UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola

EFICIÊNCIA DA COLHEITA MECANIZADA DO ALGODÃO EM DIFERENTES ÉPOCAS E APLICAÇÃO DE DESFOLHANTES

RENATO TILLMANN BASSINI

RONDONÓPOLIS - MT
2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola

EFICIÊNCIA DA COLHEITA MECANIZADA DO ALGODÃO EM DIFERENTES ÉPOCAS E APLICAÇÃO DE DESFOLHANTES

RENATO TLLMANN BASSINI
Tecnólogo em Eletromecânica

Orientador: PROF. DR. RENILDO LUIZ MION

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Federal de Mato Grosso, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

RONDONÓPOLIS - MT
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

B321e Bassini, Renato Tillmann.
EFICIÊNCIA DA COLHEITA MECANIZADA DO ALGODÃO EM DIFERENTES ÉPOCAS E APLICAÇÃO DE DESFOLHANTES / Renato Tillmann Bassini. – 2014
52 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Renildo Luiz Mion.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Rondonópolis, 2014.
Inclui bibliografia.

1. Algodão. 2. Colheita. 3. Umidade. 4. Perdas. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS

Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: EFICIÊNCIA DA COLHEITA MECANIZADA DO ALGODÃO EM DIFERENTES ÉPOCAS E APLICAÇÃO DE DESFOLHANTES

Autor: Renato Tillmann Bassini

Orientador: Prof. Dr. Renildo Luiz Mion

Aprovada em 28 de Novembro de 2014.

Comissão Examinadora:

_____

Prof. Dr. Renildo Luiz Mion
UFMT/CUR/ICAT/Eng.Agric. e Amb
Orientador

_____

Prof. Dr. Carlos Alberto Viliotti
UFMT/CUR/ICAT/Eng.Agric. e Amb
Membro da banca

_____

Prof. Dr. Nilson Salvador
UFLA/Dep.Engenharia
Membro da banca

_____

Profª Drª Analy Castilho Polizel
UFMT/CUR/ICAT/Eng.Agric. e Amb
Membro da banca

Mensagens

“Obstáculos são aquelas coisas assustadoras que vemos quando desviamos o foco do nosso objetivo.”

“Muitos homens iniciaram uma nova era na sua vida a partir da leitura de um livro”.

“Pensar é o trabalho mais difícil que existe. Talvez por isso tão poucos se dediquem a ele.”

“Nossos fracassos são, às vezes, mais frutíferos que nossos êxitos.”

“Quem avança confiante na direção de seus sonhos e se empenha em viver a vida que imaginou para si, encontra um sucesso inesperado em seu dia-a-dia.”

Henry Ford.

AGRADECIMENTOS

A Deus, a quem tudo devo.

A minha mãe (in memória) que nunca deixou de acreditar e incentivar.

À minha família, minha esposa, filha, filho e pai, pessoas que eu amo que me mostram quem sou e por quem luto.

Ao Amigo Marcio Venzon parceiro de todas as horas e desafios.

Ao Professor Orientador Renildo Luiz Mion, aquele que me mostrou o caminho, dedicou o tempo precioso de descanso para transmitir os ensinamentos e sobre tudo muita paciência para me orientar.

Ao Coordenador do Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Tonny José Araújo da Silva, 1º incentivador desta jornada e que sempre lutou por todos nós.

A banca de qualificação Profª Drª Analy Castilho Polizel e o Prof. Dr. Leandro Pereira Pacheco e a banca de defesa Prof. Dr. Carlos Alberto Viliotti, Prof. Dr. Nilson Salvador e a Profª Drª Analy Castilho Polizel pela presteza e valiosas contribuições a este trabalho.

Aos colegas de curso, que me incentivaram e sempre estiveram dispostos a me ajudar, compreender e transpor as minhas dificuldades.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Esquema de funcionamento das unidades de colheita da John Deere a esquerda e Case a direita. 21
FIGURA 2. Esquema de funcionamento das unidades de colheita adensada da John Deere. 22
FIGURA 3. Carretel da plataforma do modelo stripper. 22
FIGURA 4. Desenho Ilustrativo das parcelas amostrais, com as dimensões e orientação das linhas de plantio..... 29
FIGURA 5. Aquisição dos dados climatológicos (A); Tela de leitura dos dados de temperatura e umidade relativa do ar do aparelho Termo Higrômetro (B). 30
FIGURA 6. Acondicionamento da amostra ao sensor. 30
FIGURA 7. Leitura do teor de umidade da pluma de algodão (A); Tela de leitura dos dados de umidade da pluma do algodão, medidor Hygron(B) ... 31
FIGURA 8. Verificação do número de plantas na linha e número de capulhos por planta (A); Altura média das plantas(B); Altura de inserção de primeiro capulho (C) 31
FIGURA 9. Etiqueta de identificação das amostras..... 32
FIGURA 10. Acondicionamento das amostras pequenas, das etiquetas e da fita de amarração. 32
FIGURA 11. Acondicionamento das amostras 33
FIGURA 12. Colhedora de algodão, tipo “Picker Convencional”, modelo 7660 PRO16, com 6 linhas da marca: Jonh Deere, vista geral (A), Detalhe da plataforma de colheita (B)..... 33
FIGURA 13. Exemplo de sujidades retiradas da amostra (A), Exemplo de amostra pronta para o processamento no descaroçador (B)..... 34
FIGURA 14. Quantidade média de plantas (m²) em função dos experimentos I e II na Fazenda Céu Azul. 41
FIGURA 15. Altura das plantas para os diferentes tipos de tratamentos.... 42
FIGURA 16. Número de capulhos abertos para os diferentes tipos de tratamentos..... 43

FIGURA 17. Produtividade total de algodão em caroço (Kg ha^{-1}) em função dos percentuais de maças abertas na Fazenda Céu Azul 43
FIGURA 18. Altura média do 1º capulho (m) em função dos percentuais de maças abertas na Fazenda Céu Azul 44
FIGURA 19. Número de capulhos fechados para os diferentes tipos de tratamento 45

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Horários de realização das colheitas dos experimentos I e II… 27

TABELA 2. Datas das colheitas dos experimentos I e II. 27

TABELA 3. Tratos culturais nos experimentos..... 28

TABELA 4. Perdas aéreas (%) em função dos horários e das datas de colheitas após aplicação do desfolhante. 36

TABELA 5. Perdas de algodão no chão e totais (%) analisadas isoladamente em função das datas de colheitas após aplicação do desfolhante. 37

TABELA 6. Perdas de algodão no chão após a colheita (%) em função dos horários e das datas de colheitas após aplicação do desfolhante. 38

TABELA 7. Perdas de algodão aéreas (%) em função dos horários e das datas de colheitas após aplicação do desfolhante..... 39

TABELA 8. Perdas de algodão totais (%) em função dos horários e das datas de colheitas após aplicação do desfolhante..... 39

TABELA 9. Fazenda Céu Azul, dados do teor de umidade do algodão, umidade relativa do ar e temperatura de 31 de outubro de 2013. 40

SUMÁRIO

Página

1. INTRODUÇÃO.....14

2. REVISÃO DE LITERATURA.....16

2.1 Aspectos socioeconômicos.....16

2.2 Sistema de semeadura adensado e convencional.....17

2.3 Qualidade da fibra e época de colheita do algodão.....17

2.4 Umidade da fibra de algodão.....19

2.5 Perdas do Algodão na colheita mecanizada.....20

2.6 Tipos de unidades(plataformas) de colheita utilizadas no Brasil....21

2.7 Maturadores no cultivo do algodão.....24

3. MATERIAL E MÉTODOS.....26

3.1 Local de realização dos experimentos.....26

3.2 Delineamento Experimental.....26

3.3 Tratos culturais nos experimentos.....27

3.4 Variedade estudada.....28

3.5 Tamanhos dos talhões e das parcelas amostrais dos experimentos.....28

3.6 Caracterização do clima e da cultura.....29

3.7 Instrumentos utilizados nos experimentos.....29

3.8 Caracterização agronômica da lavoura de algodão.....31

3.9 Identificação e acondicionamento das amostras.....32

3.10 Colhedora utilizada.....33

3.11 Determinação das perdas de pré e pós-colheita.....34

3.12 Análises Estatísticas.....35

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....36

4.1 Resultados do experimento com a aplicação do desfolhante com 80% das maçãs abertas 36

4.2 Resultados do experimento com a aplicação do desfolhante com 90% das maçãs abertas 38

4.3 Análise do manejo 40

5. CONCLUSÕES.....46

6. REFERÊNCIAS 47

EFICIÊNCIA DA COLHEITA MECANIZADA DO ALGODÃO EM DIFERENTES ÉPOCAS E APLICAÇÃO DE DESFOLHANTES

RESUMO: As perdas são influenciadas por diversos fatores, entre os quais: a altura das plantas, velocidade de colheita, regulagem da colhedora, quantidades de plantas por metro quadrado, de capulhos abertos, umidade durante a colheita, que contribuem para perdas na ordem de 6% a 12%. Objetivou-se neste trabalho avaliar a eficiência na colheita mecanizada com diferentes épocas de aplicação de desfolhante, dias decorridos após a aplicação do desfolhante e horários de colheita na cultura do algodão convencional da variedade FM 975 WS. Utilizou-se para a colheita a colhedora da marca John Deere, modelo 7660 Os experimentos foram realizados na Fazenda Céu Azul, localizada no Município de Pedra Preta - MT, durante a safra 2012/2013, onde foram realizados dois experimentos com delineamento em blocos causualizados, com a aplicação do desfolhante com 80 % das maçãs abertas em esquema de faixa 2x3, sendo dois horários diários e três datas de colheita, contadas a partir da data de aplicação do desfolhante e o com a aplicação do desfolhante com 90 % das maçãs abertas em esquema de faixa 3x3, sendo três horários diários e três datas de colheita, contadas a partir da data de aplicação do desfolhante. Os resultados foram submetidos à análise de variância, a 5% de probabilidade pelo programa estatístico ASSISTAT e utilizando-se para a comparação de médias, utilizando o intervalo de confiança da média a 95% (α=0,05). As avaliações foram realizadas em parcelas experimentais de 5m², onde quantificou-se, a temperatura, a umidade relativa do ar, o teor de umidade do algodão, a altura total das plantas, a altura do primeiro capulho, o número de plantas por metro quadrado, o número de capulho por planta, o calculando a produtividade, as perdas no chão pré-colheita, as perdas aéreas de pós-colheita e as perdas no chão de pós-colheita. O teor de umidade da fibra, a altura total da planta, a altura do primeiro capulho e a densidade populacional, demonstraram ter influência nas perdas na colheita mecanizada.

PALAVRAS-CHAVE: *Algodão*, Colheita, Umidade e Perdas.

HARVESTING EFFICIENCY OF COTTON IN DIFFERENT TIMES AND APPLICATION OF DEFOLIANTS

ABSTRACT - Losses are influenced by several factors, among which stand out the plant height, harvest speed, adjustment of harvester amount of plants and bolls per square meter, number of open bolls, humidity during harvest and other factors, which which contribute to losses in the order of 6% to 12%. The objective of this study was to evaluate the efficiency of mechanical harvesting at different times of application of defoliants in the culture of conventional cotton variety FM 975 WS. Was used to harvest the harvester John Deere brand, model 7660 (PRO 16). The experiments were performed on the CÉU AZUL farm, located in Pedra Preta, state of Mato Grosso, during the agricultural year 2012/2013. Two distinct experimental design were determined, the first one, was realized the application of defoliant with 80% of the apples open, we used the randomized complete block design with a 2x3 layout and the second one, with the application of defoliant with 90% of the open apples, we used the randomized complete block design with a range 3x3 layout . Results were subjected to analysis of variance at 5% probability by statistical program ASSISTAT and compare using the confidence interval of the mean of 95% (α = 0.05). The evaluations were conducted in experimental plots of 5m, which was quantified, temperature, relative humidity, moisture cotton, total plant height, height of the first boll, number of plants per square meter and the number of bolls per plant, and determining percentage of total production, the losses on the ground pre-harvest losses in post-harvest ground, air post-harvest losses and losses in post-harvest ground. Cotton Moisture, total plant height, the number of days elapsed after the application of defoliant have demonstrated influences on losses in combine harvesting.

Keywords: Cotton, Harvesting, Humidity, Loss.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do algodoeiro destaca-se no cenário agrícola mundial pela utilização dos seus produtos e subprodutos. No Brasil, o algodoeiro é uma planta cultivada em regiões com condições ecológicas distintas o que demandam técnicas, tratos e manejos diferenciados para cada região do Brasil.

O principal destino da fibra de algodão é a indústria têxtil e como subprodutos, pode-se destacar o farelo e o óleo de algodão, ambos extraídos da semente.

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum L. raça latifolium Hutch*.) também é um grande produtor de proteína, que é utilizada para complementação na alimentação animal e humana, agregando assim mais valor a cotonicultura.

A cultura do algodoeiro vem avançando por várias regiões do Brasil em especial o cerrado brasileiro, devido à topografia plana que favorece a mecanização da cultura, adequada distribuição de chuvas, facilitado pelo fato da cultura não apresentar restrição quanto ao fotoperíodo.

Segundo dados da Conab (2014), a área cultivada com algodão para a safra 2013/14 foi de 1.092,4 mil hectares, 22,2% superior à cultivada na safra 2012/13. Este aumento foi justificado pela recuperação dos preços no mercado interno ao longo de 2013, favorecido pela oferta mais restrita, a elevação dos preços no mercado externo, com tendência de manutenção e os atuais níveis de preços das commodities concorrentes, como por exemplo, o milho justificam o referido incremento na área plantada com algodão no país.

No Mato Grosso, maior Estado produtor de algodão, a semeadura ocorre em dois períodos: o da primeira safra, semeado preferencialmente no mês de dezembro e o da segunda safra, nos meses de janeiro e fevereiro. A semeadura neste período tem merecido a preferência dos produtores da Região Centro-Oeste, uma vez que a colheita não coincide com os períodos

de chuvas, ocorrência que traz prejuízos à qualidade da pluma no momento da colheita.

O estado Mato Grosso foi responsável por 56% da produção brasileira de algodão em caroço, com uma área cultivada na safra 2013/2014, incrementada em 30% de 475,3 mil hectares cultivados na safra 2012/2013 passando para 617,9 mil hectares.

Visando estudar as variáveis deste processo produtivo e aumentar a lucratividade do produtor, alguns pesquisadores se dedicaram a dar atenção às perdas durante a colheita mecanizada.

As perdas no instante da retirada do algodão do caule no processo de colheita mecanizada podem variar de 5 a 15%, podendo chegar a menos de 5% nos casos de boa regulagem de máquinas e utilização de operadores capacitados.

O objetivo deste trabalho foi estudar as perdas decorrentes da colheita mecanizada na lavoura de algodão em dois experimentos com delineamento em blocos causualizados, sendo que o experimento I, com a aplicação do desfolhante com 80 % das maçãs abertas em esquema de faixa 2x3, sendo dois horários diários e três datas de colheita, contadas a partir da data de aplicação do desfolhante e para o experimento II, com a aplicação do desfolhante com 90 % das maçãs abertas em esquema de faixa 3x3, sendo três horários diários e três datas de colheita, contadas a partir da data de aplicação do desfolhante.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos socioeconômicos

Nos últimos anos, a forte expansão das áreas cultivadas no país tem proporcionado a difusão de novas tecnologias nas principais culturas cultivadas no Brasil. Para o algodão, novas variedades têm proporcionado um ciclo mais definido, rendimento de pluma mais alto, alta produtividade, resistência ao ataque de pragas e tolerância às principais doenças.

Conforme Maleia (2010), no melhoramento e na produção do algodão, a avaliação da produtividade é efetuada a partir de dois caracteres: produtividade de algodão em caroço e de pluma ($Kg.ha^{-1}$).

No cenário nacional a produtividade para a safra 2013/2014 foi revista em 3.839 $Kg.ha^{-1}$, contra uma produtividade da safra 2012/2013 de 3.723 $Kg.ha^{-1}$, um incremento de 3,1% e no estado do Mato Grosso a produtividade para a safra 2013/2014 foi revista em 3.810 $Kg.ha^{-1}$, contra uma produtividade da safra 2012/2013 de 3.915 $Kg.ha^{-1}$, um incremento negativo de 2,7%, (CONAB, 2013).

Comparando a safra 2012/2013 com a safra 2013/2014, a cultura do algodão teve um incremento de 25,4%, a nível nacional e de 35,3%, no Estado do Mato Grosso que é responsável por 57% da produção nacional de algodão, sendo a segunda cultura que mais cresceu em percentual da área cultivada no Brasil, esta cultura teve ainda um aumento na sua produtividade em $kg.ha^{-1}$ na ordem de 3,2%, (CONAB,2014).

Os valores ligados a esta cultura para a safra 2013/2014 são extremamente significativos, sendo a área cultivada de 1.121,6 (mil ha),com a produção total de 1.704,5 (mil Toneladas) e a produtividade de 1.520 ($Kg.ha^{-1}$), para algodão em pluma (CONAB,2014), tendo a cotação média da casa dos R$ 50,00 ($R\$.@^{-1}$), no dia 01/10/2014, (IMEA,2014). Gerando uma receita na ordem de R$ 5.675.985.000,00 (5,6 trilhões de reais).

2.2 Sistema de semeadura adensado e convencional

O espaçamento entre fileiras e a densidade da semeadura, podem afetar diretamente a produtividade das culturas, pois interferem no stand final, arquitetura das plantas e micro clima na lavoura (PITOL et al., 2010).

Diferentes configurações de semeadura para a cultura do algodoeiro podem ser obtidas variando-se o número de plantas por metro na linha de semeadura, bem como o espaçamento entre as linhas. Os diferentes espaçamentos entre linhas podem ser divididos em três tipos: ultra-adensado (*ultra-narrowrow*– UNR), com espaçamentos entre 0,20 e 0,40m; adensado (*narrow-row* – NR), entre 0,40 e 0,76m; e o convencional, com recomendações de distâncias entre 0,76 a 1,00m (CARVALHO; CHIAVEGATO, 2006).

No cerrado brasileiro, tradicionalmente o algodão convencional é semeado com espaçamento entre linhas de 0,76m a 0,90m, visando densidades de plantas entre 90 e 120 mil plantas ha^{-1}. No caso do algodão semeado no mês de dezembro, o ciclo da cultura pode atingir de 180 a 220 dias, gerando altas produtividades, porém com altos custos de produção, principalmente em proteção fitossanitária. A produção do algodoeiro em espaçamentos adensados é mais uma alternativa de cultivo, na qual o adensamento gera uma densidade de aproximadamente 250 mil plantas ha^{-1}. Com isto, é possível baixar o custo de produção sendo uma alternativa aos cotonicultores (BELOT, 2010).

A altura, o diâmetro, o número de capulhos, o peso de capulhos e o peso de 100 sementes por planta do algodoeiro são menores, no menor espaçamento e densidade, independente da época de semeadura, embora, o aumento na altura da inserção do primeiro ramo reprodutivo tenha sido observado (LAMAS et al., 1989).

2.3 Qualidade da fibra e época de colheita do algodão

A fibra de algodão é formada em um complexo processo biológico que se inicia no florescimento e termina com a abertura das maçãs. A formação da qualidade de fibra envolve vários fatores ambientais e de manejo.

A colheita é um momento importante dentro do manejo da cultura do algodoeiro para se preservar tanto a qualidade quanto a produção de fibras, pois capulhos expostos a fatores e alterações climáticas podem ter queda de peso, de tipo e de qualidade tecnológica da fibra (LIMA et al., 2005). De acordo com os mesmos autores o atraso na colheita ocasiona redução na quantidade da fibra a ser colhida, pois o algodão passa do ponto ideal da colheita e continua perdendo umidade, o que ocasiona perda de peso, reduzindo, consequentemente, a produção de algodão em caroço até 0,6% ao dia.

O ponto de maturidade fisiológica é muito difícil de ser determinado, variando em função da espécie e variedade, local de produção, métodos de cultivo e condições ambientais, não sendo um parâmetro ideal para a determinação do início da colheita (CARVALHO, 1974; MARCOS; FILHO, 1976).

Paolinelli (1986), em trabalho sobre a influência de três épocas de colheita no algodão, o peso dos capulhos e das sementes apresenta decréscimos quando a cultura permanece muito tempo no campo, após atingir a maturidade fisiológica. Como consequência, a permanência dos capulhos do terço inferior da planta por período de tempo demasiado longo no campo pode constituir-se em principal agente causador de deterioração acarretando redução na qualidade da fibra (FARIA et al., 1981).

O atraso na colheita pode proporcionar redução de 13,08% na massa do algodão em caroço em condições de campo. Ainda esta redução não se deve exclusivamente ao teor de umidade no produto. Consequentemente, a colheita mais rápida é desejável, a qual depende de um rigoroso planejamento de todas as suas operações de manejo, desde o momento da desfolha, dimensionamento de máquinas/área e transporte (LIMA, 2005).

Carvalho (1974) relata que o momento adequado da colheita em função da maturação é um dos fatores mais importantes para obtenção de sementes de boa qualidade.

Berdnarz e shurlz (2002) constatou redução na produção quando houve postergação e ou atraso na colheita, e concluíram que

economicamente, para maximizar a produção e a qualidade da fibra a aplicação de maturadores pode ser realizada quando 60% das maçãs estiverem abertas, embora para tal sucesso, deve-se avaliar as condições edafoclimáticas da localidade na safra agrícola.

2.4 Umidade da fibra de algodão

A qualidade intrínseca da fibra é dependente do fator genético próprio de cada cultivar e do ambiente, como temperatura, umidade relativa do ar e radiação solar Santana et al. (1989) e Souza e Beltrão (1999), afirmam que a qualidade da fibra depende de condições climáticas ideais.

Verificando o efeito do ambiente e de cultivares de algodão herbáceo em vários Estados do Brasil, Chiavegato et al., (1999), concluíram que são altamente significativos os efeitos da cultivar e do ambiente e da interação entre a cultivar x ambiente nas características da fibra e consequentemente do fio.

Em condições normais, os frutos do algodoeiro abrem quando atingem a maturidade, que varia em função da espécie e das condições do ambiente. Caso ocorram precipitações frequentes no período de maturação dos frutos, com muita nebulosidade e queda da temperatura ambiente, os frutos demorarão a abrir ou, mesmo, não se abrem, apodrecendo na planta ou, em caso de abertas, as sementes podem germinar, prejudicando enormemente a qualidade, e até comprometer, parcial ou totalmente, a produção (BELTRÃO et al. 1999).

Queiroz et al. (2002), ao estudarem a influência da precipitação pluvial na qualidade da fibra do algodão no Estado da Paraíba, verificaram que a fibra é sensível à umidade excessiva, em termos de precipitação pluvial na colheita, onde uma chuva de 50mm é o suficiente para causar algum dano na sua qualidade intrínseca.

De acordo com os mesmos autores entre as características da fibra mais sensível a umidade na colheita destaca-se a resistência que pode ser bastante reduzida (18,79%), bem como o comprimento e a refletância (brancura da fibra).

Iamamoto et al. (2011), observaram que a colheita do algodão é viável desde que a umidade nas fibras esteja entre 12% e 15%, quando 95% dos capulhos estão abertos.

Um dos principais fatores que interferem na qualidade do processo de beneficiamento é a umidade do algodão. Na etapa de separação da pluma do caroço e limpeza das fibras, é necessário que o algodão esteja com 8% de umidade, para evitar danos (umidade menor que 8% causa quebra da fibra e aumenta o índice de fibra curta e desuniformidade no tamanho das fibras, por outro lado, umidade superior a 8% causa o aumento do Nep´s).

Todo o benefício deve ser acompanhado periodicamente através de análises de HVI, a fim de se identificar as possíveis etapas do processo que estejam comprometendo a qualidade da fibra (BRUNETTA, 2005).

2.5 Perdas do Algodão na colheita mecanizada

As transformações ocorridas na agricultura brasileira foram profundas, principalmente com a cultura do algodoeiro que, em pouco tempo, passou de cultura familiar, com forte demanda de mão de obra, para produção em grande escala com vultosos investimentos de capital e alta tecnologia, principalmente nos cerrados. Uma etapa de muita importância dentro do processo produtivo do algodão é a colheita, e quando realizada de forma inadequada, pode acarretar prejuízos quantitativos e qualitativos no produto final (ELEUTÉRIO, 2001).

As perdas na colheita devem ser monitoradas com o objetivo de detectar possíveis erros que possam ocorrer durante o processo, e para que os mesmos possam ser corrigidos. Como exemplo de perdas quantitativas pode-se citar: algodão que se encontra no chão, algodão que permanece no algodoeiro após a passagem da colhedora e perda de peso devido ao atraso na colheita. As perdas qualitativas são: mistura de algodão com outras partes da planta, imaturidade das fibras (colheita prematura), excesso de umidade, redução da resistência das fibras, variação no comprimento e na coloração das fibras devido a diversos fatores, dentre eles o climático (FERRONATO et al., 2002).

No Brasil, dados de pesquisas apontam níveis variados de perdas para situações e regiões diferentes. Vieira et al., (2001) citaram como aceitável um índice máximo de 10% de perdas, e que a faixa ideal encontra-se entre 6 e 8%. Carvalho et al., (1984) obtiveram 7% e 16% de perdas em colheita mecanizada de algodão, Rangel et al., (2003), afirmam que as perdas com o processo de colheita mecanizada de algodão podem variar de 5 a 15%.

Segundo Embrapa (2006) durante a colheita mecanizada ocorrem perdas quantitativas da ordem de 15 a 17%, enquanto que na colheita manual estas perdas não passam, em média, de 5%. Os fatores que afetam o aumento nas perdas podem ser diversos destacando a população de plantas, velocidade de operação das máquinas, treinamentos dos operadores e regulagens de máquinas.

2.6 Tipos de unidades(plataformas) de colheita utilizadas no Brasil

A colheita mecânica do algodão pode ser realizada por dois tipos de máquinas: a colhedora “picker" (Figuras 01 e 02), com principio de funcionamento baseado na apanha manual, sendo as máquinas colhedoras providas de fusos rotativos.

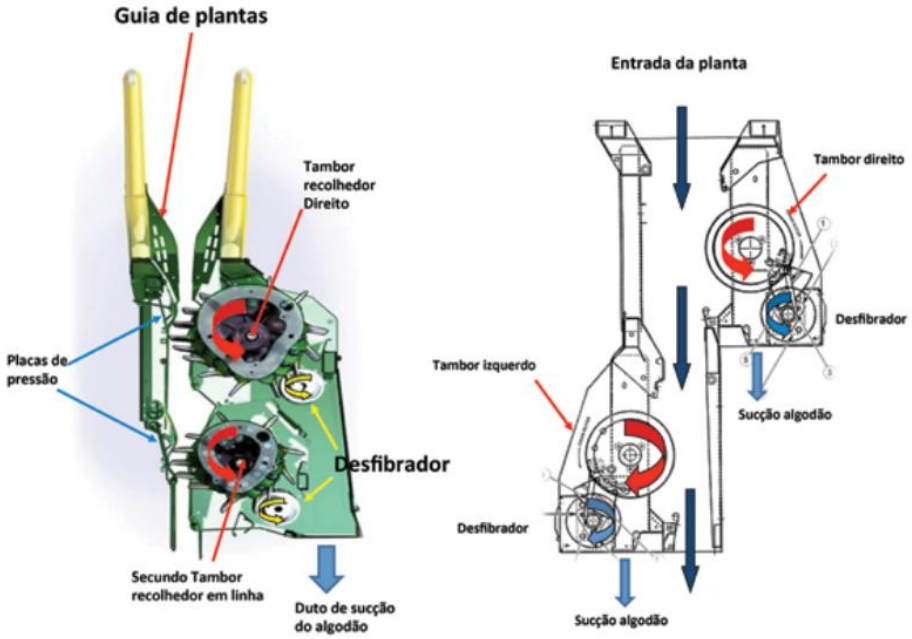

FIGURA 1. Esquema de funcionamento das unidades de colheita da John Deere a esquerda e Case a direita (Fonte:IMA,2012).

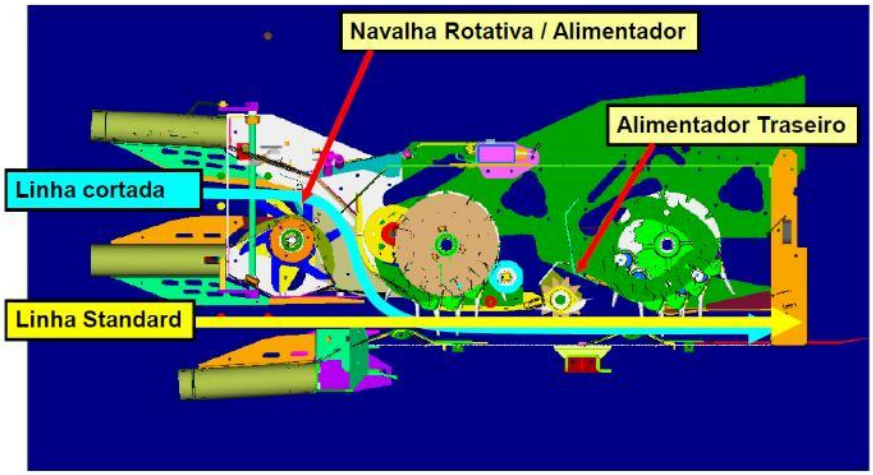

FIGURA 2. Esquema de funcionamento das unidades de colheita adensada da John Deere (Fonte:JOHN DEERE,2012).

O segundo tipo, o stripper, dotadas de um sistema de roldanas, que retiram capulhos inteiros e os invólucros (Figura 03). A colhedora *stripper* apresenta maior quantidade de impurezas nas fibras em relação às colhedoras do tipo picker, que são as mais usadas atualmente no Brasil (RABÊLO et al., 2009).

FIGURA 3. Carretel da plataforma do modelo stripper (Fonte:BASSINI,2013).

A colheita mecanizada do algodão com colhedora de fusos colhe todos os espaçamentos convencionais (picker convencional), (Figura 01), acima de 0,76m e plantios adensados (picker adensado), (Figura 02), com espaçamento entre linhas acima de 0,38m, as quais para manter a qualidade do produto colhido e possibilitar uma única operação de colheita, exigem a abertura de todos os frutos viáveis e a menor quantidade possível de folhas verdes e/ou secas nas plantas (GOTTARDO; CHIAVENATO, 2009).

Para a colheita no sistema picker adensado (Figura 02), faz-se o corte das plantas de uma fileira, as quais são transportadas para a fileira adjacente onde é feita a extração dos capulhos. As plantas são cortadas a uma altura de 0,05 a 0,15m e transportadas na posição vertical para se juntarem as plantas não cortadas na linha adjacente onde é feita a extração dos capulhos. A qualidade da fibra obtida não difere do algodão no sistema convencional (SOFIATTI, 2011).

A colheita mecanizada do algodão adensado com colhedora de pente ou “stripper”, (Figura 03), retira os capulhos com os pentes e/ou dedos com auxílio de um molinete. Além disso, a colheita não é seletiva, arrancando partes da planta (brácteas, ramos, maçãs imaturas, folhas) que não passam entre os pentes da unidade de colheita (SOFIATTI, 2011).

A ação vigorosa e agressiva do pente e do molinete sobre as plantas do algodão retira os ramos laterais, casquilhas, folhas, capulhos e carimãs e aumenta a quantidade de impurezas, o número de nodosidades ("neps") e de amarelecimento das fibras, reduzindo o micronaire (finura e maturidade) e a refletância se comparado a colhedora do tipo "picker" (COLUMBUS et al., 2001; WILLCUTT, 2002; COLOMBUS, 2002).

O que se pode afirmar sobre a colhedora do tipo “stripper” em relação a “picker”, é que a primeira possui menor custo de aquisição, menor número de partes móveis na unidade de colheita, reduzido consumo de combustível e menor custo direto em manutenção (FAULKNER et al., 2007).

O custo de investimento na compra de colhedora “stripper” é menor e a manutenção mais barata do que as colhedoras de fuso (“picker”)(IMA-MT, 2010).

De acordo com Ribas e Chanselme (2010), as colheitas com os diferentes tipos de colhedora ocasionam as seguintes alterações na fibra: A colheita com “stripper” apresenta 16% de material estranho contra 7,7% em colhedoras de fusos (Picker); para produzir um fardo de 200 kg de fibra é necessário colher 530 kg de algodão em caroço colhido com “Picker” e 670 kg de algodão em caroço colhido com “stripper”. Em um fardo de 200 kg de fibra passam pela usina de beneficiamento: 42 kg de impurezas em colheita com “Picker”e 177 kg de impurezas em colheita com “Stripper”;

2.7 Maturadores no cultivo do algodão

O algodoeiro é uma planta perene, porém é cultivada comercialmente de forma anual. A formação contínua de novas estruturas vegetativas e reprodutivas interfere significativamente na eficiência e viabilidade da colheita mecanizada desta cultura (LANDIVAR, 2005; MARTUS, 2005).

Visando reduzir o ciclo do algodoeiro, muitas vezes são utilizados produtos químicos com a finalidade de acelerar e equalizar a maturação dos frutos, sua deiscência e a desfolha das plantas, aumentando a precocidade e contribuindo para diminuir a incidência de pragas (LAMAS et al., 1999).

Entre esses condicionantes de colheita estão os chamados maturadores, produtos químicos que estimulam a produção de etileno o qual causa a desintegração das membranas celulares e dessecação das células, especialmente daquelas que unem os carpelos da cápsula. Esta desintegração celular e dessecação expõem as fibras ao meio ambiente e se inicia um processo de evaporação de água das fibras. As fibras ao secar, incrementam seu volume e empurram a casca para trás, causando abertura das maçãs (LANDIVAR, 2005; MARTUS, 2005).

Portanto, o uso de maturadores e desfolhante são necessários para, acelerar a abertura dos frutos, promover a desfolha e assim facilitar o trabalho das máquinas na colheita proporcionando a obtenção de fibra mais limpa reduzindo os custos no beneficiamento (SCHWENING et al., 2007).

Assim, a terminação química da cultura necessita de cuidados, com o compromisso de atingir o máximo potencial de produção, sem reduzir a qualidade da fibra (FAIRCLOTH et al., 2004).

Lamas & Ferreira (2006), preconizaram que os maturadores devem ser aplicados quando 100% dos frutos atingirem a maturidade fisiológica ou mais de 90% dos frutos (capulhos) estiverem abertos.

O atraso na colheita ocasiona redução na quantidade da fibra a ser colhida, pois o algodão passa do ponto ideal de colheita e continua perdendo umidade, o que ocasiona perda de peso, reduzindo consequentemente, a produção de algodão em caroço (LIMA et al., 2005).

Stewart et al. (2000), realizaram experimentos com cinco produtos comerciais indicados como condicionadores de colheita, dois deles maturadores contendo percussores de etileno (Ethephon+Amads e Ethephon+Cyclanilide). Observaram que os maturadores que continham percussores de etileno foram os únicos que proporcionaram abertura sincronizada de maçãs e ainda que agentes sinérgicos como Amads e Cyclanilide são muito importantes para a performance dos produtos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de realização dos experimentos

Os experimentos foram realizados na Fazenda Céu Azul, localizada no Município de Pedra Preta, Estado de Mato Grosso, rodovia BR-364, km 125, na Latitude de 17°31’29” Sul e Longitude de 54°45’81” Oeste, estando a uma altitude média de 750 metros.

3.2 Delineamento Experimental

Foram realizados dois experimentos distintos, sendo que para o experimento I, com a aplicação do desfolhante com 80 % das maçãs abertas, utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema de faixa 2x3 para o sistema de cultivo convencional, correspondendo a dois horários distintos de colheita (Tabela 01) e três datas de colheita após a aplicação do desfolhante (Tabela 02), com cinco repetições. Perfazendo um total de 30 parcelas amostrais, cada parcela com 2,70m de comprimento e 1,85m de largura, totalizando 5m².

Para o experimento II, com a aplicação do desfolhante com 90 % das maçãs abertas, utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema de faixa 3x3 para o sistema de cultivo convencional, correspondendo a três horários distintos de colheita (Tabela 01) e três datas de colheita após a aplicação do desfolhante (Tabela 02), com cinco repetições em cada horário. Perfazendo um total de 45 parcelas amostrais, cada parcela com 2,70m de comprimento e 1,85m de largura, totalizando 5m².

TABELA 1. Horários de realização das colheitas dos experimentos I e II.

Descrição	Tratamento	Horários de coleta dos experimentos		
		Primeiro horário	Segundo horário	Terceiro Horário
Experimento I	80%	Das 7:00 as 9:00	Das 9:00 as 12:00	Não coletado
Experimento II	90%	Das 7:00 as 9:00	Das 9:00 as 12:00	Das 15:00 as 17:00

Nos experimentos I e II, analisou-se a colheita de algodão convencional, no período de 16 a 31 de agosto de 2013, com intervalos de 7 dias entre cada colheita, conforme Tabela 02.

TABELA 2. Datas das colheitas dos experimentos I e II.

Descrição	Tratamento	Data da Pré-colheita	Datas da Pós Colheita		
Experimento I	80%	16/08/13	16/08/13	23/08/13	30/08/13
Experimento II	90%	17/08/13	17/08/13	24/08/13	31/08/13

3.3 Tratos culturais nos experimentos

Os tratos culturais dos experimentos I e II relacionados com a aplicação de maturadores e desfolhantes foram diferentes para cada área experimental (Tabela 03).

TABELA 3. Tratos culturais nos experimentos

	Experimento I	Experimento II
Sistema de Cultivo	Convencional	Convencional
Espaçamento entre linhas	0,90 m	90 cm
Data do plantio	06/01/2013	06/01/2013
Variedade cultivada	FM 975 WS	FM 975 WS
Data da 1ª emergência	11/01/2013	11/01/2013
Plantas por metro	8,7	8
1ª Aplicação		
Data	27/07/2013	02/08/2013
Desfolhante	Dropp	Dropp
Taxa de aplicação	0,4 litros.ha^{-1}	0,4 litros.ha^{-1}
Inseticida	Acetato	Acefato
Taxa de aplicação	1 kg.ha^{-1}	1 kg/há
Herbicida	Hydrogen	Hydrogen
Quantidade	0,5 litros.ha^{-1}	0,5 litros.ha^{-1}
Modo de aplicação	Aéreo	Aéreo
Marca e modelo	Avião Ipanema	Avião Ipanema
Faixa de aplicação	16 metros	16 metros
Taxa de aplicação	150 litros.ha^{-1}	150 litros.ha^{-1}
2ª Aplicação		
Data	03/08/2013	07/08/2013
Maturador	Finish	Finish
Taxa de aplicação	1,8 litros.ha^{-1}	1,8 litros.ha^{-1}
Herbicida	Hydrogen	Hydrogen
Taxa de aplicação	0,5 litros.ha^{-1}	0,5 litros.ha^{-1}
Modo de aplicação	Terrestre	Terrestre
Marca e modelo	John Deere 4630	John Deere 4630
Faixa de aplicação	24 metros	24 metros
Taxa de aplicação	30 litros.ha^{-1}	30 litros.ha^{-1}

3.4 Variedade estudada

Para o experimento I e II, utilizou-se à variedade FM 975 WS no sistema de cultivo convencional, com espaçamento de 0,90m entre linhas.

3.5 Tamanhos dos talhões e das parcelas amostrais dos experimentos

Foi destinada uma área total de 60 hectares, sendo dividida em 06 parcelas de 10 hectares cada, denominada de talhão. Dentro de cada talhão

foram distribuídas as parcelas amostrais e suas repetições possuíam dimensões de 2,70 x 1,85m perfazendo uma área total de 5m², Figura 4, conforme Ferreira (2007).

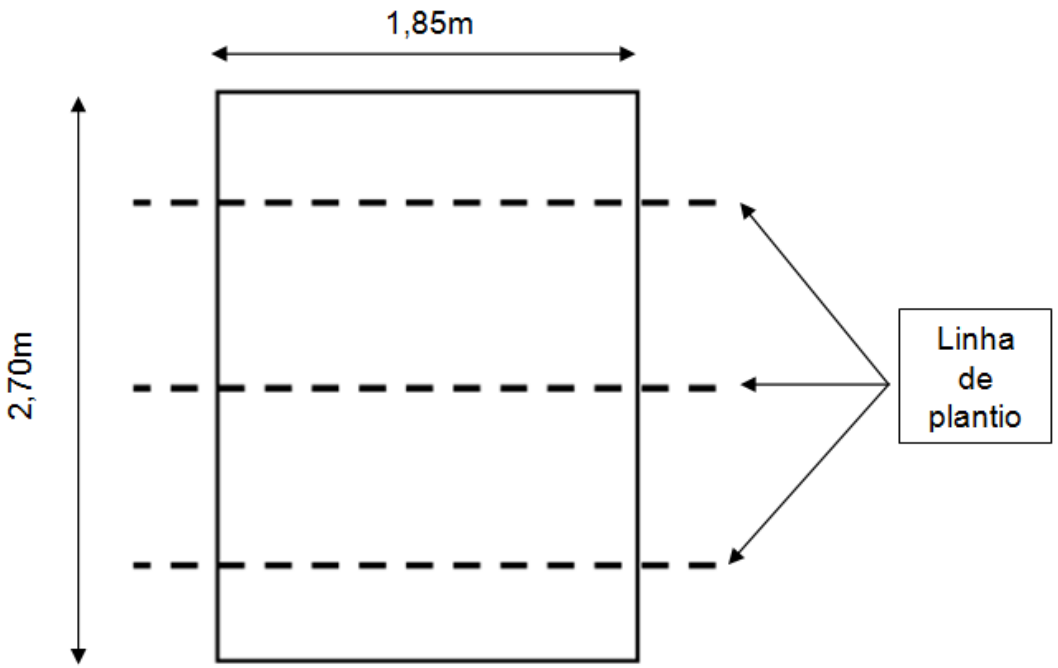

FIGURA 4. Desenho Ilustrativo das parcelas amostrais, com as dimensões e orientação das linhas de plantio (Fonte:BASSINI,2013).

3.6 Caracterização do clima e da cultura

Os parâmetros medidos, quantificados em campo durante o período de realização do experimento, foram: temperatura ambiente, umidade relativa do ar, umidade da pluma, pontos para realização do georeferenciamento, quantidade de capulhos por planta, altura do 1º capulho, altura total da planta e numero de plantas por linha de cultivo em cada parcela amostral.

3.7 Instrumentos utilizados nos experimentos

Realizou-se a medição da umidade relativa do ar e a temperatura ambiente das áreas de estudo utilizando um termo higrômetro, da marca HOMIS, modelo 894 (Figura 05). As medições foram executadas dentro da parcela em estudo, evitando locais que descaracterizassem as condições da mesma . As leituras de temperatura e umidade relativa do ar foram

realizadas a uma altura média de 1,5 m em relação ao nível do solo, (Figura 05).

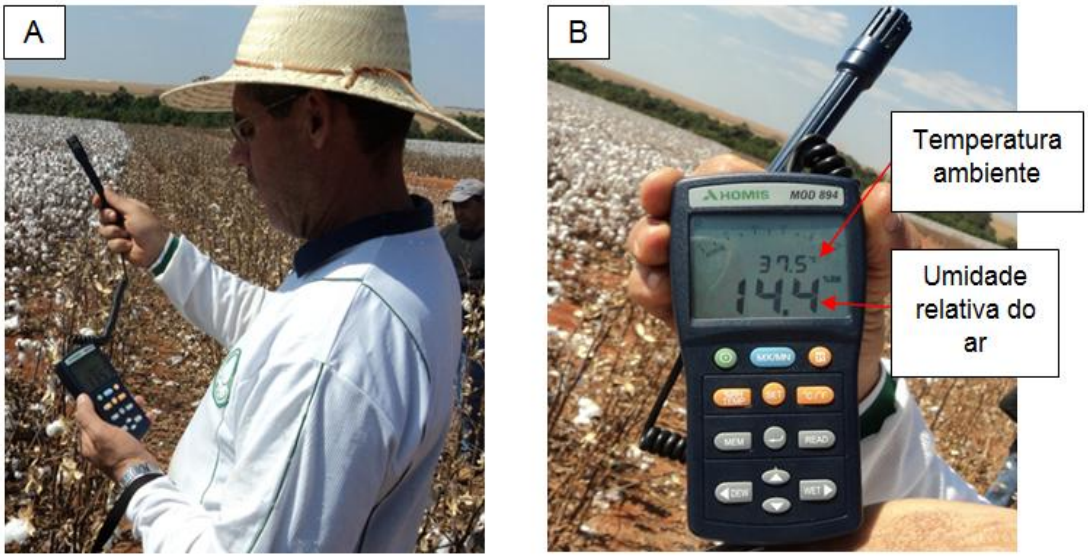

FIGURA 5. Aquisição dos dados climatológicos (A); Tela de leitura dos dados de temperatura e umidade relativa do ar do aparelho Termo Higrômetro (B), (Fonte:BASSINI,2013).

A determinação dos teores umidades instantâneas das amostras do algodão foi monitorada com o auxilio do aparelho Hygron (Figura 06 e 07).

FIGURA 6. Acondicionamento da amostra ao sensor (Fonte:BASSINI,2013).

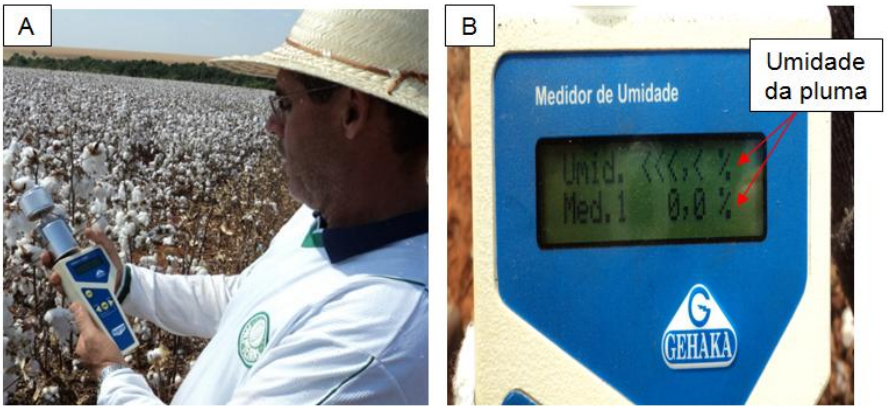

FIGURA 7. Leitura do teor de umidade da pluma de algodão (A); Tela de leitura dos dados de umidade da pluma do algodão, medidor Hygron(B),(Fonte:BASSINI,2013).

3.8 Caracterização agronômica da lavoura de algodão

Com o objetivo de realizar a caracterização agronômica da lavoura foram colhidas em cada talhão, antes da passagem da colhedora, amostras da produção total e perdas pré-colheita e após a passagem da colhedora, amostras das perdas no chão e perdas na parte aérea da planta.

E quantificado o número de plantas na linha, o número de capulhos por planta, a altura de plantas e a altura de inserção do primeiro capulho (Figura 08).

FIGURA 8. Verificação do número de plantas na linha e número de capulhos por planta (A); Altura média das plantas(B); Altura de inserção de primeiro capulho (C), (Fonte:BASSINI,2013).

Foram escolhidas três plantas aleatórias de cada linha de cultivo, para medir altura total das plantas e altura do 1º capulho, usando-se para isso uma trena, os valores obtidos sendo registrado no caderno de anotações.

Foi definido como capulho semiaberto, todo aquele que se encontrava na condição intermediária, entre o totalmente aberto e o totalmente fechado, como capulho aberto os que se encontravam totalmente abertos e como capulho fechados, os que se encontravam totalmente fechados.

3.9 Identificação e acondicionamento das amostras

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos de 5 ou 35 L, de acordo com o tamanho da amostra (Figuras 10 e 11). A identificação foi realizada através do uso de etiquetas padronizadas (Figura 09).

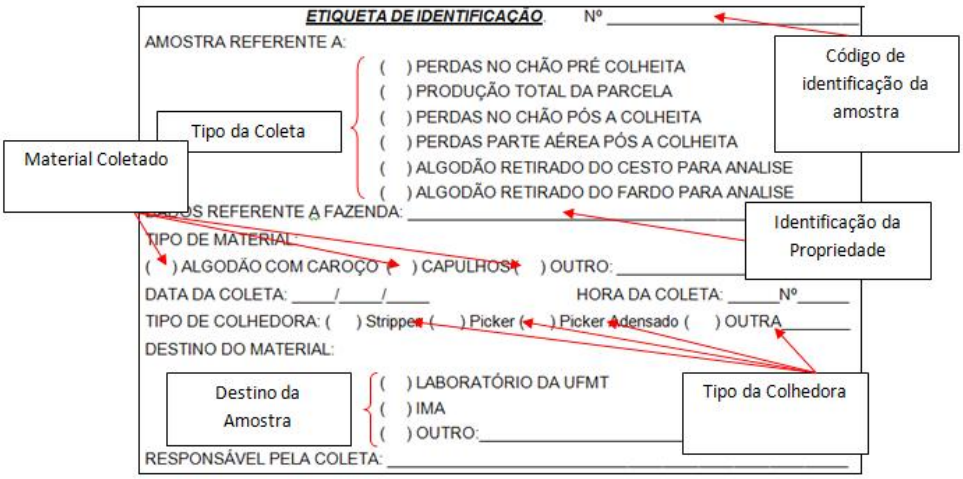

FIGURA 9. Etiqueta de identificação das amostras (Fonte:BASSINI,2013).

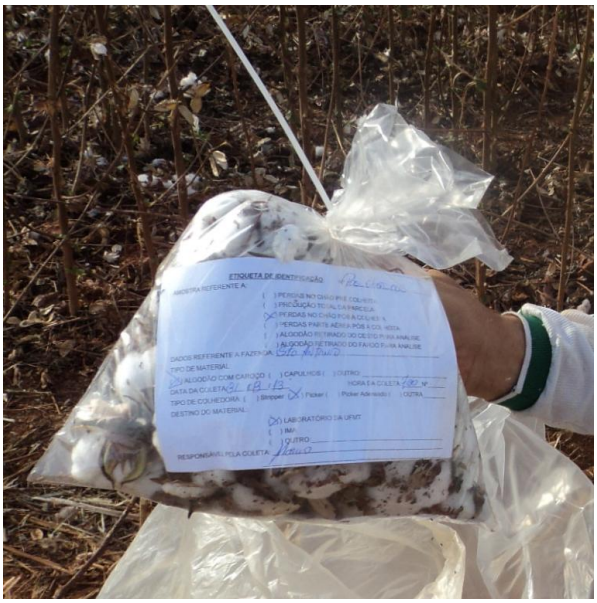

FIGURA 10. Acondicionamento das amostras pequenas, das etiquetas e da fita de amarração (Fonte:BASSINI,2013).

FIGURA 11. Acondicionamento das amostras (Fonte:BASSINI,2013).

3.10 Colhedora utilizada

Para dois experimentos foi utilizada uma colhedora de fuso “Picker”, modelo 7660 PRO16, com 6 unidades espaçadas entre si de 0,90m, da marca John Deere (Figura 12), regulada com 2300 RPM no motor, 4350 RPM na turbina, 185 kPa de pressão de água nas escovas umidificadoras e uma velocidade média de 1,67 $m.s^{-1}$ e a pressão da placa regulada a uma distância dos dedos de 5mm, durante a operação de colheita.

FIGURA 12. Colhedora de algodão, tipo “Picker Convencional”, modelo 7660 PRO16, com 6 linhas da marca: Jonh Deere, vista geral (A), Detalhe da plataforma de colheita (B), (Fonte:BASSINI,2013).

3.11 Determinação das perdas de pré e pós-colheita

A determinação dos diversos tipos de perdas de algodão foi realizada conforme Rodriguez (1977).

$$\text{EFICIÊNCIA NA COLHEITA} = \frac{100 \text{ X ALGODÃO COLHIDO}}{\text{ALGODÃO COLHIDO + PREDAS PÓS COLHEITA}} = (\%) \quad (1)$$

A nomenclatura das perdas ficou assim definida, perdas pré-colheita: quantidade de algodão encontrada no chão antes da colheita, perdas pós-colheita aérea: quantidade de algodão encontrada presa ao caule após a colheita e perdas pós-colheita do chão: quantidade de algodão encontrada no chão após a colheita do algodão.

Para quantificação das perdas foram necessárias, a separação de impurezas, dos caroços e das fibras de cada parcela amostral. Para isso foi utilizado um descaroçador de serras instalado na sede do IMA - Instituto Mato-grossense do Algodão, localizado na Cidade de Primavera do Leste MT. Foram determinados: O percentual de diversas impurezas (cascas, pedaços de ramos ou folhas), o percentual de caroços em relação ao peso total da amostra.

A Retirada de todas as sujidades que pudessem interferir no descaroçamento foi realizada manualmente (Figura 13).

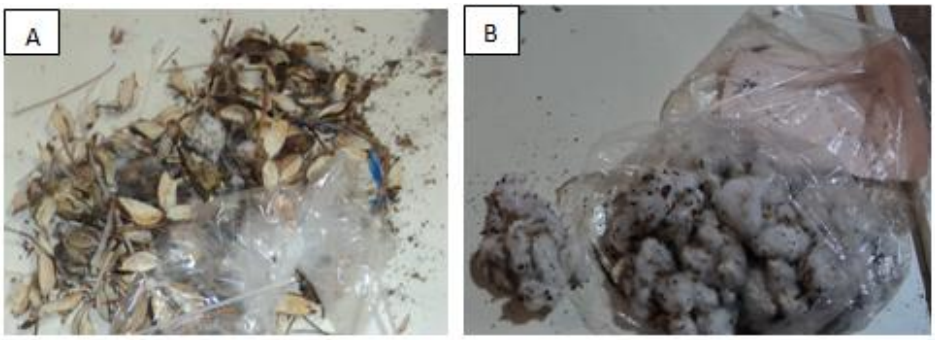

FIGURA 13. Exemplo de sujidades retiradas da amostra (A), Exemplo de amostra pronta para o processamento no descaroçador (B), (Fonte:BASSINI,2013).

3.12 Análises Estatísticas

Os dados do experimento em campo foram submetidos à análise de variância, empregando-se o programa de análises estatísticas SISVAR (FERREIRA 2008) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para a análise de correlação utilizou-se o programa de análises estatísticas ASSISTAT 7.7 beta.

Outro critério estatístico empregado foi a comparação de médias, utilizando o intervalo de confiança da média a 95% (α=0,05) (PAYTON et al, 2000). Nessa técnica, dois ou mais tratamentos são considerados significativamente diferentes quando não há sobreposição entre os limites superior e inferior.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados do experimento com a aplicação do desfolhante com 80% das maçãs abertas

De acordo com os resultados apresentados (Tabela 04), observou-se, houve interação significativa entre os dias após a aplicação do desfolhante e horários de colheita sobre as perdas aéreas das variáveis analisadas, sendo que as menores perdas aéreas foram observadas quando as colheitas ocorreram entre sete e doze horas da manhã com 34 dias após a aplicação do desfolhante e entre nove e doze horas da manhã com 20 dias após a aplicação do desfolhante, de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 04).

Estes valores de perdas aéreas estão abaixo dos encontrados por Silva et al. (2012), quando variou a velocidade de trabalho da colhedora, citando que as menores perdas ocorrerem quando trabalhou com a velocidade de deslocamento de 1,05 $m.s^{-1}$.

TABELA 4. Perdas aéreas (%) em função dos horários e das datas de colheitas após aplicação do desfolhante.

Dias da Aplicação	Perdas Aéreas (%) Horários	
	07:00 as 09:00 hs	09:00 as 12:00 hs
20	1,18 bB	0,43 aA
27	1,53 bA	1,27 bA
34	0,30 aA	0,39 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não difere entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nos resultados apresentados (Tabela 05), observou-se que as variáveis quando analisadas isoladamente, as menores perdas no chão após a colheita, foram obtidas quando estas ocorreram com 34 dias após a aplicação do desfolhante, mesmo não diferindo estatisticamente, quando a colheita ocorreu com 27 dias de aplicação do desfolhante.

Ainda analisando isoladamente os resultados (Tabela 05), observou-se que as menores perdas totais ocorreram 34 dias após a aplicação do desfolhante.

TABELA 5. Perdas de algodão no chão e totais (%) analisadas isoladamente em função das datas de colheitas após aplicação do desfolhante.

Dias da Aplicação	Perdas (%)	
	Perdas no chão	Perdas totais
20	3,13 b	3,93 b
27	2,89 ab	4,29 b
34	2,42 a	2,77 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não difere entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As perdas no chão após 34 dias de aplicação do desfolhante representou aproximadamente 87% do valor da perda total. Este valor é superior ao encontrado por Ferreira (2007), que encontrou perda no chão próximo de 59%.No entanto Khalilian et al. (1999), também encontraram as maiores perdas no solo em colheita de algodão nos Estados Unidos, sendo essas perdas na ordem de 51 e 59%.

Os valores apresentados (Tabelas 05 e 06), demonstram que as perdas totais das colheitas estão abaixo e ou próximo dos valores encontrados em diversos trabalhos nos Estados Unidos e no Brasil, conforme salientam COLWICK & WILLAMSON (1968), que colhendo com o sistema Picker, as perdas durante a colheita ficaram entre 5 e 15% nas condições dos Estados Unidos, mais especificamente no Brasil nas condições do cerrado entre 9,4 e 12,5 % (NOGUEIRA & SILVA, 1993; FREIRE et al, 1995) e no Estado de São Paulo entre 7 e 16% foram observados (CARVALHO et al, 1984), já Ferreira (2007), encontrou valores que variaram na faixa de 5,1 a 7,5% para colheita com sistema picker, evidenciando a boa regulagem da colhedora.

Segundo Oosterhuis (1999), vários fatores podem influenciar as perdas quantitativas de algodão, destacando a velocidade de deslocamento, altura da planta. Corroborando com estas afirmações Silva et. al. (2007) concluíram que a altura do primeiro capulho e a altura total da planta interfere nas perdas.

Rangel et al., (2003), afirmaram que as perdas na colheita mecanizada de algodão podem variar de 5 a 15%, podendo ser até inferior a 5% nos casos de boa regulagem da máquina e utilização de operador capacitado.

No experimento I os valores encontrados de perdas totais ficaram entre as faixas de 2,77 a 4,29%, média de 3,53 % quando a aplicação do desfolhante ocorreu com 80 % das maçãs abertas. Evidenciando a eficiência da colhedora, a boa regulagem da máquina e a capacitação elevada dos operadores.

4.2 Resultados do experimento com a aplicação do desfolhante com 90% das maçãs abertas

Ao observar os valores obtidos (Tabela 06), quanto as perdas no chão após a colheita, observou-se que para a produtividade de 5891,26 kg.ha^{-1} da área estudada, houve interação entre as variáveis analisadas.

As menores perdas no chão após a colheita ocorreram com valores de 2%; 2,23%; 2,55% e 2,87%, respectivamente entre quinze e dezessete horas com 29 dias após a aplicação do desfolhante, entre sete e doze horas com 22 dias após a aplicação do desfolhante e entre sete e nove horas com 15 dias após a aplicação do desfolhante de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 06). Estes valores de perdas estão abaixo dos encontrados por Khalilian (1999), que encontrou valores de 6, 7, 8, 11, 12 e 15%, de perdas totais no solo.

TABELA 6. Perdas de algodão no chão após a colheita (%) em função dos horários e das datas de colheitas após aplicação do desfolhante.

Dias de Aplicação	Perdas no Chão (%) Horários		
	07:00 as 09:00 hs	09:00 as 12:00 hs	15:00 as 17:00 hs
15	2,55 aA	4,76 bB	3,29 abAB
22	2,87 aA	2,23 aA	4,73 bB
29	5,40 bB	3,37 abA	2,00 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não difere entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Referente as perdas aéreas após a colheita (Tabela 07), observou-se que houve interação entre as variáveis analisadas e as menores perdas aéreas após a colheita foram observadas entre sete e doze horas com 15 dias após a aplicação do desfolhante, entre sete e doze horas e entre quinze e dezessete horas com 22 dias após a aplicação do desfolhante e entre nove e doze horas e quinze e dezessete horas com 29 dias após a aplicação do desfolhante, ou seja, com exceção do horário entre quinze e dezessete horas com 15 dias após a aplicação do desfolhante, todos os outros horários e dias decorridos após a aplicação do desfolhante, não apresentaram diferença significativa entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 07).

TABELA 7. Perdas de algodão aéreas (%) em função dos horários e das datas de colheitas após aplicação do desfolhante.

Dias de Aplicação	Perdas Aéreas (%) Horários		
	07:00 as 09:00 hs	09:00 as 12:00 hs	15:00 as 17:00 hs
15	0,98 aA	1,45 aA	4,86 bB
22	1,33 aA	1,05 aA	1,10 aA
29	1,77 aA	2,32 aA	1,86 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não difere entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As perdas totais obtidas após a colheita no experimento II, foi influenciada significativamente pela interação entre horário de colheita dias de aplicação do desfolhante, sendo que as menores perdas totais após a colheita ocorreram respectivamente, entre nove e doze horas com 22 dias após a aplicação do desfolhante, entre sete e nove horas com 15 dias após a aplicação do desfolhante e entre quinze e dezessete horas com 29 dias após a aplicação do desfolhante, de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 08).

TABELA 8. Perdas de algodão totais (%) em função dos horários e das datas de colheitas após aplicação do desfolhante.

Dias da Aplicação	Perdas Totais (%) Horários		
	07:00 as 09:00 hs	09:00 as 12:00 hs	15:00 as 17:00 hs
15	3,56 aA	6,21 bB	8,16 bB
22	4,19 aAB	3,28 aA	5,84 abB
29	7,16 bB	5,69 abAB	3,86 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não difere entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No experimento II os valores encontrados de perdas totais ficaram entre as faixas de 3,28 a 8,16%, média de 5,72% quando aplicação do desfolhante com 90 % das maçãs abertas, valor estes abaixo dos encontrados em diferentes literaturas, como citado nos resultados do experimento I. O que evidencia a eficiência da colhedora, a boa regulagem da máquina e a capacitação elevada do operador, o momento adequado da colheita, o bom manejo da lavoura, entre outros fatores.

Os altos valores de perdas totais encontrados, entre sete e nove horas com 29 dias decorridos após a aplicação do desfolhante, justifica-se pelos elevados valores do teor de umidade do algodão (Tabela 09).

TABELA 9. Fazenda Céu Azul, dados do teor de umidade do algodão, umidade relativa do ar e temperatura de 31 de outubro de 2013.

Horário	1ª Leitura	2ª Leitura	3ª Leitura	Média P/Horário	Umidade Relativa	Temperatura Ambiente
06:15	9,6	9,3	8,4	9,1	50,9	21,8
07:00	10,2	8,3	8,4	9,0	56,8	22,2
08:00	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	43,1	30,8
09:00	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	39,3	31,1

* O medidor de umidade faz leituras até o valor mínimo de 6% de umidade.

4.3 Análise do manejo

O número médio de plantas por metro quadrado(Figura 14), foi o que gerou no experimento II uma menor concorrência entre os indivíduos, proporcionando uma maior altura média das plantas, conforme preconizado pela Embrapa (2001), e confirmado por Ferreira (2007), em que, o número ideal de plantas de algodão por metro quadrado deve estar na faixa de 8 a 12 plantas, correspondendo a 80.000 a 120.000 plantas por hectare.

Alterações no espaçamento e no número de plantas por metro quadrado induzem a uma série de modificações no crescimento e desenvolvimento do algodoeiro. A altura das plantas, o diâmetro da haste principal, o número de ramos vegetativos e reprodutivos são algumas das características morfológicas do algodoeiro significativamente influenciadas pela população de plantas.

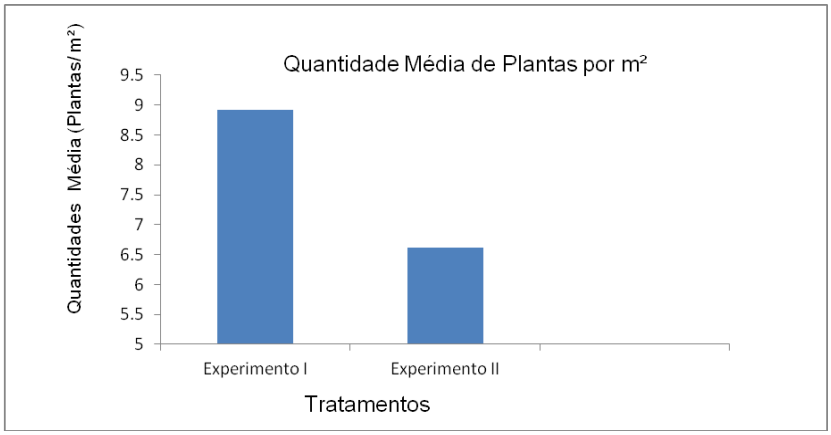

FIGURA 14. Quantidade média de plantas (m²) em função dos experimentos I e II na Fazenda Céu Azul (Fonte:BASSINI,2013).

Análisando-se (Figura 15), observa-se que houve diferenças estatísticas significativas a 5% de probabilidades pelo método do intervalo de confiança das médias (PAYTON et al, 2000), para as alturas da cultura entre os experimentos I e II(Figura 15). No Experimento I obteve as menores perdas devido a diferença entre as alturas dos indivíduos nos experimentos, as quais foram de 1,57m, no experimento II, contra 1,47m do experimento I (Figura 15), sendo estas alturas 16,29% e 8,89% respectivamente, maiores que a maior altura recomendada para o manejo da cultura.

Corroborando com IMA(2012) e Rosolem (2001) que afirmaram, a altura máxima das plantas de algodão, não deve ultrapassar 1,5 vezes o espaçamento entre fileiras da cultura, a fim de se evitar o auto-sombreamento, que dificulta a penetração de luz na copa e consequentemente, provoca o aborto de estruturas reprodutivas. No caso dos experimentos I e II a altura deveria ser de 1,35 m recomendada para o espaçamento de 0,9m entre as linhas.

Bellot (2002), afirmou a altura excessiva dos indivíduos, aumentam significativamente as perdas totais na colheita mecanizada.

Esta influência da altura nas perdas da colheita também foi observada por Ferreira (2007), concluindo que a menor altura de plantas favorece a mecanização da cultura, facilitando os tratos culturais e a realização da colheita.

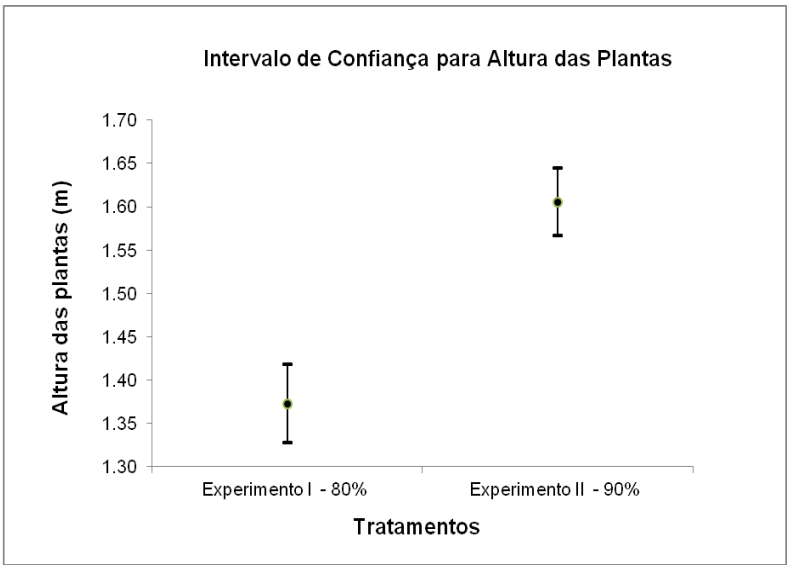

FIGURA 15. Altura das plantas para os diferentes tipos de tratamentos (Fonte:BASSINI,2014).

Pode-se observar (Figura 16), que houve diferença estatística significativa a 5% de probabilidade pelo método do intervalo de confiança da média (PAYTON et. al. 2000) para o número de capulhos abertos entre o experimento I e II, o qual foi outro efeito gerado pelo menor número de plantas por metro quadrado, que foi o aumento do número de ramos nos indivíduos, gerando consequentimente um maior número de capulhos por planta.

Corroborando com Rosolem (2001) que afirmou, há que se considerar que, quando as plantas de algodão encontram-se mais espaçadas, ocorre o aumento do número de ramos e consequentemente neste caso, o aumento do número de capulhos. Ferreira (2007), afirmou que o aumento do número de capulhos por planta, ocorre devido ao tamanho excessivo dos ramos reprodutivos, devido à menor população de plantas por hectare, ocorre como efeito compensatório por parte da planta, que teve maior crescimento e ramificação.

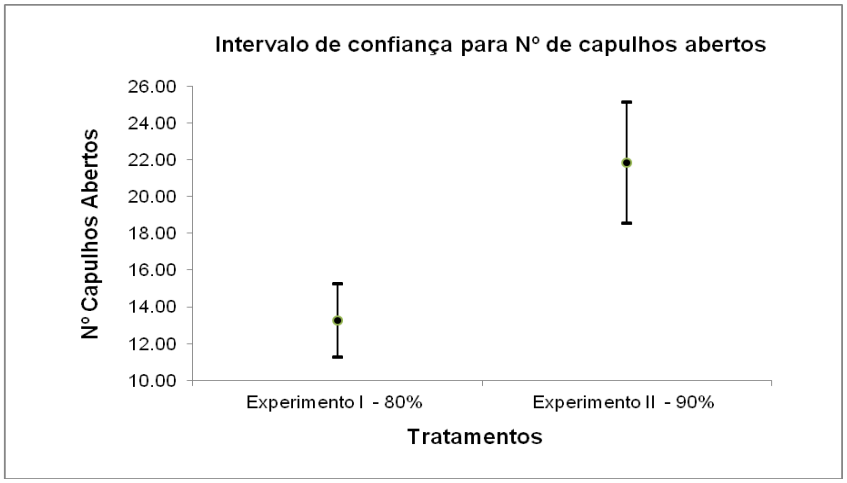

FIGURA 16. Número de capulhos abertos para os diferentes tipos de tratamentos (Fonte:BASSINI,2014).

Tais fatores geraram uma maior produção total do experimento II (Figura 17), e demonstraram que houve diferença numérica significativa, para as produções totais entre os experimentos I e II, com isso justificando que no Experimento I obtivemos as menores perdas devido a quantidade menor de ramos e consequentemente uma quantidade menor de capulhos abertos(Figura 16), facilitando com isto a colheita a uma mesma velocidade da colhedora.

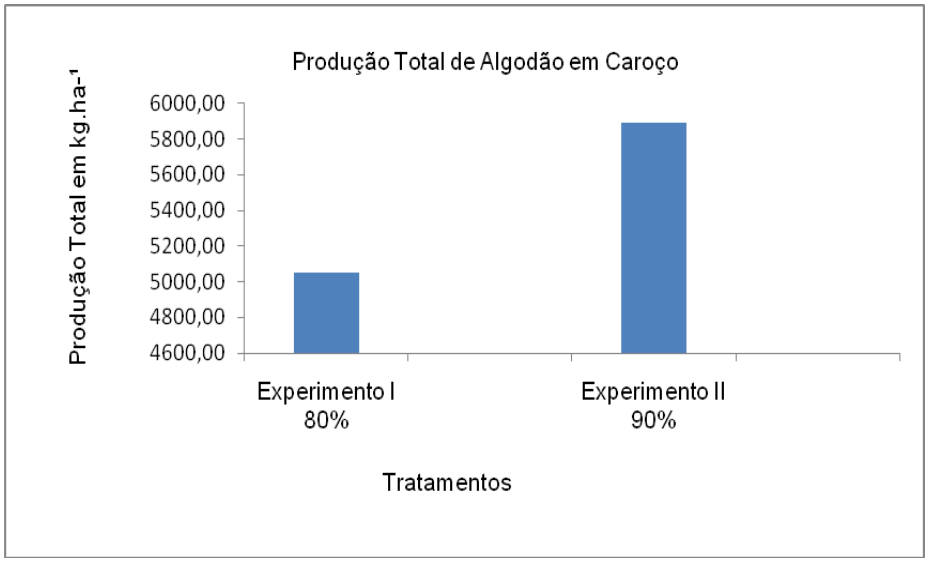

FIGURA 17. Produtividade total de algodão em caroço (Kg ha^{-1}) em função dos percentuais de maças abertas na Fazenda Céu Azul (Fonte:BASSINI,2013).

Outro ponto que pode justificar as menores perdas totais no talhão do experimento I, é que nesta área a altura média do primeiro capulho foi 0,47m

contra 0,37m do experimento II(Figura 18).O que corrobara com Ferreira(2007), que afirmou: essa situação dificulta a colheita de capulhos mais baixos, podendo levar ao aumento das perdas na planta.

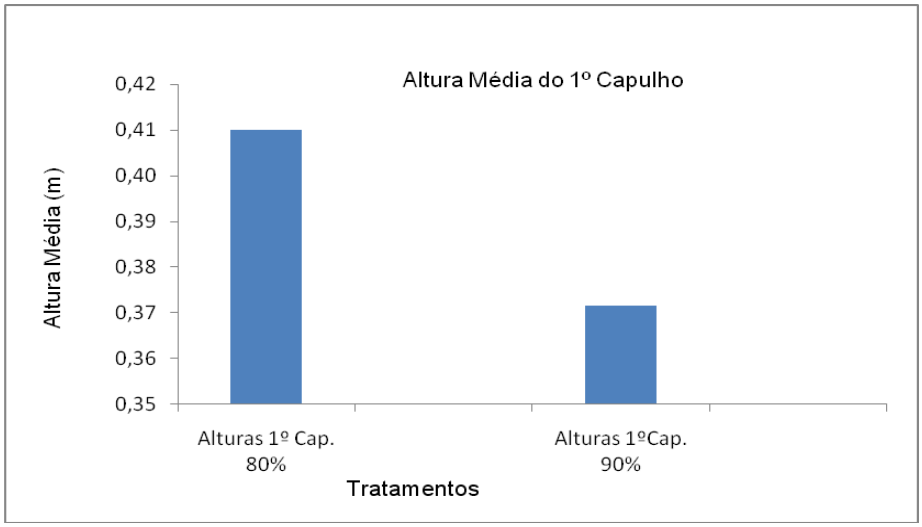

FIGURA 18. Altura média do 1º capulho (m) em função dos percentuais de maças abertas na Fazenda Céu Azul (Fonte:BASSINI,2013).

No experimento I podemos observar dois fatores significativos para a obtenção das menores perdas, que foram, a menor altura media total dos individuos (Figura 15) e a maior altura média do primeiro capulho (Figura 18), que corrobora com Ferreira (2007), que afirmou, outro ponto importante, que afeta diretamente as perdas na colheita é a diferença existente entre a altura das plantas e a altura de inserção do primeiro capulho, pois com o aumento da distância entre essas variáveis ocorre o aumento das perdas, uma vez que os capulhos da parte inferior da planta são priorizados na hora da colheita por possuírem maior massa. Assim, a plataforma da colhedora com tamanho fixo, os capulhos da parte superior da planta deixam de serem colhidos, Ferreira (2007).

Ainda no mesmo trabalho, os autores encontraram perdas totais na colheita de 16.7%, média muito superior à encontrada neste trabalho ou mesmo na bibliografia como a média de perdas em uma colheita de algodão sob condições normais, explicado pelo fato de que no momento da colheita, havia grande número de maçãs que não se encontravam abertas devido à ação de pragas, principalmente o bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*). Esse alto número de maçãs não abertas fez com que o fluxo de

entrada de algodão na máquina fosse reduzido, diminuindo a eficiência da colhedora, o que refletiu no aumento das perdas no momento da colheita.

Pode-se observar que houve diferença estatística significativa a 5% de probabilidade pelo método do intervalo de confiança da média (PAYTON et. al. 2000) para o número de capulhos fechados entre o experimento I e II(Figura 19).

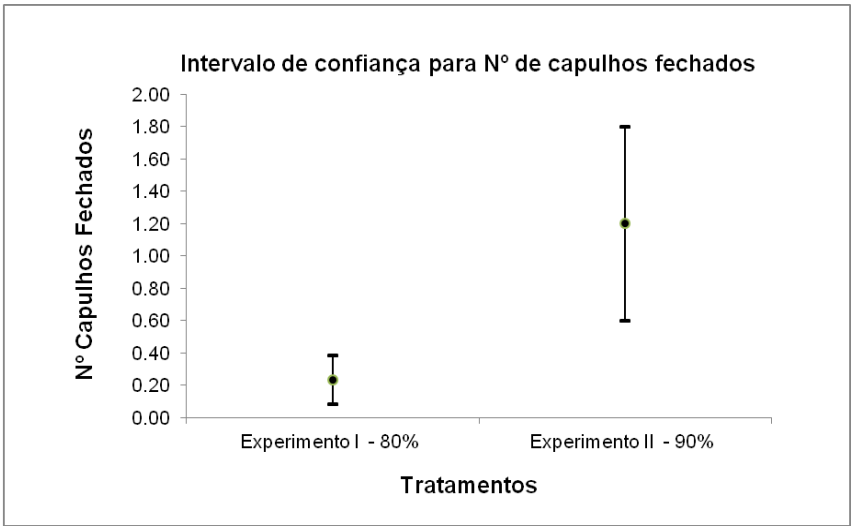

FIGURA 19. Número de capulhos fechados para os diferentes tipos de tratamento (Fonte:BASSINI,2014).

5. CONCLUSÕES

- As menores perdas ocorreram quando a aplicação do desfolhante ocorreu com 80% e quando a colheita foi realizada 34 dias após a aplicação.
- A umidade do algodão contribuiu para o aumento das perdas totais quando a aplicação do desfolhante ocorreu com 90% das maças abertas.
- A altura média das plantas teve influência durante a colheita mecanizada do algodão.
- O número de capulhos influenciou na eficiência da colheita mecanizada do algodão.

6. REFERÊNCIAS

BEDNARZ, C.W.; SHURLEZ, Y.D.; ANTHONY, W.S.; Losses in yied, quality, and profitability of cotton fron improper harvest timing. **Agronomy Journal**, Madison, vol. 94, p.1004-1011,2002.

BELOT, J. L.; VILELA, P. C. A.; ROUSSEAU, D.; MARQUES, A. P.; AGUIAR, P. SIQUERI, F. V. Otimização da colheita mecanizada das principais cultivares comerciais de Mato Grosso e de linhas da Coodetec/Unicotton, **Fundação MT e IPA: safra de 2001-2002.** In: RELATÓRIO FINAL FACUAL. [S.I: s.n],72 p. 2002.

BELOT, J. L.; FARIAS, F. J. C.; VILELA, P. M. C. A. Cultivares de algodoeiro herbáceo para sistema de cultivo adensado. O Sistema de Cultivo do Algodoeiro Adensado em Mato Grosso. Cuiabá - MT. **Editora Defanti.** 390 p. 2010.

BELTRÃO, N. E. de M.; FIDELES FILHO, J.; SOUZA, J. G. de. Produtividade, qualidade de fibra e análise do crescimento com estimativa da respiração, do algodão perene 7MH, nas condições ecofisiológicas do seridó paraibano, comparado a CNPA 5M. **Revista de Oleaginosas e fibrosas.** Campina Grande – PB, v.4, n. 1, p.13 – 21. 1999.

BRUNETTA, E. Estratégias de colheita e beneficiamento de fibras. In: **V CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO**, Salvador – BA, 2005, p.4 – 5. 2001.

CARVALHO, N.M. de. Maturação de sementes de algodão (Gosypium hirsutum L.). **EMBRAPA**, Brasília – DF, p 4-7. 1974.

CARVALHO, O.S.; BEZERRA, J.E.S.; CAMPOS, T.G. da S. Adubação do algodoeiro herbáceo. **(EMBRAPA-CNPA. Documentos, 30).** Campina Grande – PB. p.21. 1984.

CARVALHO, L. H.; CHIAVEGATO, E. J. (2006). Semeadura adensada incrementa produção e reduz custos. **Visão agrícola**. V.3 p.88-90. 2006.

CHANSELME, J.; RIBAS, P. V. Beneficiamento do algodão adensado e qualidade da fibra. In: IMAMT. Instituto Mato-grossense do Algodão. O

Sistema de Cultivo do Algodoeiro Adensado em Mato Grosso. Cuiabá - MT. **Editora Defanti.** 390 p. 2010.

CHIAVEGATO, E. J.; CORREA, L. E. A..; CAMELO, L. A.; CAMPOS, R.; MEGDA, F.F. Avaliação de desfolhantes em genótipos de algodoeiro. In**: II CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO,** Ribeirão Preto - SP. p. 614-616. 1999.

COLUMBUS, E. P.; WILLCUTT, M. H.; VALCO, T. D. Ginning comparisons of ultra narrow row cotton with commercial and micro gin. In: **BELTWIDE COTTON CONFERENCE**, Anaheim. Proceedings... Memphis: National Cotton Council. v. 2, p. 1365-1369. 2001.

COLWICK, R.F.; WILLIAMSON, E.B. Harvesting to maintain efficiency and to protect quality. In **"Advances in production and utilization of quality cotton".** Elliot F.C.; Hoover M. e Porter W.K., Jr. (Edt). The Iowa State University Press, Ames. p. 433-466. 1968.

CONAB, C. N. 8º Levantamento de Avaliação da Safra 2013-2014. **CONAB,** Brasilia - DF. P.45-49. 2014.

CONAB, C. N. Acompanhamento da safra brasileira de grãos.2013/2014. **CONAB**, Brasilia - DF. p.40-45. 2013.

JOHN DEERE, Catálogo Colhedoras de Algodão John Deere 7760 e 7660. **John Deere**, Campinas – SP. p.3. 2011.

ELEUTÉRIO, J.R. Colheita mecânica: avaliação de perdas e otimização. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3.** Campo Grande – MS, p.11-14. 2001.

EMBRAPA, E. B. Padrões Universais para Classificação do Algodão. **EMBRAPA Documento 151,** Campina Grande - PB. p.21 -24. 2006.

FAIRCLOTH, J.C.; HUTCHINSON, R.; BARNETT, J.; PAXSON, K.; COCO, A.; PRICE III, P. An evaluation of alternative cotton harvesting methods. in **Northeast Louisiana – A comparison of the brush stripper and spindle harvester.** Journal of Cotton Science. v.8, p.55-61. 2004.

FAULKNER, W. B.; WANJURA, J. D.; SHAW, B. W.; HEQUET, E. F. Effects of harvesting methods on foreign matter content, fiber quality, and yarn quality from irrigated cotton on the high plains. In: **INTERNATIONAL**

SYMPOSIUM OF THE AMERICAM SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS, 2007. Minneapolis. Proceedings...Minneapolis: ASABE, Jun. 2007, 10 p. Paper No. 071113. 2007.

FARIA, E.A; KAKIDA, J. & SILVA, C.M. da. Influência da época de colheita do algodoeiro herbáceo na qualidade fisiológica da semente e nas características tecnológicas da fibra, em condições de sequeiro. In: **EPAMIG. Projeto Algodão; relatório 1976/78**. Belo Horizonte - MG. p.117-180. 1981.

FERREIRA, I. C. Diagnóstico da colheita e beneficiamento de sementes de algodãona região sul de Goiás. **UNESP,** Jaboticabal - SP.p. 32-33. 2007.

FERRONATO, A. Avaliação e análise de perdas na colheita da cultura do algodão na região sudeste do Estado Mato Grosso. **IMA-MT**, Cuiabá - MT. p.2-5. 2002.

GOTTARDO, L.C.B.; CHIAVEGATO, E.J. Cultivo do algodoeiro em sistema adensado: o que pode alterar os custos de produção. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7,** Foz do Iguaçu, 2009, p. 1150-1157. 2009.

IAMAMOTO, M. M. Comportamento de variedades de algodoeiro em épocas distintas de semeadura em Ipameri, Estado de Goiás. In **Congresso brasileiro de algodão, 8 e I Cotton Expo.** São Paulo – SP. p.1746-1752. 2011.

IMEA (2014).Cotação diaria do algodão.Disponível em: **http://www.imea.com.br/cotacoes.php?produto=3&subproduto=15** Acesso em 01/10/2014.

IMA-MT. O Sistema de Cultivo do Algodoeiro Adensado em Mato Grosso. Cuiabá - MT. **Editora Defanti.** 390 p. 2010.

IMA-MT, I.M. Manual de Boas Praticas de Manejo do Algodão em Mato Grosso, **IMA-MT,** Cuiabá – MT. p.180. 2012.

JOHN DEERE, Catálogo técnico. **JOHN DEERE,** Campinas – SP. p.5. 2012.

LAMAS, F. M. LAMAS, F. M.; STAUT, L. A. Espaçamento e densidade. In: **EMBRAPA/CNPA. Algodão: informações técnicas**. Dourados: EMBRAPA, P. Dourados - MS. p. 103-105.1999.

LAMAS, F.M.; VIEIRA, J.M.; BEGAZO, J.C.E.O.; SEDIYAMA, C.S. Estudo da interação de espaçamento entre fileiras e época de semeadura na cultura do algodoeiro herbáceo (Gossypium hirsutum L.). **Revista Ceres,** Viçosa - MG. v. 36, n. 205, p. 247-263. 1989.

LAMAS, F. M.; FERREIRA, A. C. de B. Reguladores de crescimento na cultura do algodoeiro. **Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 121.** Dourados – MS. Documento on line 4p.4. 2006.

LIMA, V. P. Avaliação de perda de peso de algodão (Gossypium hirsutum) em caroço em diferentes épocas de colheita**. Congresso Brasileiro de Algodão, 5.** v. 40, n. 9, p. 895-898. 2005.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; SILVA, M. I. L.; VALE, L. S.; BELTRÃO, N. E. de M. Crescimento inicial de mudas de mamoneira em substrato contendo lodo de esgoto e casca de amendoim. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**. v. 9, n. 1/3, p. 887-891. 2005.

LANDIVAR, J. A. Uso de Maturadores e Desfolhantes visando fibras de qualidade. **Congresso Brasileiro de Algodão, 5.** Salvador – BA. P.4. 2005.

Khalilian, A.; Sullivan, M.J.; Meuller, J.D. Increasing picker efficienceby using a boll saver attachmente. **The Journal of Cotton Science 3**: 122–125. 1999.

MALEIA, M. P. Produtividade e divergência genética de cultivares comerciais de algodão (Gossypium hirsutum L. raça latifolium H.) em Moçambique. Maringá - PR. p.7-8. 2010.

NOGUEIRA, L. S.; SILVA, V. R. Avaliação de perdas na colheita mecanizada do algodoeiro no Mato Grosso. **Reunião Nacional do Algodão, 7.** EMPAER-MT/EBRAPA-CNPA, Cuiabá – MT. p.199. 1993.

OOSTERHUIS, D.M. . Growth and development of a cotton plant. In: CIA, E.; FREIRE, E.C.; SANTOS, W.J. (Ed.). **A cultura do algodoeiro.** Piracicaba – SP. p.35-55. 1999.

PAYTON, M.E.; MILLER, A.E. & RAUN, W.R. Testing Statistical Hypotesis using standard error bars and confidence intervals. **Comm. Soil Sci. Plant. Anal.,** v. 31, p. 547-551. 2000.

PAOLINELLI, G.P. Influência de três épocas de colheita sobre a qualidade fisiológica de sementes de algodão em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Sementes,** Brasília, v.8, n.2, p.77-83, 1986.

PITOL, C.; BROCH, D. L.; ROSCOE, R. Tecnologia e Produção: Crambe 2010. Maracaju: **Fundação MS**, p.60. 2010.

QUEIROZ, U.C.; et.al.,Umidade na colheita e sua influencia na germinabilidade da sementedo algodão herbáceo, **Congresso Brasileiro de Algodão, 4.** Goiania – GO, p.2-3. 2002.

RABÊLO, F. H. S.; RABÊLO, C. H. S.; TOGORO, A. H.; SILVA, J.A.S.; REZENDE, A.V. de. Desfolhamento induzido gera vantagens para cotonicultores. In: **VII SEMINÁRIO UNIFENAS RURAL, 7.** Alfenas, MG, 2009.

Rangel, L.E.P.; Silva, O.R.; Menezes, V.L. Avaliação de perdas na colheita mecânica em dez variedades de algodão. In: **Congresso Brasileiro de Algodão, 4**. Goiânia, Brasil. P.2-5. 2003.

ROSOLEM, C. A. Ecofisiologia e manejo da cultura do algodoeiro. Rondonópolis: **Fundação MT. BOLETIM. 4.** p. 147-160. 2001.

SANTANA, J.C.F. de; WANDERLEY, M.J.R.; BELTRÃO, N.E. de M.; VIEIRA, D.J. **Características da fibra e do fio do algodão: análise e interpretação dos resultados**. In: BELTRÂO, N. E. de M. (org.). O agronegócio do algodão no Brasil. Brasília: EMBRAPA – **Comunicação para transferência de tecnologia,** v.2, p.857-880. 1999.

SILVA, A. F. Desempenho de cultivares de algodão em alegrete - RS. **Dissertação de doutorado UFPEL**. Pelotas – RS. P20 – 35. 2012.

SILVA, O. R. Influência da colheita mecanizada, confecção e desmanche do fardão sobre o conteúdo de neps/g de fibra de algodão, em lavouras do Mato Grosso. in **Congresso Brasileiro e Algodão, 6.** Uberlandia – MG. 2007. P.3-7. 2007.

SOFIATTI, V. Sistema de cultivo adensado para o algodoeiro. In: **Congresso Brasileiro de Algodão, 8**.; COTTON EXPO, 1., 2011, São Paulo. Evolução da cadeia para construção de um setor forte: **Anais.** Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, (CD-ROM) p. 1740-1745. 2011.

STEMART, S. D.; KNIGHTEN, K. S.; DAVIS, F. M. Efficacy of Bt cotton expressing two insecticidal proteins of Bacillus thuringiensis Berliner on selected caterpillar pestes. In: **BELTWIDE COTTON CONFERENCE,** San Antonio. Proceedings…. Memphis: National Cotton Council. V 2, p 1043-1048. 2000.

VIEIRA, C.P.; CUNHA, L.J.C.; ZÓFOLI, R.C. Colheita. In: **Algodão: Tecnologia de Produção, Embrapa Agropecuária Oeste**, Dourados - MS. p. 273-276. 2001.