordam de Scarsbrook (1959), para quem a combinação de altas taxas de nitrogênio e água aumenta o peso de capulhos, pois as doses sem N deste ensaio não tiveram diferença significativa que as relações demais.

A baixa produtividade geral do experimento pode ter sido causada pelo excesso de chuvas, que também foi relatada, nesta mesma safra, por Ferreira et al. (2004) em experimentos de algodão na região. Somente nos meses de fevereiro e março, juntos, somaram quase 900 mm de chuva, o que pode ter ocasionado períodos com encharcamento do solo, ocorrendo deficiência de oxigênio. Também pode ter ocorrido a lixiviação do N no solo causando perdas de produtividades. Outro motivo pode ser o fato do experimento ter sido montado em solos de terceiro ano de plantio.

4.3.3 Qualidade de fibras

4.3.3.1 Micronaire, maturação e finura das fibras

O micronaire, a maturação e a finura das fibras só apresentaram diferença significativa nos tratamentos de cobertura (Tabela 18). Como existe uma relação entre esses fatores, as diferenças dos tratamentos foram iguais para as três características, tendo o tratamento com zero de nitrogênio deferido dos demais, como visto nos gráficos das Figura 8, 9 e 10.

TABELA 18. Valores médios das características da planta de algodão. Barreiras, BA, 2005.

Tratamentos	ELONG	MIC	MAT	FIN
Adubação de plantio				
00 kg.ha ⁻¹	6,94 A	3,66 A	69,24 A	172,23 A
15 kg.ha ⁻¹	6,95 A	3,70 A	68,04 A	173,00 A
30 kg.ha ⁻¹	6,95 A	3,64 A	67,79 A	176,26 A
60 kg.ha ⁻¹	6,95 A	3,69 A	68,08 A	175,23 A
Adubação de cobertura				
Zero	6,93 a	3,92 b	70,62 b	183,03 b
60u	6,94 a	3,66 a	68,21 a	173,81 a
60p	6,96 a	3,64 a	68,07 a	173,37 a
60s	6,96 a	3,58 a	67,82 a	170,68 a
120u	6,94 a	3,70 a	68,26 a	175,31 a
120p	6,96 a	3,53 a	68,08 a	168,12 a
120s	6,95 a	3,66 a	66,95 a	174,93 a
Media geral	6,95	3,67	68,29	174,18

As médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna não apresentam diferença significativa, pelo teste de Scott & Knott (1974), com 5% de probabilidade de erro. As letras maiúsculas diferenciam as adubações de plantio e as minúsculas, as adubações de cobertura.

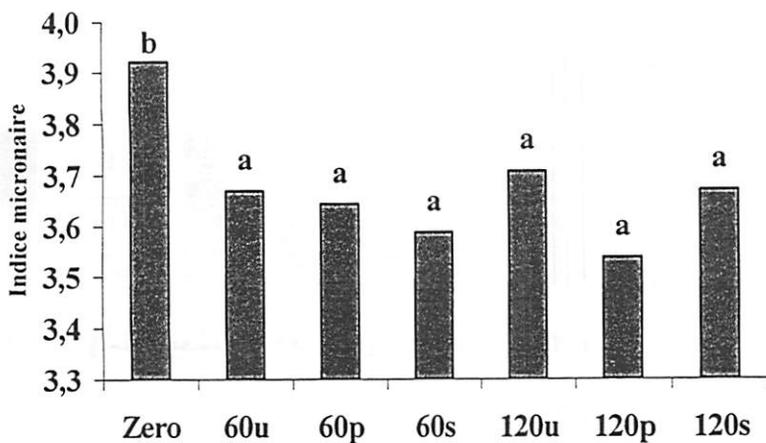


FIGURA 8. Micronaire das fibras de algodão em diferentes tratamentos de adubação. Barreiras, BA, 2005. As letras acima das colunas representam diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Scott-Knott (1974).

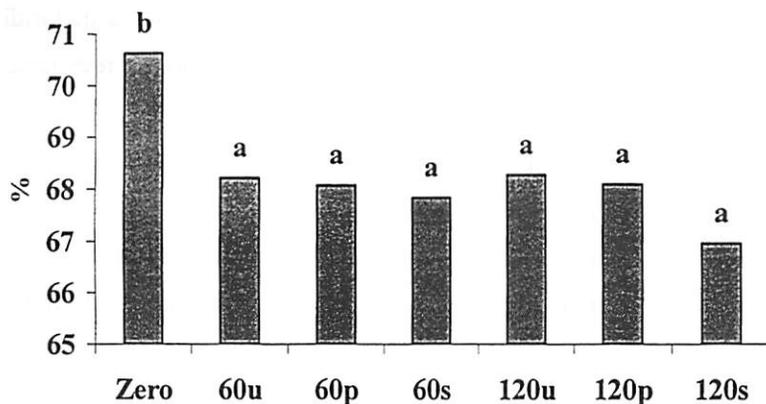


FIGURA 9. Maturação das fibras de algodão em diferentes tratamentos de adubação. Barreiras, BA, 2005. As letras acima das colunas representam diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Scott & Knott (1974).

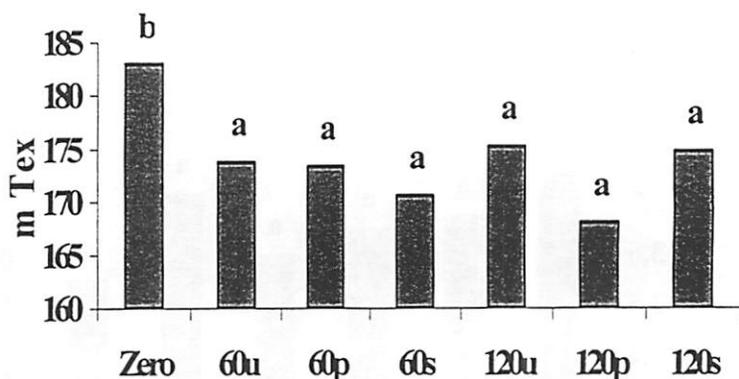


FIGURA 10. Finura das fibras de algodão em diferentes tratamentos de adubação. Barreiras, BA, 2005. As letras acima das colunas representam diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Scott & Knott (1974).

O micronaire teve um pequeno aumento no tratamento com ausência de N em cobertura (parcela zero), mas não foi suficiente para mudar sua classificação, que permaneceu média, segundo interpretações de Gridi-Papp et al. (1992), não alterando seu valor comercial. A maturação teve uma pequena redução, provavelmente porque as fontes de nutrientes fornecem menos assimilados aos capulhos Tewolde & Fernandez (2003). Porém todos os tratamentos permaneceram no intervalo de classificação (alta), não apresentando diferença para comercialização. Já a finura diminuiu com adubação nitrogenada, e teve uma mudança de classe de média para fina. Porém os resultados entre as parcelas com N e sem N estão muito próximos da linha de mudança de classe da Tabela 7. A gerência de Micronaire é um conceito novo que requer uma compreensão mais completa das causas de leituras elevadas e baixas, pois afetam muitos produtores nos EUA e em outras regiões produtoras de algodão do mundo (Hearn, 1976; Rochester et al., 2001).

4.3.3.2 Reflectância, índice de fiabilidade

Segundo os dados das Tabela 19 e 20, foi observada diferença significativa na reflectância e índice de fiabilidade. A falta do nitrogênio da parcela testemunha e nas parcelas com aplicação única causou uma pequena diminuição na reflectância Figura 11. Mas quando comparando-se os dados da Tabela 9, nota-se que não afetou na sua classificação comercial, que se manteve com boa classificação.

TABELA 19. Valores médios das características da planta de algodão. Barreiras, BA, 2005.

Tratamentos	COMPR	UNIF	IFC	TENAC
Adubação de plantio				
00 kg.ha ⁻¹	27,67 A	44,46 A	11,83 A	25,58 A
15 kg.ha ⁻¹	27,64 A	44,53 A	11,83 A	25,73 A
30 kg.ha ⁻¹	27,46 A	44,57 A	12,01 A	25,76 A
60 kg.ha ⁻¹	27,71 A	44,53 A	11,73 A	25,88 A
Adubação de cobertura				
Zero	27,93 a	44,68 a	11,47 a	26,28 a
60u	27,62 a	44,37 a	12,03 a	25,80 a
60p	27,56 a	44,31 a	12,10 a	25,43 a
60s	27,62 a	44,25 a	12,07 a	25,63 a
120u	27,43 a	44,50 a	11,90 a	25,48 a
120p	27,68 a	44,68 a	11,71 a	25,66 a
120s	27,50 a	44,87 a	11,66 a	25,88 a
Media geral	27,62	44,52	11,85	25,74

As médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna não apresentam diferença significativa, pelo teste de Scott & Knott (1974), com 5% de probabilidade de erro. As letras maiúsculas diferenciam as adubações de plantio e as minúsculas, as adubações de cobertura.

TABELA 20. Valores médios das características da planta de algodão. Barreiras, BA, 2005.

Tratamentos	SUG	RD	COR	CSP
Adubação de plantio				
00 kg.ha ⁻¹	0,35 A	81,21 A	7,88 A	2148,69 A
15 kg.ha ⁻¹	0,32 A	81,25 A	7,80 A	2147,51 A
30 kg.ha ⁻¹	0,29 A	81,39 A	7,64 A	2157,12 A
60 kg.ha ⁻¹	0,36 A	81,25 A	7,71 A	2154,42 A
Adubação de cobertura				
Zero	0,288 a	80,62 b	7,79 a	2133,34 b
60u	0,309 a	81,06 b	7,71 a	2145,81 b
60p	0,386 a	81,37 a	7,60 a	2157,18 a
60s	0,358 a	81,81 a	7,72 a	2155,75 a
120u	0,291 a	81,06 b	7,98 a	2137,50 b
120p	0,388 a	81,50 a	7,80 a	2173,75 a
120s	0,309 a	81,50 a	7,700 a	2160,25 a
Media geral	0,333	81,27	7,76	2151,94

As médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna não apresenta diferença significativa pelo teste de Scott & Knott (1974) com 5% de probabilidade de erro. As letras maiúsculas serão usadas para diferenciar as adubações de plantio e as minúsculas as adubações de cobertura.

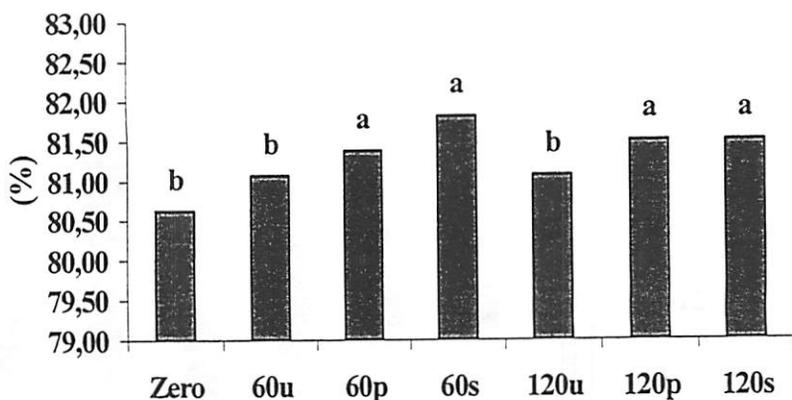


FIGURA 11. Reflectância (RD) da fibra do algodoeiro nos diferentes tratamentos de adubação de cobertura. Barreiras, BA, 2005. As letras acima das colunas representam diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Scott & Knott (1974).

O índice de fiabilidade teve resultados semelhantes ao da reflectancia. Observa-se no gráfico da Figura 12 pequenas diferenças, mas todos os tratamentos permaneceram na mesma classificação “média” quando interpretados, pelo índice de fiabilidade do fio de algodão (CSP) (Tabela 13.)

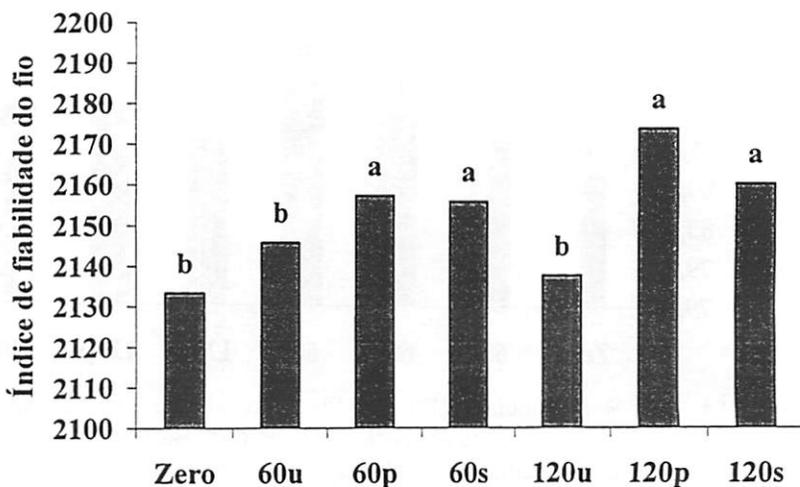


FIGURA 12. Índice de fiabilidade do fio do algodoeiro nos diferentes tratamentos de adubação de cobertura. Barreiras, BA, 2005. As letras acima das colunas representam diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Scott & Knott (1974).

4.3.3.3 Comprimento, uniformidade, índice de fibras curtas, tenacidade, cor, índice de alongação e açúcar na fibra

Para os demais resultados observados (comprimento, uniformidade, IFC, tenacidade, cor, índice de alongação e açúcar na fibra), não foram observado diferenças significativas entre os tratamentos.

Sabe-se que o nitrogênio é um nutriente essencial às plantas (Arnon & Stout (1939). Pode-se notar que ele não apresentou déficit significativo para influenciar a qualidade comercial das fibras nas parcelas sem nitrogênio e que o próprio N que consta no solo, ou o fornecido através das chuvas, foi suficiente para suprir de N os fatores endógenos que afetam a qualidade das fibras. As

poucas características afetadas tiveram pequenas variações e só foi possível detecta-las devido à alta precisão do experimento, como-se podemos notar pelos CV bem baixos, não afetando a classificação comercial das fibras e não justificando gastos com adubação nitrogenada, semelhante ao trabalho de Boquet et al. (2004).

5 CONCLUSÕES

A adubação de plantio somente influenciou positivamente a altura do primeiro capulho, que também foi influenciado pela adubação de cobertura.

O parcelamento do nitrogênio nas adubações de cobertura aumentou a produtividade devido ao maior número de capulhos por planta.

A altura de plantas e o diâmetro do caule foram afetados positivamente pela aplicação do nitrogênio em cobertura e tiveram resultados semelhantes, demonstrando uma relação direta entre diâmetro de caule e altura de plantas.

O nitrogênio afetou micronaire, maturação, finura reflectancia e CSP, mas não alterou a sua classificação comercial. Não é necessário um estudo econômico para aplicação de nitrogênio, em função da qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMOLI, J.; MACEDO, J.; AZEVEDO, L. G.; NETTO, J. M. Caracterização da região dos cerrados. In: GOEDERT, W. J. Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo. São Paulo: Nobel - Embrapa, 1986. p. 33-74.

ARNON, D. I.; STOUT, P. E. The essentiality of certain elements in diminute quantity for plants with special refence to copper. **Plant Physiology**, Rockville, v. 14, p. 371-375, 1939

AUJLA, M. S.; THIND, H. S.; BUTTAR, G. S. Cotton yield and water use efficiency at various levels of water and N through drip irrigation under two methods of planting. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 71, n. 2, p. 167-179, Feb. 2005.

BARBOSA FILHO, M. P.; SILVA, F. Adubação em cobertura do feijoeiro irrigado com uréia fertilizante em plantio direto: um ótimo negócio. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 93, p. 1-5, 2001.

BASRA, A. S.; MALIK, C. P. Development of the cotton fiber. **International Review Cytology**, v. 89, p. 65-113, 1984.

BAUER, P. J.; CAMBEROTO, J. J.; ROACH, S. H. Cotton yield and fiber quality response to green manures and nitrogen. **Agronomy Journal**, Madison, v. 85, n. 5, p. 1019-1023, Sept./Oct. 1993.

BEASLEY, C. A.; TING, I. P. Effect of plant growth substances on in vitro fiber development from unfertilized cotton ovules. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 61, n. 2, p. 188-194, Feb. 1974.

BELTRÃO, N. E. M.; SANTANA, J. C. F.; WANDERLEY, M. J. R. Qualidade de fibra prevenção do “algodão doce”. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DO AGRONEGOCIO DO ALGODÃO, 2000, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá, MT, 2000. p. 274-259.

BONDADA, B. R.; OOSTERHUIS, D M.; NORMAN, R. Cotton leaf age, epicuticular wax, and nitrogen-15 absorption. *Crop Science*, Madison, v. 37, n. 3, p. 807-902, May/June 1997.

BOQUET, K. J.; HUTCHINSON, R. L.; BREITENBECK G. A. Long-Germ Tillage, cover Crop, and Nitrogen Rate Effects on Cotton: Yield and Fiber Properties. *Agronomy Journal*, Madison, v. 96, n. 5, p.1436-1442, Sept./Oct. 2004.

BORGES, L. C. Poder e taxas de erro tipo I dos testes Scott-Knott, Tukey e Student-Newman-Keuls sob distribuições normal e não normais dos resíduos. 2002. 92 p. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BRADOW, J. M.; DAVIDONIS, G. H. Quantitation of fiber quality and the cotton production-processing interface: A physiologist's perspective. *Journal of Cotton Science*, Memphis, v. 4, n. 1, p. 34-64, 2000.

BRANDÃO, R. P. Relação do nitrogênio disponível no solo com o Crescimento e absorção do nitrogênio pelo algodoeiro (*Gossypium hirsutum*, L.). 1990. 89 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

BULATOVA, T.A.; POMAZ N. Indoleacetic acid metabolism under different conditions of mineral nutrition. In: ANIMISOV, A. A.; OPRITOV, V. A. (Ed.). *Fermenty, -iony-I-bioelectrogez u-rastenii*. Gorkii, Russia: Gor'kovskii Universitet, 1984. p. 37-46.

CAMPOS, T. G. da S.; et al. Efeito de níveis de nitrogênio sobre a produtividade do algodoeiro irrigado. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Campinas, v. 17, n. 2, p. 311-314, maio/ago. 1993.

CAMPOS, T. G. da S.; OLIVEIRA, F. A. Efeito de níveis de N-Uréia sobre o rendimento do algodoeiro herbáceo, cv. CNPA precoce 1 irrigado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.26, n.9, p. 1381-1385, set. 1991.

CASSMAN, K. G. Cotton. In: BENNET, W. (Ed.). *Nutrient deficiencies & toxicities in crop plants*. St. Paul: APS Press, 1993. p. 111-119.

CHISTIDIS, B. G.; HARRISON, G. J. **Cotton growing problems**. New York: McGraw-Hill Book, 1955

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E.; BAHIA-FILHO, A. F. C.; GUEDES, G. A. A. Balanço de nitrogênio (15N) em um Latossolo Vermelho-Escuro, sob vegetação de cerrado cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15 n.2, p.187-193, maio/ago. 1991

CONSTABLE, G. A.; HEARN, A. B. Irrigation for crops in a sub-humid environment. VI. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on growth, yield and quality of cotton. **Irrigation Science**, New York, v. 3, n. 1, p. 17-28, 1981

EBELHAR, M. W.; WELCH, R. A. Nitrogen rates and mepiquat chloride effects on cotton lint yield and quality. In: PROCEEDINGS BELTWIDE COTTON CONFERENCE, 1996, Nashville, TN. **Proceedings...** Memphis, TN: National Cotton Council of America, 1996. p. 1373-1378.

ELAYAN, S. E. D. A comparative study on yield, some yield components and nitrogen fertilization of some Egyptian cotton varieties. **Assiut Journal of Agricultural Science**, Egypte, v. 23, p. 153-165, 1992.

FARIA, F. H. de S. **Influência de regimes de irrigação e níveis de adubação nitrogenada no crescimento e produtividade do algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* R. Latifolium Hutch.)**. 1990. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

FASSBENDER, H. W. **Química de suelos com énfasis em suelos de América latina**. Turrialta: Editorial IICA, 1975. 398 p.

FELIX, B.; FRITSCHI, BRUCE, A.; ROBERTS, D. William Rains, Robert L. Travis, and Robert B. Hutmacher Fate of Nitrogen-15 Applied to Irrigated Acala and Pima Cotton. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, n. 3, p. 646-655, May/June 2004.

FELIX, B. F.; BRUCE, A. R.; ROBERT, L. T.; WILLIAM RAINS, D.; ROBERT, B. H. Response of Irrigated Acala and Pima Cotton to Nitrogen Fertilization: Growth, Dry Matter Partitioning, and Yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 95, n. 1, p. 133-146 Jan./Feb. 2003

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR para Windows: Versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000 São Carlos. Anais... São Carlos: SSP/SIB, 2000. p. 255-268.

FERREIRA, G. B.; SEVERINO, L. S.; SILVA FILHO, J. L. da; PEDROSA M. B.; SANTOS, J. B.; OLIVEIRA, W. P.; ALENCAR, J. A.; TAVARES, J. A. **Resultados de pesquisa com a cultura do algodão no oeste e Sudoeste baiano – Safra 2003/2004.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. p. 32-80.

FREIRE, E. C.; MORELO, C. de L.; ANDRADE, F. P. de; SANTOS, J. W. dos ASSUNÇÃO, J. H. de; BEZERRA W.; FERNANDES, J. I. **Desempenho dos cultivares de algodoeiro avaliadas no Estado de Goiás, nas Safras de 2001/2002 e 2002/2003.** Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2004. (Comunicado Técnico).

FREITAS, J. A. de; SILVA, E. de B.; FALLIERI, J.; LANZA, M. A.; FARIA, R. S.; SILVA, P. J. Sample size in the plot for characterization of the *Gossypium hirsutum* height. *Ciencia Rural*, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 583-587, jul./ago. 2001.

FUNDAÇÃO BLUMENAUENSE DE ESTUDOS TÊXTEIS. **Aparelhos – HVI: interpretação de resultados**, 1999. p. 32. apostila mimeografada.

FURLANI JUNIOR, E. et al. Doses e momentos de aplicação de adubo nitrogenado para acultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) IAC22. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3., 2001, Campina Grande. **Resumos...** Campina Grande, 2001. v. 2, p. 1019-1021.

FURLANI JUNIOR, E.; SILVA, N. M. da; CARVALHO, L. H.; BORTOLETTO, N.; SABINO, J. C.; BOLONHEZI, D. Modos de aplicação de regulador vegetal no algodoeiro, Cultivar IAC-22, em diferentes densidades populacionais e níveis de nitrogênio em cobertura. *Bragantia*, Campinas, v. 62, n. 2, p.227-233, 2003

FURTINE NETO, A. E.; VALE, F. R.; RESENDE, A. V.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. p. 124-148. (Textos Acadêmicos)

FUZZATO, M. G.; XI. Adubação Mineral. In: INSTITUTO BRASILEIRO DA POTASSA. **Cultura e adubação do algodoeiro**. São Paulo, 1965. p. 475-508.

GERIK, T. J.; OOSTERHUIS, D. M.; TOLBERT, H. A. Managing cotton nitrogen supply. **Advances in Agronomy**, New York, v. 64, p. 115-147, 1998

GOKANI, S. J.; THAKER, S. V. Physiological and biochemical changes associated with cotton fiber development: IX. Role of IAA and PAA. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 77, n. 2/3, p. 127-136, Sept. 2002.

GRIDI-PAPP, I. L.; CIA, E.; FUZZATO, M. G.; SILVA, N. M. da; FERRAZ, C. A. M.; CARVALHO, N. de; CARVALHO, L. H.; SABINO, N. P.; KONDO, J. I.; PASSOS, S. M. de G.; CHIAVEGATO, E. J.; CAMARGO, P. P. de; CAVALERI, P. A. **Manual do produtor de algodão**. São Paulo: Bolsa de Mercadoria & Futuros, 1992. 158 p.

HEARN, A. B. Response of cotton to nitrogen and water in a tropical environment: III Fiber quality. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 86, n. 2, p. 257-269, 1976.

HINKLE, D. A.; BROWN, A. L. Secondary and micronutrients. In: ELLIOT, F. C.; HOOVER, M.; PORTER, W. K. (Ed.). **Advances in production and utilization of quality cotton: principles and practices**. Ames: Iowa State University Press, 1968. p. 281-320.

HUTMACHER, R. B.; KEELEY, M. P.; PHENE, C. J.; DAVIS, K. R.; AYARS, J. E.; PETERS, M. S.; VAIL, S. S.; COVARRUBIAS, J.; NEVAREZ, A. Cotton root systems in a clay loam soil: Effects of growth state, irrigation and nitrogen treatments. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCE, 1999, Orlando, FL. **Proceedings...** Memphis, TN: National Cotton Council, 1999. p. 1295-1300.

HUTMACHER, R.B.; TRAVIS, R.L. ; RAINS, D.W.; VARGAS, R.N. ; ROBERTS, B. A.; WEIR, B. L.; WRIGHT, S. D.; MUNK, D. S.; MARSH, B. H.; KEELEY, M. P.; FRITSCHI, F. B.; MUNIER, D. J.; NICHOLS, R. L.; DELGADO, R. Response of recent Acala cotton varieties to variable nitrogen rates in the San Joaquin Valley of California. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, n. 1, p. 48-62, Jan./Feb. 2004.

KIM, J. K.; TRIPLETT, B. A. Cotton fiber growth in planta and in vitro. Models for plant cell elongation and cell wall biogenesis. **Plant Physiology**, Rockville, v. 127, n. 4, p. 1361-1366, Dec. 2001

KOLI, S. E.; MORRILL, L. G. Effect of narrow, row, plant population and nitrogen application on cotton fiber characteristics. **Agronomy Journal**, Madison, v. 68, n. 5, p. 794-797, Sept./Oct. 1976.

LARA CABEZAS, W. A. R.; KORNDORFER, G. H.; MOTTA, S. A. Volatilização de N-NH₃ na cultura do milho: II Avaliação de fontes sólidas e fluidas em sistema de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 489-469, jul./set. 1997.

LARA CABEZAS, W. A. R.; TREVELIN, P. C. O. Eficiência de um coletor semi-aberto estático na quantificação de N-NH₃ volatilizado da uréia aplicada ao solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, n. 3, p.345-352, set./dez. 1990

LOPES, A. S. **A survey of the fertility status of soils under "cerrado" vegetation in Brazil**. 1975. 138 p. Tese (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Estadual da Carolina do Norte, EUA.

LOPES, A. S. **Available water, phosphorus fixation, and zinc levels in Brazilian cerrado soils in relation to their physical, chemical, and mineralogical properties**. 1977. 189 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Estadual da Carolina do Norte.

LOPES, A. S. **Guia das melhores técnicas agrícolas**. São Paulo: ANDA, 1996. 27 p.

LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153 p.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Solos sob cerrado: manejo da fertilidade para a produção agropecuária**. São Paulo: ANDA, 1992. 49 p. (Boletim Técnico, 5).

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Uso eficiente de fertilizantes: aspectos agronômicos.** São Paulo: ANDA, 1990. 51 p. (Boletim Técnico, 4).

MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H. J. **Desordens nutricionais no cerrado.** Piracicaba: Potafos, 1985. 136 p.

MARCUS-WYNER, L.; RAINS, D. W. Nutritional disorders of cotton plants. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 13, n. 9, p. 685-736, 1982.

MELICH, A. **Determination of P, Ca, Mg, K, Na and NH.** North Caroline Soil Testing Division, [19--]. (Mimeografado).

MENDES, H. C. Nutrição do algodoeiro. II – Absorção mineral por plantas cultivadas em soluções nutritivas. **Bragantia**, Campinas, v. 19, n. 28, p. 435-458, maio 1960.

MENDES, H. C. Nutrição do algodoeiro. I. Sintomas de deficiências minerais em plantas vegetando em soluções nutritivas. **Bragantia**, Campinas, 18, n. 30, p. 467-481, dez. 1959.

NATHANI, S. C.; RAO, N. R.; SINGH, Y. D. Physiological and biochemical changes associated with cotton fiber development: I. Growth kinetics and auxin content. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 54, n. 2, p. 225-229, 1982

ORNELLAS, A. P.; HIROMOTO, D. M. H.; YUYAMA, M. M.; CAMARGO, T. V. **Boletim de pesquisa de algodão.** MT: Fundação MT. (Boletim, 4) Fundação MT, 2001.

PAULINO, H. B. **Comportamento do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. *raca latifolium* Hutch) adubado com diferentes combinações de N, K e B.** 2002. 97 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Jaboticabal.

PERKINS, H. F.; DOUGLAS A. G. Effects of nitrogen on the yield and certain properties of cotton. **Agronomy Journal**, Madison, v. 57, n. 4, p. 383-384, July/Aug. 1965.

PETTIGREW, W. T. Environmental effects on cotton fiber carbohydrate concentration and quality. **Crop Science**, Madison, v. 41, p. 1108-1113, July/Aug. 2001.

PETTIGREW, W. T. Source-to-sink manipulation effects of cotton fiber quality. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, n. 5, p. 947-952, Sept./Oct. 1995.

PHIPPS, B. J.; STEVENS, W. E.; WARD, J. N.; SCALES T. V. The influence of mepiquat chloride and nitrogen rate upon the maturity and fiber quality of upland cotton. In: BELTWISE COTTON CONFERENCE, 1997, New Orleans. **Proceedings...** Memphis, TN: National Cotton Council of America, 1997. p. 1471-1472.

RAIJ, J. R. M. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: POTAFOS, 1987. 142 p.

REDDY, K. R.; DAVIDONIS, G. H.; JOHNSON, A. S.; VINYARD, B. T. Temperature regime and carbon dioxide enrichment alter cotton boll development and fiber properties. **Agronomy Journal**, Madison, v. 91, n. 5, p. 851-858, Sept./Oct. 1999.

REDDY, K. R.; GAYLE, S. K.; DAVIDONIS, H.; RADDY, V. R. Interactive Effects of Carbon Dioxide and Nitrogen Nutrition on Cotton Growth, development, Yield, and Fiber Quality. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, n. 4, p. 1148-1157, July/Aug. 2004a.

REDDY, K. R.; SAILAJA, K.; GAYLE, H. D.; RADDY, V. R. Interactive Effects of Carbon Dioxide and Nitrogen Nutrition on Cotton Growth, development, Yield, and Fiber Quality. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, n. 4, p.1148-1157, July/Aug. 2004b.

ROCHESTER, I. J.; PEOPLES, M. B.; CONSTABLE, G. A. Estimation of the N fertilizer requirement of cotton grown after legume crops. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 70, p. 43-53, 2001.

ROSOLEM, C. A.; BASTOS, G. B. Deficiências minerais no cultivar de algodão IAC-22. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 2, p. 377-387, 1997.

SABINO, J. C. Aplicação de uréia sob forma de uréia, em cobertura e via foliar na cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch.). 1989. 66 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

SABINO, N. P.; SILVA, N. M.; CARVALHO, L. H.; JUNIOR, A. P.; SABINO, J. C.; KONDO, J. I. Aplicação de uréia em cobertura e via foliar na cultura do algodoeiro. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 477-482, set./dez. 1994.

SAWAN, Z. M.; MAHMOUD, M. H.; MOMTAZ O. A. Influence of nitrogen fertilization and foliar application of plant growth retardants and zinc on quantitative and qualitative properties of Egyptian cotton (*Gossypium barbadense* L. var. Giza 75). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 45, n. 8, p. 3331-3336, Aug. 1997.

SCARSBROOK, C. E.; BENNETT, O. L.; PEARSON, R. W. The interaction of nitrogen and moisture on cotton yields and other characteristics. *Agronomy Journal*, Madison, v. 51, n. 12, p. 718-721, Dec. 1959.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, Raleigh, v.30, n.3, p.507-512, 1974.

SILVA, N. M.; CARVALHO, L. H.; BORTOLLETO, N. Parcelamento da cobertura nitrogenada do algodoeiro. *Bragantia*, Campinas, v.45 n.2, p. 211-222, 1986.

SILVA N. M.; CARVALHO, L. H.; CANTARELLA, H.; BATAGLIA, O. C.; KONDO, J. I.; SABINO, J. C.; BORTOLLETO, N. Uso de sulfato de amônio e de uréia na adubação do algodoeiro. *Bragantia*, Campinas, v. 52, n.1, p. 69-81, 1993.

SIMS, D. A.; LUO, U.; SEEMANN, J. R. Comparison of photosynthetic acclimation to elevated CO₂ and limited nitrogen supply in soybean. *Plant Cell Environment*, Oxford, v. 21, n. 9, p. 945-952, Sept. 1998

SINGH, V.; NAGWEKAR, S. N.; SINGH, V. Effect of weed control and nitrogen levels on quality characters in cotton. *Journal of the Indian Society for Cotton Improvement, Kheti*, v. 14, n. 1, p. 60-64, 1989

TEWOLDE, H.; FERNANDEZ, C. J. Fiber quality response of Pima cotton to nitrogen and phosphorus deficiency. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 26, n. 1, p. 223-235, 2003.

TEWOLDE, H.; FERNANDEZ, C. J.; FOSS, D. C. Maturity and lint yield of nitrogen and phosphorus deficient Pima cotton. **Agronomy Journal**, Madison, v. 86, n. 2, p. 303-309, Mar./Apr. 1994.

