

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E  
RECURSOS NATURAIS**

**EURÍPEDES MAXIMIANO ARANTES**

**ALGODÃO BRANCO E COLORIDO CULTIVADO NO SISTEMA  
ORGÂNICO COM PLANTIO DIRETO EM DIFERENTES  
COBERTURAS DE SOLO**

**SÃO CARLOS - SP**

**2010**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E  
RECURSOS NATURAIS**

**EURÍPEDES MAXIMIANO ARANTES**

**ALGODÃO BRANCO E COLORIDO CULTIVADO NO SISTEMA  
ORGÂNICO COM PLANTIO DIRETO EM DIFERENTES  
COBERTURAS DE SOLO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências, área de concentração em Ecologia e Recursos Naturais.

*Orientação: Prof. Dr. Luiz Antônio Correia  
Margarido*

**SÃO CARLOS - SP**

**2010**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

A662ab

Arantes, Eurípedes Maximiano.

Algodão branco e colorido cultivado no sistema orgânico com plantio direto em diferentes coberturas de solo / Eurípedes Maximiano Arantes. -- São Carlos : UFSCar, 2010.

95 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2010.

1. Ecologia. 2. Agroecologia. 3. Algodão colorido. 4. Plantio direto. 5. Produtos orgânicos. 6. Adubação verde. I. Título.

CDD: 574.5 (20<sup>a</sup>)

Eurípedes Maximiano Arantes

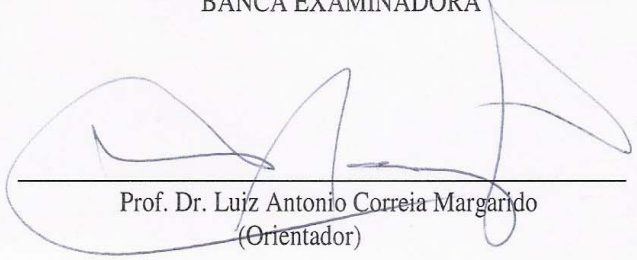
**ALGODÃO BRANCO E COLORIDO CULTIVADO NO SISTEMA ORGÂNICO  
COM PLANTIO DIRETO EM DIFERENTES COBERTURAS DE SOLO**

Tese apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos  
requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências.

**Aprovada** em 06 de maio de 2010

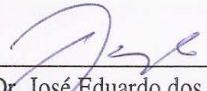
BANCA EXAMINADORA

Presidente



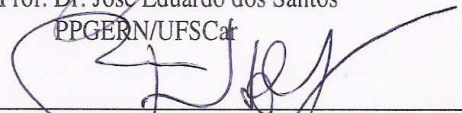
Prof. Dr. Luiz Antonio Correia Margarido  
(Orientador)

1º Examinador



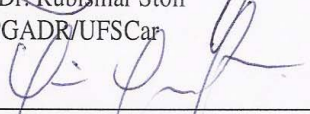
Prof. Dr. José Eduardo dos Santos  
PPGERN/UFSCar

2º Examinador



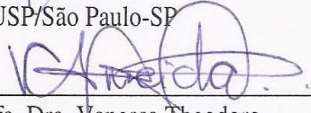
Prof. Dr. Rubismar Stolf  
PPGADR/UFSCar

3º Examinador



Prof. Dr. Yuri Tavares Rocha  
USP/São Paulo-SP

4º Examinador



Profa. Dra. Vanessa Theodoro  
UNEMAT/N. Xavantina-MT

**DEDICADO à minha esposa Tânia e aos meus  
filhos Fabiane e Bruno que norteiam a minha  
caminhada.**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade do Estado de Mato grosso (UNEMAT) e Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), em especial ao Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, pela oportunidade concedida para realização do curso de doutorado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT), pelo apoio financeiro na execução do projeto de pesquisa.

Aos Profs. Dr. José Eduardo e Dra. Carolina Joana da Silva, pela dedicação e competência na administração das ações do convênio UNEMAT/UFSCar/FAPEMAT.

Ao Prof. Dr. Luiz Antônio Correia Margarido, pela confiança depositada e valiosa orientação.

À EMBRAPA - Algodão de Primavera do Leste - MT, em especial ao Dr. Francisco Farias e ao Assistente de pesquisa Adelardo José Silva Lira, pelo fornecimento de sementes e descaroçamento das amostras de algodão.

À EMBRAPA - UEPAE - Cuiabá, em especial ao pesquisador Marcio Castrillon Mendes, pelo empenho na obtenção de sementes de adubos verdes.

Ao Fundo de Apoio à Cultura do Algodão (FACUAL), pelo fornecimento de armadilhas e feromônio de bicudo.

À EMPAER - MT, em especial a Dra. Marilene de Moura Alves e ao Químico Alcântara Filgueira, pelo empenho na viabilização das análises de solo e de tecidos.

Aos funcionários da Estação de Pesquisa da EMPAER/Cáceres, em especial a Venino Urtado e Nivaldo do Espírito Santo, pelo apoio na condução do experimento e a Pesquisadora Nara Regina Gervine Souza, pelo incentivo e sugestões.

Ao Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> da EMPAER/ Cáceres Jose Antonio Gonzales pela ajuda na elaboração dos custos de produção do algodoeiro.

Ao Prof. Adjunto do curso de agronomia da UFMT Dr. Joadil Gonçalves de Abreu, pelas análises estatísticas realizadas com o programa SAEG.

Aos alunos, funcionários e professores do curso de agronomia da UNEMAT em Cáceres, pelo convívio, estímulo e sugestões.

Aos colegas de curso pela convivência, estímulo, sugestões e gratificante amizade.

Aos meus familiares, amigos e colegas de trabalho pelo apoio e incentivo.

À minha esposa Tânia Regina Maciel Arantes, pelo carinho, tolerância, estímulo e inestimável ajuda no preparo e organização da Tese.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Média de temperaturas, precipitações pluviométricas no período 1971 a 2005 e precipitações registradas no período experimental em Cáceres-MT.....	14
Figura 2	Resíduos remanescentes (%) de plantas de cobertura após o manejo (2007). .....	34
Figura 3	Resíduos remanescentes (%) de plantas de cobertura após o manejo (2008).....	35
Figura 4	Percentual de ocorrência de plantas invasora no milho safrinha e no algodoeiro herbáceo.....	47
Figura 5	Densidade de plantas invasoras (nº/m <sup>2</sup> ), no milho safrinha e no algodoeiro herbáceo cultivados no sistema plantio direto com diferente cobertura.....	47
Figura 6	Taxa de cobertura do solo por plantas invasoras no algodoeiro herbáceo cultivado no sistema plantio direto com diferentes coberturas.....	48

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Resumo da análise de variância da produção de fitomassa e taxa de cobertura dos resíduos. ....	21
Tabela 2	Resumo da análise variância para teores e nutrientes acumulados por plantas de cobertura de solo.....	21
Tabela 3	Fitomassa ( $t\ ha^{-1}$ ) da parte aérea e raiz de plantas de coberturas de solo e taxas de cobertura dos resíduos (%). ....	22
Tabela 4	Teores de nutrientes na parte aérea de plantas de cobertura do solo.....	26
Tabela 5	Nutrientes minerais acumulados na fitomassa da parte aérea de plantas de cobertura.....	29
Tabela 6	Resíduos remanescentes (%) de plantas de cobertura de solo em função do tempo de decomposição.....	33
Tabela 7	Parâmetros da equação $Y=Y_0 e^{-kt}$ ajustada aos valores percentuais de decomposição da matéria seca e NPK remanescentes de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo.....	36
Tabela 8	Parâmetros da equação $Y=Y_0 e^{-kt}$ ajustada aos valores percentuais de decomposição da matéria seca e Ca, Mg, S remanescentes de plantas de cobertura. ....	40
Tabela 9	Resumo da análise de variância (quadrados médios) da ocorrência de plantas invasoras.....	43
Tabela 10	Densidade de plantas invasoras ( $n^{\circ}/m^2$ ) no milho safrinha e no algodoeiro herbáceo cultivados no sistema plantio direto com diferentes coberturas.....	44
Tabela 11	Taxa de cobertura do solo (%) por plantas invasoras no algodoeiro cultivado no sistema plantio direto com diferentes coberturas.....	48
Tabela 12	Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos atributos químicos em diferentes camadas do solo.....	51
Tabela 13	pH em água e teores de matéria orgânica e fósforo do solo em três profundidades de amostragens e diferentes coberturas.....	51
Tabela 14	Teores de potássio, cálcio e magnésio do solo em três profundidades de amostragens e diferentes coberturas.....	53
Tabela 15	Saturação por bases (V), acidez potencial (H+Al) e capacidade e troca de cátions (CTC) do solo em três profundidades de amostragens e diferentes coberturas. ....	53



Tabela 16	Resumo da análise de variância (quadrados médios) de massa seca, teores e nutrientes acumulados na parte aérea do milho safrinha.....	56
Tabela 17	Produção de massa seca ( $t\ ha^{-1}$ ) e nutrientes acumulados ( $kg\ ha^{-1}$ ) na parte aérea do milho safrinha.....	56
Tabela 18	Resumo da análise de variância (quadrados médios) de comprimento, diâmetro, número, peso de espiga e peso de grãos de milho.....	60
Tabela 19	Fitomassa, características agronômicas e produção comercial de grãos em diferentes coberturas de solo.....	60
Tabela 20	Resumo da análise de variância das características agronômicas e produtividade de cultivares do algodoeiro cultivadas no sistema orgânico com plantio direto em diferentes coberturas de solo.....	64
Tabela 21	Características agronômicas e produtividades de cultivares de algodoeiro cultivadas no sistema orgânico com plantio direto em diferentes coberturas de solo. ....	65
Tabela 22	Lucratividade dos sistemas de produção da cultura do algodão nos cenários com ou sem bônus de 20% na comercialização para a condição orgânica. ....	68
Tabela 23	Resumo da análise de variância das características intrínsecas da fibra de cultivares de algodoeiro cultivadas no sistema orgânico com plantio direto em diferentes coberturas de solo.....	70
Tabela 24	Características intrínsecas da fibra do algodoeiro, cultivares CNPA AMT 19 e BRS ITAÚBA, analisadas pelo HVI (High Volume Instruments). ....	71
Tabela 25	Estimativa do custo variável de produção da cultura do algodão, por hectare, no sistema convencional em Cáceres-MT, safra 2008/2009 .....	92
Tabela 26	Estimativa do custo variável de produção do algodão colorido (CNPA AMT 19), por hectare, no sistema orgânico em Cáceres-MT, safra 2008/2009 .....	93
Tabela 27	Estimativa do custo variável de produção do algodão branco (BRS ITAÚBA), por hectare, no sistema orgânico em Cáceres-MT, safra 21008/2009 .....	94

Tabela 28	Estimativa do custo variável de produção do milho safrinha, por hectare, no sistema plantio direto, em Cáceres-MT, safra 2008/2009 .....	95
-----------	--	----

## SIGLAS E SÍMBOLOS

Al- Alumínio

BIO- Biomassa microbiana

C- Carbono

Ca- Cálcio

COM- Complexo organomineral

CO<sub>2</sub>- Gás carbônico

cm- Centímetro

Cmol<sub>c</sub>- Centimol de carga

CTC- Capacidade de Troca de Cátions

CV- Coeficiente de variação

DAE- Dias após a emergência

DAM- Dias após o manejo (destruição/roçada)

dm<sup>3</sup>- Decímetro cúbico

EL- Alongamento a ruptura

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EMPAER-MT- Empresa Mato-grossense de Pesquisa Assistência e Extensão Rural

EUA- Estados Unidos da América

FAPEMAT- Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Mato Grosso

FBN- Fixação Biológica do nitrogênio

Fundação MT- Fundação Mato Grosso

g- Grama

gf- Grama força

H- Hidrogênio

ha- Hectare

H+Al- Acidez potencial

HVI- High Volume Instruments

IBD- Instituto Biodinamico de Desenvolvimento Rural

INMET- Instituto Nacional de Meteorologia

IFOAM- Federação Internacional dos Movimentos de Agricultura Orgânica

K- Potássio

k- Coeficiente de decomposição/liberação

Kg- Kilograma

LAB- Fração lábil  
m- Metro  
mm- Milímetro  
Mg- Magnésio  
MOS- Matéria orgânica do solo  
MIC- Índice micronaire  
N- Nitrogênio  
ONGs- Organizações não governamental. Ex: Esplar  
O- Oxigênio  
P- Fósforo  
pH- Potencial hidrogeniônico  
pol.- Polegada  
R<sup>2</sup>- Coeficiente de determinação  
Rd- Grau de reflectância  
S- Enxofre  
SEPLAN- Secretaria de Planejamento do Estado de Mato Grosso  
SFC- Índice de fibras curtas  
SPD- Sistema Plantio Direto  
STR- Resistência da fibra  
t<sub>1/2</sub> - Tempo de meia vida  
t- Tonelada  
tex- Têxtil  
UFSCar- Universidade Federal de São Carlos  
UN- Uniformidade de fibras  
UNEMAT- Universidade do Estado de Mato Grosso  
V- Saturação por bases  
= Igual  
> Maior  
μ Micra  
% Percentagem  
@ arroba

## RESUMO

Considerado como alternativa de manejo mais adequada para as condições tropicais, o sistema plantio direto pode seguir os princípios da agricultura orgânica e contribuir para a evolução e sustentabilidade dos sistemas de produção orgânica de algodão. Com o objetivo de gerar informações sobre o uso de plantas de cobertura de solo para a produção de algodão de fibras brancas e coloridas no sistema orgânico com plantio direto, foi conduzido um experimento nos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08 em Cáceres-MT, com delineamento de blocos casualizados, tratamentos dispostos em esquema de parcelas subdivididas e quatro repetições. Nas parcelas avaliaram-se coberturas de solo constituídas por resíduos culturais de mucuna preta (*Estilozobium aterrimum*), feijão guandu anão (*Cajanus cajan*), feijão de porco (*Canavalia ensiformes*), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*), milho (*Pennisetum glaucum* cv ADR 300), sorgo granífero (*Sorghum bicolor* cv BRS 307), coquetel das espécies utilizadas, vegetação espontânea e solo exposto. Nas subparcelas avaliaram-se as cultivares de algodoeiro herbáceo BRS ITAÚBA (branco) e CNPA AMT 19 (marrom) em plantio direto sobre os resíduos culturais das plantas de cobertura de solo cultivadas em pré-plantio. As plantas de cobertura produzem fitomassa em quantidades suficientes para uma adequada cobertura de solo. A mucuna preta, de modo geral, apresenta maior capacidade de extração e acúmulo de nutrientes, destacando-se quanto ao potencial de ciclagem de nitrogênio e fósforo, enquanto o milho e a crotalária apresentam, respectivamente, maior potencial de ciclagem de potássio e magnésio. Os resíduos culturais do feijão de porco, vegetação espontânea e crotalária proporcionam coberturas de baixa persistência, enquanto os resíduos de milho e guandu anão proporcionam coberturas mais persistentes. Durante o processo de decomposição dos resíduos, os nutrientes seguem a seguinte ordem decrescente de liberação:  $K > P > N = S > Mg > Ca$ , sendo o potássio o nutriente de liberação mais rápida e sujeito a perdas. A mucuna preta apresenta maior capacidade de supressão de plantas invasoras, evidenciando potencial para uso em sistemas de produção sem aplicação de herbicidas, contrastando com a baixa capacidade de supressão do milho e da vegetação espontânea. O aporte de resíduos de plantas de cobertura promove na camada superficial do solo aumento nos valores dos atributos pH, MOS, P, K, Ca, Mg, V e CTC. As coberturas não influenciam nas características de fibras, mas exercem efeitos significativos nas características agrônômicas e na produtividade de algodão. As maiores produtividades ocorrem nas palhadas da crotalária juncea, feijão de porco, mucuna preta e coquetel de espécies. A cultivar de algodão de fibras marrom (CNPA AMT 19) apresenta produtividade e qualidade de fibra inferior à da cultivar

de fibra branca (BRS ITAÚBA), porém suas fibras possuem características que atendem os padrões requeridos pela indústria têxtil.

**Palavras-chaves:** planta de cobertura, características de fibra, adubos verdes, algodoeiro herbáceo, resíduos culturais.

## ABSTRACT

Considered as alternative management more appropriate for tropical conditions, the no-tillage system can follow the principles of organic agriculture and contribute to the evolution and sustainability of organic cotton production systems. In order to generate usage information about soil covering plants for white and colored cotton fibers production in the organic system with no-tillage, an experiment was conducted in the farming years 2006/07 and 2007/08 in Cáceres-MT, with randomized block design, treatments disposed in scheme of split plots and four replicates. In the plots, were evaluated soil coverage consisting of crop residues of *Estilozobium aterrimum*, *Cajanus cajan*, *Canavalia ensiformes*, *Crotalaria juncea*, *Pennisetum glaucum* cv ADR 300, *Sorghum bicolor* cv BRS 307, mixture of species used, spontaneous vegetation and exposed soil. In the sub plots were evaluated upland cotton cultivars BRS ITAUBA (white) and CNPA AMT 19 (brown) in no-tillage on the crop residues of the soil covering plants cultivated in pre-planting. The plant coverage produces phytomass in sufficient quantities for adequate soil coverage. The *Estilozobium aterrimum*, in a general manner, shows greater extraction capacity and accumulation of nutrients, highlighting the potential cycling of nitrogen and phosphorus, while *Pennisetum glaucum* and *Crotalaria* show, respectively, greater potential cycling of potassium and magnesium. The crop residues of *Canavalia ensiformes*, spontaneous vegetation and *Crotalaria* provide low persistence coverage, while *Pennisetum glaucum* residues and *Cajanus cajan* provide more persistent coverage. During the process of residues decomposition, the nutrients following this descending order of release:  $K > P > N = S > Mg > Ca$ , being the potassium the nutrient with faster release and subject to losses. The *Estilozobium aterrimum* shows greater weed suppression capacity, showing potential for use in production system without application of herbicides, in contrast with the low suppression capacity of *Pennisetum glaucum* plants and spontaneous vegetation. The contribution of plant coverage residues promote on the surface layer of soil increases in values of attributes pH, MOS, P, K, Ca, Mg, V e CTC. The coverage does not influence the characteristics of fibers, but exerts significant effects on agronomic characteristics and productivity of cotton. The highest yield occurs in straws of *Crotalaria*

*juncea*, *Canavalia ensiformes*, *Estilozobium aterrimum* and mixture of species. The cotton cultivars of brown fiber (CNPA AMT 19) shows productivity and quality of fiber lower than the cultivars of white fiber (BRS ITAÚBA), however has fibers with characteristics that meet the standards required by the textile industry.

**Keywords:** plant coverage, fiber characteristics, green manures, herbaceous cotton, crop residues.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	01
1.1 Sistema convencional de produção de algodão e a degradação do solo.....	01
1.2 Sistema plantio direto.....	04
1.3 Sistema orgânico de produção.....	09
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	13
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	13
3.1 Caracterização do local .....	13
3.2 Delineamento experimental .....	14
3.3 Instalação e condução do experimento.....	15
3.4 Avaliações realizadas .....	16
3.5 Análises estatísticas.....	18
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	19
4.1 Produção de fitomassa, teores e acúmulo de nutrientes por plantas e cobertura de solo.....	19
4.2 Decomposição e liberação de nutrientes dos resíduos de plantas de cobertura de solo.....	32
4.3 Ocorrência de plantas invasoras no milho safrinha e no algodoeiro herbáceo.....	42
4.4 Alterações nos atributos químicos do solo .....	50
4.5 Estado nutricional, características agronômicas e produção de milho verde e de grãos.....	55
4.6 Produção e qualidade de fibras de algodão branco e colorido .....	63
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	74
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	75
<b>APÊNDICE 1:</b> Croquis do experimento.....	86
<b>APÊNDICE 2:</b> Registros fotográficos .....	87
<b>APÊNDICE 3:</b> Custos de produção.....	92



## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 O sistema convencional de produção de algodão e a degradação do solo.

O sistema usual de produção de algodão em Mato Grosso é o convencional, caracterizado pela monocultura, uso de variedades melhoradas, consumo de grandes quantidades de agroquímicos e preparo do solo com implementos tradicionais como arados e grades aradoras e niveladoras (FREIRE et al., 1997a, 1997b e HERNANI & SALTON, 2001). Uma variação desse sistema é o denominado “semi-direto”, que prevê a utilização de implementos pesados como a grade aradora e subsoladores para o preparo primário do solo, incorporação de insumos e destruição dos restos culturais (soqueiras), com semeadura do algodoeiro sobre coberturas vegetais, frequentemente milheto, cultivado em pré-safra ao algodoeiro e, dessecado com uso de herbicidas (FREIRE & MORELLO, 2003 e ZANCANARO & TESSARO, 2006).

Os sistemas de preparo do solo de alta intensidade e frequência propiciam revolvimento excessivo, desagregação, selamento superficial, compactação (pé de grade, pé de arado), perdas de solo e nutrientes por erosão, redução dos teores de matéria orgânica e degradação das propriedades do solo, ocasionando queda de produtividade dos cultivos ao longo do tempo, elevação dos custos de produção e redução da qualidade ambiental, mostrando-se dessincronizada da expectativa de alcance de uma agricultura sustentável (HERNANI & SALTON, 2001; CALEGARI et al., 2006; ZANCANARO & TESSARO, 2006 e DENARDIN & CROCHHANN, 2007).

Diversos autores destacam como uma das causas mais importante de declínio da fertilidade dos agroecossistemas, a incapacidade do sistema convencional em manter os teores de matéria orgânica do solo, devido ao menor suprimento de resíduos culturais e ao aumento da taxa de decomposição (BAYER & MIELNICZUK, 1999; KHATOUNIAN, 2001 e MUZILLI, 2002).

A matéria orgânica do solo desempenha diversas funções no ambiente, estando ligada a processos fundamentais como a ciclagem e retenção de nutrientes, agregação do solo e dinâmica da água, além de ser a fonte básica de energia para a atividade biológica. Sua perda pode interferir drasticamente nesses processos, dificultando o desempenho da função do solo, provocando desequilíbrios no sistema e, conseqüentemente, desencadeando o processo de degradação do solo (ROSCOE et al., 2006).

Numa conceituação teórica, compreende-se por matéria orgânica todo carbono orgânico presente no solo na forma de resíduos frescos ou em diversos estágios de

decomposição, compostos humificados e materiais carbonizados, associados ou não com a fração mineral; assim como a porção viva composta por raízes e pela micro, meso e macro fauna. Entretanto, o que na maioria das vezes se convencionou chamar de matéria orgânica do solo compreende somente parte dos componentes citados, dependendo do preparo da amostra e da metodologia utilizada na determinação (ROSCOE & MACHADO, 2002).

A matéria orgânica do solo não é homogênea, trata-se de um heterogêneo conjunto de materiais orgânicos, diferindo em composição, grau de disponibilidade para a microbiota e função no ambiente. A separação em frações homogêneas quanto à natureza, dinâmica e função é feita por fracionamento químico e físico do solo. O fracionamento químico é importante em estudos de pedogênese e o fracionamento físico do solo, tanto o granulométrico quanto o densimétrico, são utilizados em estudos da dinâmica da matéria orgânica e no dimensionamento dos compartimentos onde está contida (ROSCOE & MACHADO, 2002).

Nos estudos da dinâmica e dimensionamentos dos compartimentos da matéria orgânica do solo, Duxbury et al., citados por Mielniczuk (1999) e Roscoe et al. (2006), sugerem que seja organizada de acordo com o grau de proteção contra a decomposição nos seguintes compartimentos: a) MOS não-protegida (matéria orgânica não complexada, livre), compreende os compartimentos BIO (biomassa microbiana) e LAB (fração lábil); MOS protegida, compreende os subcompartimentos com proteção estrutural (matéria orgânica não complexada oclusa) e proteção coloidal, formando complexos organominerais (COM) primários e secundários. No entanto, Mielniczuk (1999) acrescenta os compartimentos constituídos pela biomassa vegetal viva e resíduos vegetais, raízes e exudados por serem responsáveis pelas adições primárias de carbono ao solo.

As funções de cada compartimento são diferenciadas e importantes na definição de práticas agrícolas. O tempo de ciclagem de nutrientes nos compartimentos BIO (biomassa microbiana) e LAB (fração lábil) está relacionado com o aporte de material orgânico e taxa de decomposição, enquanto no compartimento protegido o tempo de ciclagem é controlado pelo grau de proteção atribuído por mecanismos de recalcitrância intrínseca das moléculas orgânicas, oclusão dentro dos agregados e ligação/complexação com a matriz mineral (ROSCOE et al., 2006).

A matéria orgânica do solo é considerada um atributo-chave, que pode expressar eficientemente a qualidade do solo por ser sensível a modificações provocadas pelo manejo do solo, fonte primária de nutrientes para as plantas e atuar sobre outros atributos (MIELNICZUK, 1999 e CONCEIÇÃO et al., 2005). Solos tropicais intensamente

intemperizados, apresentam baixa capacidade de troca de cátions (CTC) como uma de suas principais características químicas. Nesses solos, o teor de matéria orgânica tem grande importância, respondendo por mais de 70% da CTC-dependente de pH (MUZILLI, 2002). De modo que, a manutenção ou aumento dos seus teores é fundamental para a retenção dos nutrientes e na diminuição da lixiviação (BAYER & MIELNICZUK, 1999).

Por estar envolvida em diversos processos químicos, físicos e biológicos relacionados com a qualidade do solo, sua dinâmica determina o fluxo de matéria e energia no sistema solo, definindo entre a tendência a situações sustentáveis ou a processos de degradação (ROSCOE et al., 2006).

Segundo Magdoff (2002), a quantidade de matéria orgânica do solo em um agroecossistema é resultante do balanço entre as adições e perdas de carbono orgânico. A adição de matéria orgânica ocorre via adição de carbono pela síntese de compostos orgânicos no processo de fotossíntese. Já as perdas de carbono ocorrem principalmente pela liberação de CO<sub>2</sub> na respiração, pela decomposição microbiana dos resíduos e da matéria orgânica do solo e pelas perdas de compostos orgânicos por lixiviação e erosão (MIELNICZUK, 1999).

As taxas de perda são afetadas principalmente pelo preparo de solo, especialmente pela intensidade de revolvimento, devido a influência que este apresenta sobre a temperatura, umidade e aeração, ruptura de agregados, grau de fracionamento e incorporação dos resíduos culturais. As taxas de adição de matéria orgânica são afetadas pelos sistemas de rotação/sucessão de culturas utilizadas, basicamente, em relação à quantidade de resíduos vegetais que retornam ao solo anualmente (BAYER & MIELNICZUK, 1999). De acordo com Khatounian (2001), culturas ou técnicas que expõem o terreno ao sol e à chuva e propiciem baixo aporte de resíduos vegetais e perdas de nutrientes, contribuem para a redução dos teores de matéria orgânica. Por outro lado, sistemas de manejo que contemplem sistemas de culturas com máxima adição de resíduos vegetais, revolvimento mínimo do solo e reposição dos nutrientes exportados nos produtos de colheita; propiciam a manutenção ou incremento da matéria orgânica do solo ao longo do tempo (AMADO et al., 2001). Entretanto, não basta dispor uma cultura com alto aporte de resíduos dentro do sistema de rotação. O sistema de culturas como um todo é que deve retornar quantidades elevadas de resíduos para o solo, de modo a possibilitar saldo positivo no balanço entre entrada e saída de carbono no solo (ROSCOE et al., 2006), uma vez que, as perdas de carbono orgânico são inevitáveis e intrínsecas à atividade agrícola.

Com esse entendimento, as medidas de manejo nos agroecossistemas devem estar voltadas para otimizar a produção de biomassa e/ou desacelerar sua decomposição,

procurando-se acoplar a ela o fluxo de nutrientes, pois é através dela que eles são ciclados (KHATOUNIAN, 2001). De uma maneira geral, sistemas conservacionistas de manejo de solo, como o plantio direto e o sistema orgânico, constituem as principais alternativas para a manutenção ou recuperação da matéria orgânica do solo.

## 1.2. Sistema plantio direto

Considerado como a alternativa de manejo mais adequada para as condições tropicais, o sistema plantio direto (SPD) baseia-se em programas de rotação de culturas, uso de plantas de cobertura de solo e se caracteriza pela semeadura em terreno coberto por palha e em ausência de preparo do solo (HERNANI & SALTON, 2001).

A viabilidade do sistema plantio direto relaciona-se com a quantidade e qualidade dos resíduos produzidos e com a persistência destes sobre o solo (GONÇALVES & CERETTA, 1999). A quantidade e a qualidade da palha na superfície do solo dependem do sistema de rotação adotado e, em grande parte, do tipo de planta de cobertura (BURLE et al., 2006). Assim, o êxito do estabelecimento do sistema plantio direto está ligado à definição de espécies a serem introduzidas nos planos de rotação de culturas, cuja escolha depende do interesse do produtor. No entanto, segundo Alvarenga et al. (2001), é fundamental que a espécie de cobertura seja adaptada à região. Além disso, deve ser de estabelecimento rápido, ter rusticidade, elevada produção de fitomassa, alta capacidade de ciclagem de nutrientes e persistência no solo. De acordo com Calegari (2004), o desempenho das plantas de cobertura e seus efeitos nas culturas comerciais devem ser validados em cada local em função das condições edafoclimáticas e socioeconômica do produtor.

Várias espécies podem ser utilizadas, mas o uso de leguminosas nas rotações de culturas, é uma alternativa eficiente de introdução de nitrogênio nos sistemas de produção (PERIN et al., 2004) que, segundo Giller citado por Castro et al. (2004), adiciona acima de  $150 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , sendo que 60 a 80% são provenientes da fixação biológica do nitrogênio (FBN). Entretanto, por apresentar menores valores de relação C/N e teores de lignina que as gramíneas, possuem menor persistência no solo (ALVARENGA et al., 2001). Por meio de consórcios de leguminosas e gramíneas com elevada produção de massa seca, pode-se conciliar proteção do solo com suprimento de nitrogênio (AITA & GIACOMINI, 2003). Em sistemas de produção orgânica com plantio direto é importante o uso de leguminosas como fonte de nitrogênio, para minimizar a dependência de insumos externos e tornar possível a auto-suficiência em nitrogênio na unidade de produção (ALMEIDA et al., 2008). Além de substituírem os adubos nitrogenados e controlar plantas invasoras, absorvem nutrientes das

camadas subsuperficiais do solo e os liberam na camada superficial por decomposição dos resíduos, exercendo importante papel na ciclagem de nutrientes (DUDA et al., 2003 e CASTRO et al., 2004).

A manutenção dos resíduos vegetais na superfície do solo em sistema plantio direto, reduz sua decomposição em relação à incorporação, aumenta o teor de matéria orgânica no solo, reduz as perdas de solo e nutrientes por erosão e atua como reguladora da temperatura e da água do solo (ALVARENGA et al., 2001 e CALEGARI, 2002). Cria, portanto, um ambiente favorável ao crescimento vegetal que resulta em aumentos de produtividade das culturas, preservação da capacidade produtiva dos solos e redução dos custos de produção (ALVARENGA et al., 2001 e BURLE et al., 2006). Os resíduos através dos efeitos físicos e químicos (alelopáticos), afetam quantitativa e qualitativamente a incidência de distintas espécies invasoras, bem como, contribuem para a redução de patógenos do solo e hospedeiros de pragas e doenças nos cultivos posteriores (PAES & RESENDE, 2001).

A capacidade supressora das plantas de cobertura é amplamente reconhecida e explorada (VIDAL & TREZZI, 2004). A supressão pode ocorrer durante o desenvolvimento vegetativo das culturas comerciais e plantas de cobertura, quando efeitos competitivos e alelopáticos influenciam o desenvolvimento de plantas invasoras. A competição consiste na remoção de fatores de crescimento necessários às plantas invasoras (água, luz, nutriente). A ação alelopática está relacionada com a liberação de compostos através de exsudação radicular e/ou decomposição dos resíduos (ALVARENGA et al., 2001). A supressão ocorre também, pelos efeitos físicos gerados pela palhada das plantas de cobertura e resíduos de culturas comerciais e estão relacionados, principalmente, à redução da radiação solar e amplitude da variação térmica na camada superficial do solo (FAVERO et al., 2001 e VIDAL & TREZZI, 2004). Apesar de na prática ser difícil distinguir se os efeitos de uma planta sobre a outra se devem à alelopatia ou à competição ou à barreira física exercida por plantas em crescimento ou por seus resíduos; o conhecimento dos efeitos, permite seu aproveitamento no manejo integrado de plantas invasoras (FONTANÉTTI et al., 2004).

No manejo integrado de plantas invasoras, a rotação de culturas é fator preponderante e indispensável. Ela permite o controle de muitas espécies que vegetam em sincronismo com as culturas (PAES & RESENDE, 2001). A inclusão de plantas de cobertura propicia diferentes modelos de competição, alelopatia e alterações nos atributos do solo, que reduzem o banco de sementes e a pressão de seleção sobre plantas invasoras específicas. Para viabilizar o plantio direto sem o uso de herbicidas, a formação de palhada em pré-cultivo às

culturas comerciais constitui-se em estratégia capaz de conciliar proteção do solo, ciclagem de nutrientes e supressão de plantas invasoras, para melhoria da produtividade das culturas e da qualidade ambiental (ARAUJO et al, 2007).

A fitomassa produzida pelas plantas de cobertura e os resíduos das culturas comerciais em rotação, constituem considerável reserva de nutrientes, que podem ser disponibilizados para a cultura subsequente pelo processo de decomposição (ALVARENGA et al., 2001 e DUDA et al., 2003).

No sistema plantio direto, a decomposição dos resíduos é uma variável importante na ciclagem de nutrientes, uma vez que, as taxas desse processo determinam as velocidades de liberação dos nutrientes (KLIEMANN et al., 2006), condicionando a manutenção do fluxo de energia e de matéria nos agroecossistemas, constituindo-se no mecanismo de retroalimentação que regula o armazenamento e a liberação de nutrientes (ROSCOE et al., 2006).

A velocidade de decomposição dos resíduos culturais, cuja estimativa tem sido realizada pela perda de peso decorrente da liberação de CO<sub>2</sub> no processo de decomposição, determina o tempo da cobertura (palha) na superfície do solo. Quanto mais rápida for a decomposição, maior será a velocidade de liberação de nutrientes, diminuindo entretanto a proteção do solo (KLIEMANN, et al., 2006). Segundo Bertol et al. (2004), as quantidades de resíduos vegetais sobre a superfície e o tempo de exposição desses resíduos, apresentam relação exponencial negativa, de modo, que o modelo matemático exponencial é o mais utilizado para descrever os processos de decomposição.

Fatores bióticos e abióticos governam o processo de decomposição e, conseqüentemente, a liberação de nutrientes. Os microrganismos são os principais agentes, cujas atividades recebem a influência da temperatura, umidade, teor de matéria orgânica do solo, quantidade e localização dos resíduos aportados (ALVARENGA et al., 2001). Também exercem influência na decomposição as características químicas do resíduo vegetal como a relação C/N, teores de lignina, celulose, hemicelulose e polifenóis (WISNIEWSKI & HOLTS, 1997 e ESPÍNDOLA et al., 2006).

É importante que a decomposição e a liberação de nutrientes ocorram de forma sincronizada com a demanda da cultura subsequente, especialmente, quando as plantas de cobertura de solo são utilizadas em pré-cultivo às culturas de interesse comercial (CALEGARI, 2002; CASTRO et al., 2004 e PADOVAN et al., 2006). Nesse sentido, o fluxo de nutrientes em sistemas agrícolas pode ser manejado através da quantidade e qualidade dos resíduos aportados, de tal modo, que permita sincronia entre a mineralização e a demanda de

nutrientes pelas plantas em desenvolvimento (BERTIN et al., 2005). Uma estratégia são os consórcios de leguminosas e gramíneas com elevada produção de massa seca, planejados para conciliar proteção do solo com suprimento de nutrientes, especialmente de nitrogênio (AITA & GIACOMINI, 2003).

Segundo Holtz, citado por Kliemann et al. (2006), o conhecimento da ciclagem de nutrientes nos agroecossistemas resulta na utilização mais eficiente dos nutrientes pelas culturas e na redução dos impactos negativos ao ambiente contribuindo para o planejamento de rotação/sucessão de culturas e inclusão de plantas de cobertura de solo.

O planejamento das rotações de culturas depende das particularidades de cada região como as condições climáticas, aspectos de mercado, tipo de exploração agropecuária, conveniências do produtor e de uma criteriosa adequação temporal e espacial das atividades (CALEGARI, 2002). As inclusões de adubos verdes como plantas de cobertura de solo, nos esquemas de rotação de culturas com plantio direto, visam promover a diversidade biológica e aumentar a produção de fitomassa dos sistemas de produção para proporcionar cobertura ao solo (BURLE et al., 2006). O aporte de fitomassa na superfície do solo resulta em benefícios que estão direta ou indiretamente relacionados com as melhorias das condições físicas, químicas e biológicas do solo (ALVARENGA et al., 2001).

De acordo com Bayer et al. (2003), Lopes et al. (2004) e Cantarella et al. (2005), as principais alterações nos atributos químicos do solo, decorrentes da adoção do sistema plantio direto são os aumentos temporais nas camadas superficiais dos teores de matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio e magnésio e elevação dos valores de saturação por bases e da CTC. No entanto, os efeitos na fertilidade decorrentes das práticas de manejo normalmente são de curta duração, atingindo no máximo poucas safras (KHATOUNIAN, 2001). A esse respeito, Alcântara et al. (2000) avaliaram a influência de adubos verdes sobre a fertilidade do solo e verificaram que os efeitos benéficos provenientes dos seus processos de decomposição e mineralização cessaram aos 150 dias após o manejo. Portanto, o aporte contínuo de resíduos vegetais é um componente fundamental para a manutenção da fertilidade nos agroecossistemas.

A estabilização dos teores de nutrientes no solo pode implicar no aumento ou manutenção dos níveis de produtividade no decorrer das safras agrícolas, podendo levar à redução da quantidade de adubo mineral ou mesmo tornar desnecessário sua utilização, em algumas situações (AMADO et al., 2000). Entretanto, o cultivo contínuo de espécies comerciais ou a utilização de uma única espécie de cobertura, como ocorre na região dos cerrados com o milho, ou mesmo, uma sucessão específica por vários anos, pode provocar

problemas semelhantes à monocultura. Portanto, é fundamental a diversificação de espécies produtoras de palhada para mobilizar os nutrientes na camada agricultável, retendo-os na sua fitomassa e devolvendo-os ao solo durante a decomposição (CALEGARI, 2004). No entanto, há necessidade de se verificar a contribuição de diferentes espécies de cobertura com a finalidade de manter ou elevar a fertilidade do solo e melhorar a produção das culturas comerciais.

As condições climáticas de Mato Grosso, dificultam a formação e manutenção de cobertura de solo. O inverno seco e o ciclo longo de algumas culturas de verão, como do algodoeiro herbáceo, impossibilitam o estabelecimento de cultivos de sucessão destinados à formação de palhadas. Além disso, a rápida decomposição da palhada em função das altas temperaturas e precipitações pluviais de verão, restringe a manutenção da cobertura do solo pelos resíduos (HERNANI & SALTON, 2001). Entretanto, existem possibilidades de semeadura de plantas para a cobertura do solo após a colheita das culturas precoces, aproveitando as últimas chuvas do período (outono) e a umidade do solo. Outra alternativa é o plantio de espécies de desenvolvimento rápido após as primeiras chuvas (primavera/verão) em pré-cultivo às culturas comerciais que sofrem atraso de plantio, como ocorre nas áreas de agricultura familiar com o milho e o algodoeiro.

Os resultados de pesquisas relativas aos efeitos do plantio direto no algodoeiro são pouco consistentes. Brown et al. (1995) observaram que a produtividade e a qualidade de fibras do algodão no plantio direto foram iguais as do sistema convencional. Pettigrew & Jones (2001) obtiveram menor produtividade do algodoeiro em plantio direto e Carvalho et al. (2004 b) não verificaram influência do plantio direto no algodoeiro. Entretanto, as produtividades de algodão em pluma ( $1928 \text{ kg ha}^{-1}$ ) obtidas em condições experimentais por Lamas (2007) e as de algodão em caroço ( $3524 \text{ a } 4915 \text{ kg ha}^{-1}$ ) registradas por Zancanaro & Tessaro (2006) em Mato Grosso, são animadoras e estimulam o plantio direto, tendo em vista os impactos ambientais provocados pela monocultura e o sistema convencional de produção.

Como alternativa tecnológica capaz de atender preceitos de sustentabilidade, o sistema plantio direto pode seguir os princípios da agricultura orgânica e contribuir para a evolução dos sistemas de produção (DAROLT & SKORA NETO, 2002), devido o enfoque sistêmico adotado na promoção da agrobiodiversidade e melhoria da qualidade do solo. No entanto, o plantio direto sem o uso de herbicidas é um desafio a ser vencido com a adequação de outras práticas culturais alternativas, que demandam por pesquisas para viabilizar sua adoção.



### 1.3. Sistema orgânico de produção.

Contrapondo-se a agricultura convencional, que é baseada em sistemas de produção, que geram impactos ambientais e questionamentos sobre o modelo agrícola, a agricultura orgânica apóia-se em sistemas de produção que empregam tecnologias capazes de otimizar o uso dos recursos naturais e socioeconômicos, que promovem a diversidade biológica, valorizam o conhecimento local acumulado pelos agricultores e diminuem a dependência externa de energias não renováveis (ALTIERI, 2002). No entanto, a agricultura orgânica depende do desenvolvimento de sistemas de produção que contemplem o manejo conservacionista do solo e do aporte de nutrientes oriundos de fontes renováveis, com base em resíduos orgânicos localmente disponíveis.

Segundo Darolt (2005), a agricultura orgânica é praticada em mais de uma centena de países, com rápida expansão, sobretudo na Europa, EUA, Japão, Austrália e América do Sul. A expansão em grande parte está associada ao aumento de custos de produção da agricultura convencional, à degradação do ambiente e à crescente exigência dos consumidores por produtos “limpos”, livres de substâncias químicas e/ou geneticamente modificadas. Baseando-se em dados da IFOAM (Federação Internacional dos Movimentos de Agricultura Orgânica), o autor destaca que cerca de 24 milhões de hectares são manejados organicamente em 465 mil propriedades, o que representa cerca de 1% do total de terras agrícolas do mundo.

No Brasil, a área cultivada sob manejo orgânico atingiu a 841 mil hectares em 2004 com a inclusão de áreas de pastagens. O volume de produção orgânica no país é estimado em 300 mil toneladas/ano e movimenta um mercado de R\$ 300 milhões/ano, sendo a maior parte (85%) exportada, principalmente para a Europa, EUA e Japão. Os pequenos produtores familiares ligados a associações e grupos de movimentos sociais, representam 90% do total de produtores orgânicos e produzem 70% da produção orgânica brasileira (DAROLT, 2005).

Não existe estatística oficial a respeito do algodão orgânico, sendo escassas as informações sistematizadas sobre área cultivada, produção e produtividade, assim como de sua demanda (SOUZA, 2000). Em levantamentos realizados pela ONG Esplar em 2006, registrou-se 291 ha cultivados por 361 produtores, sendo 270 ha nos Estados do Nordeste (CE, RN, PE, PB) e 21 ha no Estado do Paraná, com produção de 55,6 toneladas de algodão em caroço, correspondendo a 20 toneladas de algodão em pluma (LIMA & SOUZA, 2007). No ano 2008, a produção atingiu 85 toneladas de algodão em caroço, envolvendo mais de 500

famílias incentivadas pelos preços da pluma, práticas de manejo sustentável e pelo comércio justo (LIMA, 2008).

As iniciativas ou experiências existentes de produção de algodão orgânico no Brasil recebem apoio de ONGs, instituições públicas, empresas privadas e associações, cooperativas e sindicatos de produtores para organização e desenvolvimento da cadeia produtiva, cujos produtos são certificados por empresas ligadas ao comércio justo ou pelo IBD (Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural) de Botucatu-SP, que segue padrões têxteis estabelecidos pela IFOAM (LIMA, 2008). Relatos dessas experiências indicam a obtenção de baixas produtividades no Nordeste, custos de produção inferior ao do sistema convencional e comercialização com bônus que variam de 30 a 40% superior ao preço do algodão convencional (LIMA & SOUZA, 2007).

A agricultura orgânica no Brasil é regulamentada pela lei 10.831 de 23 de dezembro de 2003, e de acordo com o seu artigo 1º, considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivos a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais e a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização. O artigo 3º define que para a comercialização os produtos orgânicos deverão ser certificados por organismo reconhecido oficialmente, segundo critérios estabelecidos em regulamento.

A existência de normatização oficial para a produção orgânica, assim como a necessidade de certificação se justificam para proteção tanto do agricultor quanto do consumidor. A certificação é um instrumento de garantia de que o produto foi produzido dentro de um conjunto mínimo de normas, conferindo segurança quanto à qualidade do produto (SOUZA, 2000 e KHATOUNIAN, 2001). Entretanto, a simples substituição de insumos para se adequar as normas da legislação não é econômica e ecologicamente sustentável ao longo do tempo. De acordo com Feiden et al. (2002), são fundamentais os seguintes princípios:

a) Proteção do solo: utilização de técnicas e explorações que mantenham o solo coberto, evitando a perda de matéria orgânica e da microvida pela ação da radiação solar, o impacto

das gotas de chuvas sobre a estrutura do solo e as perdas de água por escoamento superficial e evaporação.

b) Manejo e fertilidade do solo: o foco é dado no agroecossistema como um todo ao invés de simples reposição dos nutrientes para uma determinada cultura. A preocupação maior é com a otimização dos ciclos dos nutrientes, aumentando a eficiência de utilização e a adição por vias biológicas, quando possível. As adições minerais necessárias são feitas em formas menos solúveis e portanto menos suscetíveis de perdas, com ênfase especial na manutenção dos nutrientes na biomassa viva ou morta do sistema.

c) Manejo da agrobiodiversidade: criação de uma biodiversidade funcional, que maximize os serviços ecológicos do sistema. Não basta aumentar o número de espécies de maneira aleatória, é necessário escolher cada espécie a ser introduzida no sistema em função de seu papel nos processos de ciclagem de nutrientes, efeito de depressão sobre organismos com potencial para se tornarem pragas e doenças, efeito positivo sobre organismos benéficos como inimigos naturais, polinizadores, fungos micorrízicos.

d) Respeito aos ciclos naturais: redução das intervenções para corrigir desvios, procurando-se acompanhar os ciclos biológicos, tanto os biogeoquímicos como os ciclos bioclimáticos das explorações, com a finalidade de reduzir o estresse dos indivíduos. Para tanto, os plantios e criações são recomendados apenas nas épocas ideais e em regiões ecologicamente satisfatórias. Entretanto, isso cria conflito com a lógica de mercado, pois os preços dos produtos estão majorados nos períodos mais inadequados à sua exploração.

O manejo empregado nos sistemas de produção orgânica, em geral, compreende técnicas destinadas a potencializar a ação benéfica da microfauna e microflora; visa elevar os níveis de matéria orgânica e melhorar as condições químicas e físicas do solo, com resultados diretos sobre a nutrição das plantas e, conseqüentemente, sobre a sanidade (ALTIERI, 2002). De acordo com autor, os métodos preconizados pela agricultura orgânica são: uso de cultivares adaptadas ao manejo orgânico; ajustes na época de plantio, espaçamento e densidade de plantas; estabelecimento de planos de rotação, sucessão e consórcios de culturas de alta produção de fitomassa e biodiversidade funcional; fertilização do solo com adição regular de resíduos culturais, adubação verde com leguminosas, esterco de origem animal, compostos orgânicos, fertilizantes naturais (termofosfato, fosfato de rocha, cinzas de madeira, biofertilizantes); controle de ervas invasoras através do plano de rotação de culturas, ou ainda por meio manuais e mecânicos; controle de pragas através de práticas de estímulo ao controle biológico natural, monitoramento sistemático, pulverização com produtos de origem vegetal (extratos, óleos, sabões), uso de armadilhas com feromônios, catação manual e uso de

organismos vivos como *Bacillus thuringiensis*, baculovirus ou lançamento de insetos benéficos, predadores e parasitas; orientação espacial das explorações tendo como referencia a aptidão agrícola das terras, a legislação ambiental e as condições climáticas da área (escolha da área).

Apesar da existência de métodos preconizados, é necessário que todas as práticas e insumos empregados sejam aprovados pela agência certificadora. Para manter a condição de orgânico até o produto final é necessário que toda a cadeia de produção (cultivo, beneficiamento, fiação e tecelagem) seja inspecionada e certificada (SOUZA, 2000).

Os problemas ambientais mais importantes quando se considera a produção de têxteis de algodão, estão na fase de produção pela grande quantidade de agrotóxicos empregados no cultivo da fibra e na etapa de acabamento, devido às substâncias tóxicas empregadas para alvejar e tingir produtos têxteis. Nesse contexto, o interesse por redução do impacto ambiental na produção e processamento de têxteis de algodão, cria demandas por fibras naturalmente coloridas e fibras cultivadas com técnicas de agricultura orgânica (SOUZA, 2000), no entanto, existe a necessidade das fibras produzidas atenderem os padrões requeridos pela indústria têxtil, que segundo Farias et al., 1999 e Penna, 2006 são: comprimento de 30 a 34 mm, uniformidade de comprimento maior que 82%, conteúdos de fibra curta menor que 9%, índice micronaire ou finura de 3,9 a 4,2  $\mu\text{g/pol}$ , resistência maior que 26 gf/tex, alongamento maior que 7% e refletância  $> 70\%$ , no caso do algodão branco. Estas características físicas expressam a qualidade da fibra e se transferem para o fio, tecidos e confecções, conferindo diversidade de aplicação (SANTANA et al., 2002).

A produção de têxteis de algodão com alto valor agregado em relação aos convencionais, pode conferir vantagens comparativas capazes de viabilizar a cultura do algodão na agricultura familiar e promover a inclusão de agricultores e comunidades tradicionais num mercado diferenciado (SOUZA, 2000).

A agricultura familiar mato-grossense tradicional produtora de algodão, em fase de decadência devido os elevados custos de produção do sistema convencional e dificuldades na comercialização, pode ser revitalizada e estimulada a produzir fibras de qualidade superior e de alto valor agregado. Entretanto, é necessário o aperfeiçoamento dos sistemas de produção e organização da cadeia produtiva, em todas suas etapas, da produção até a confecção e comercialização (FREIRE, 2004).

Além do algodão branco tradicional, a pesquisa desenvolveu cultivares de fibras coloridas nas tonalidades creme, marrom e verde para atender mercados de alto poder aquisitivo e exigente em relação à qualidade dos produtos e aos processos de produção.

Contudo, o cultivo comercial em bases sustentáveis depende de ajustes de ordem agrônômica nos sistemas de produção, prioritariamente, quanto à diversificação, rotação de culturas, emprego de plantas de cobertura de solo, plantio direto e cultivo com técnicas de agricultura orgânica.

## **2. OBJETIVOS**

Este trabalho tem o objetivo geral de gerar informações sobre o uso de plantas de cobertura de solo para desenvolvimento de sistemas de produção orgânica de algodão de fibras branca e colorida com plantio direto e, objetivos específicos de:

- a) Estimar a produção de fitomassa, extração e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura, para indicação de espécies com alto potencial de ciclagem de nutrientes.
- b) Caracterizar a decomposição e a liberação de nutrientes dos resíduos culturais das plantas de cobertura, para orientar o manejo em relação à proteção do solo e o suprimento de nutrientes.
- c) Avaliar a ocorrência e densidade de plantas invasoras para identificar coberturas com alta capacidade de supressão para uso em sistemas de produção orgânica.
- d) Verificar as alterações nos atributos químicos do solo decorrentes do uso de diferentes coberturas no sistema plantio direto;
- e) Avaliar os efeitos do uso de plantas de coberturas de solo na nutrição e produção do milho safrinha e na produção e qualidade do algodão de fibra branca e colorida no sistema orgânico com plantio direto.

## **3. MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1. Caracterização do local.**

O experimento foi desenvolvido nos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08 na estação experimental da Empresa Mato-grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural (EMPAER), localizada em Cáceres-MT a 16°09'03" de latitude Sul e 57°37'50" de longitude Oeste e altitude de 156m.

O local está sob influência do domínio do clima tropical continental, classificado como AW (Köppen), com verão chuvoso e inverno seco (SEPLAN, 2007). Os dados de precipitação pluvial, coletados no período de trabalho e as médias entre 1971 e 2005 (INMET) estão apresentados na Figura 1.

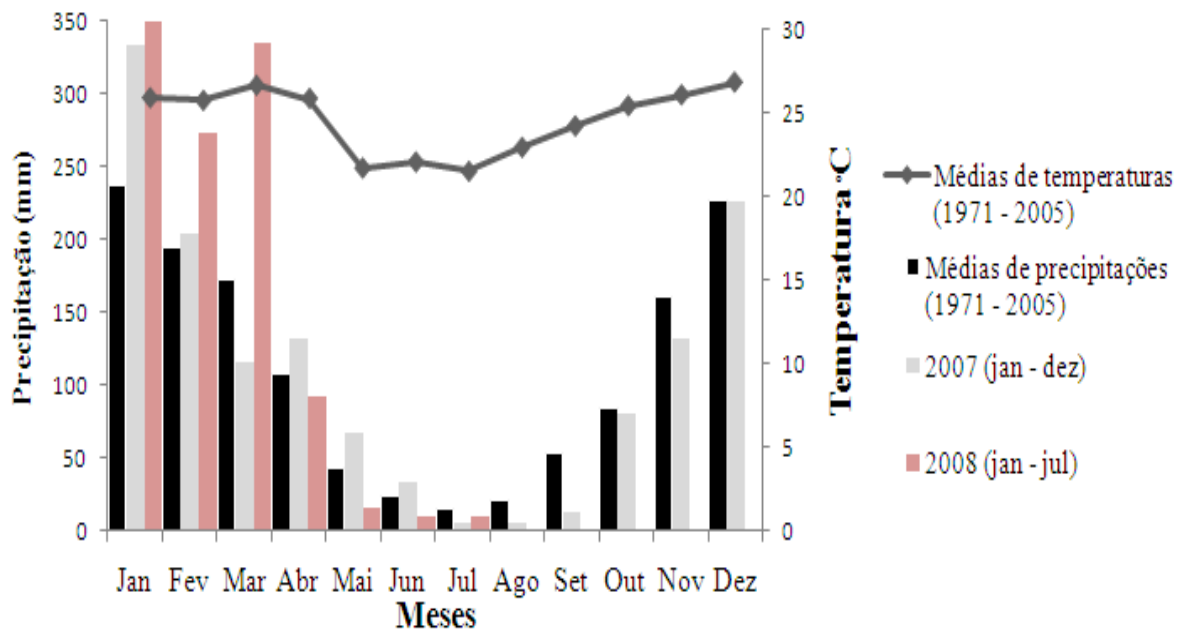


FIGURA 1 - Médias de temperaturas e precipitações pluviométricas no período 1971 a 2005 (INMET) e precipitações registradas no período experimental em Cáceres-MT.

O experimento foi instalado num Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico chernossólico (EMBRAPA, 2006), textura média / argilosa, cuja análise da camada 0 - 20 cm apresentam: 6,2 de pH (água); 3,9 mg dm<sup>-3</sup> de P; 0,21 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K; 10,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca; 2,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg; 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Al; 5,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de H+Al; 19,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de CTC; 70% de saturação por bases(V); 65g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica do solo (MOS); 240g kg<sup>-1</sup> de argila; 80g kg<sup>-1</sup> de silte e 680g kg<sup>-1</sup> de areia, determinados conforme Embrapa (1997). O histórico de uso da área corresponde a oito anos de cultivo com culturas anuais sem emprego de fertilizantes, seguidos de três anos de pousio.

### 3.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com tratamentos dispostos em esquema de parcelas subdivididas e quatro repetições (Apêndice 1). Nas parcelas (8m x 7m), avaliaram-se nove coberturas de solo, constituídas por resíduos culturais de mucuna preta (*Estilozobium aterrimum*), feijão guandu anão (*Cajanus cajan*), feijão de porco (*Canavalia ensiformes*), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*), milho (*Pennisetum glaucum*, cv ADR 300), sorgo granífero (*Sorghum bicolor*, cv BRS 307), coquetel das espécies utilizadas, vegetação espontânea e solo exposto. Nas subparcelas (4m x 7m), avaliou-se o algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum*) em plantio direto, cultivares CNPA AMT 19

(marrom) e BRS ITAÚBA (branco) disponibilizadas para plantio em Mato Grosso (PENNA, 2006). A vegetação espontânea apresentava como componentes principais as espécies corda de viola (*Ipomea* spp), guanxuma (*Sida* spp), trapoeraba (*Commelina benghalensis*), capim colchão (*Digitaria horizontalis*), ciperáceas (*Cyperus* spp), erva santa Luzia (*Chamaesyce hirta*) e erva quente (*Borreria alata*).

### 3.3. Instalação e condução do experimento

O preparo inicial do solo constou de roçada tratorizada e duas gradagens, sendo uma com grade aradora e outra com niveladora, seguidas de sulcamento e o plantio das plantas de cobertura. O espaçamento utilizado foi de 0,5m entre linhas e o número de plantas por metro linear foi de 6 a 7 para mucuna e feijão de porco, 15 a 18 plantas de sorgo e guandu, de 22 a 25 de crotalária e 35 a 40 de milho (BURLE et al., 2006). No tratamento coquetel a semeadura foi feita a lanço, utilizando-se as quantidades de sementes indicadas (kg ha<sup>-1</sup>) por Hugo et al. (2001), sendo: 16 kg de mucuna e feijão de porco, 10 kg de feijão guandu, 5 kg de crotalária, 4 kg de sorgo e 2 kg de milho.

No primeiro ano (2006/07), as plantas de cobertura de solo foram cultivadas em pré-cultivo ao milho safrinha (*Zea mays*, cv BR106), sendo semeadas no início de dezembro (2006) e manejadas no final de fevereiro (2007). No segundo ano (2007/08), as espécies foram cultivadas em pré-cultivo ao algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum*), sendo plantadas em outubro (2007) e manejadas no início de janeiro (2008). Nos dois cultivos, por ocasião do manejo das plantas de cobertura, que ocorreu aos 75 dias após a emergência (DAE) por meio de roçada manual (Apêndice 2) e uso de rolo-faca, o milho e o sorgo encontrava-se no estágio de grãos leitosos, o feijão de porco no florescimento pleno e a crotalária, guandu anão e mucuna preta na fase de desenvolvimento vegetativo.

Nas palhadas das plantas de cobertura procedeu-se o plantio do milho safrinha (2006/07) e do algodoeiro (2007/08), cultivar BRS ITAÚBA (algodão branco) e CNPA AMT 19 (algodão colorido, tonalidade marrom), no sistema plantio direto, com espaçamento de 1,0m entre linhas e densidade de 5-6 plantas por metro linear.

O experimento foi conduzido de acordo com as normas de manejo orgânico, as quais excluem o uso de fertilizantes minerais sintéticos solúveis, agrotóxicos, reguladores de crescimento e outros agroquímicos. A estratégia utilizada no manejo do sistema de produção orgânica, foi a de promover um ambiente diversificado e melhorias na qualidade do solo para gerar benefícios sobre a nutrição e sanidade das plantas. Nesse sistema, o milho safrinha e o algodoeiro foram inseridos num plano de rotação de culturas com uso de plantas para cobertura do solo.

No cultivo das plantas de cobertura e no milho safrinha não foram utilizados corretivos e fertilizantes. No algodoeiro, foi realizada adubação nas linhas de plantio com 4,0 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico seco ao sol (Apêndice 2), previamente preparado com resíduos culturais de arroz, feijão e esterco bovino, com as seguintes características: 304,80 g kg<sup>-1</sup> de C; 15,11 g kg<sup>-1</sup> de N; 3,59 g kg<sup>-1</sup> de P; 10,20 g kg<sup>-1</sup> de K; 19,03 g kg<sup>-1</sup> de Ca; 11,43 g kg<sup>-1</sup> de Mg e 1,54 g kg<sup>-1</sup> de S. Ao composto, foram acrescidos termofosfato magnésiano e sulfato de potássio, de modo a fornecer por hectare, 30 kg de N, 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 45 kg de K<sub>2</sub>O (FREIRE et al., 1997b), considerando-se no cálculo o fator de aproveitamento de 50% para N e P e 80% para o K (SILVA & PELOSO, 2006).

Não houve necessidade de controles fitossanitários nas espécies de cobertura. No milho, houve incidência de lagarta do cartucho, que foi controlada com uma aplicação de produto com *Bacillus thuringiensis* no primeiro instar larval da lagarta, fase de raspagem das folhas. No algodoeiro, o manejo de pragas baseou-se no monitoramento sistemático de sua ocorrência, alocação do experimento nas proximidades de reserva florestal (Apendice 2), plantio-isca; quebra-ventos com plantas para atração e proliferação de inimigos naturais das pragas, armadilhas com feromônio de bicudo (Apendice 2), catação manual de estruturas frutíferas caídas, uso de bio-protetor à base de neem (*Azadirachta indica*), andiroba (*Carapa guaianensis* e *C. procera*) e maleleuca (*Maleleuca alternifolia*) e inseticida biológico (*Bacillus thuringiensis*). Com os procedimentos adotados, houve baixa incidência de pragas (pulgão, bicudo, mosca branca, lagarta das maçãs, lagarta rosada e percevejo manchador) e eficiente controle.

#### 3.4. Avaliações realizadas

A produção de fitomassa das plantas de cobertura foi avaliada aos 75 dias após a emergência. Utilizando-se de um quadrado metálico de 0,5 x 0,5m, coletou-se a parte aérea das plantas de quatro amostras aleatórias em cada parcela, que foram pesadas para estimativa da produção de massa fresca. Para quantificação da massa seca, foram retiradas amostras de 300g do material colhido e levadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas. Após secagem e pesagens, foram trituradas em moinho tipo Willey e disponibilizadas para análises de tecidos. A fitomassa das raízes foi avaliada em três amostras de cada parcela delimitadas por um quadrado metálico, retirando-se as raízes da camada 0-20cm.

Na análise de tecidos (SILVA, 1999), a extração foi por digestão nitroperclórica e as determinações de fósforo e enxofre foram por colorimetria, potássio por fotometria de



chama, cálcio e magnésio por espectrofotometria de absorção atômica, nitrogênio total pelo método micro kejeldahl e o carbono por volumetria gasosa.

O acúmulo de nutrientes ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) foi obtido pelo produto da quantidade de massa seca estimada ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) com os teores de nutrientes no tecido vegetal ( $\text{g kg}^{-1}$ ).

Na avaliação da decomposição e liberação de nutrientes dos resíduos das espécies de cobertura, foi empregado o método de bolsas de decomposição (ESPÍNDOLA, et al., 2006; PADOVAN, et al., 2006; TORRES et al., 2008). Por ocasião do manejo das espécies de cobertura, aos 75 DAE, retiraram-se cinco amostras da parte aérea das plantas de cada parcela, totalizando 160 amostras, que foram seccionadas em fragmentos de 10-15cm, acondicionadas em bolsas de decomposição (“litterbags”) confeccionadas em náilon com malha de 2mm e distribuídas na superfície das parcelas do experimento em contato com o solo. Aos 0, 15, 30, 60 e 120 dias após o manejo (DAM), as bolsas foram retiradas do experimento (uma bolsa por parcela em cada tempo de decomposição), os resíduos foram lavados em água corrente, secados em estufa a  $65^{\circ}\text{C}$  e pesados para estimativa da perda de peso. Nos resíduos remanescentes, de cada tempo de decomposição, foram determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg e S, segundo metodologia descrita por Silva (1999). Os valores obtidos, foram transformados em percentagens, relativa à massa e ao teor de nutrientes do início da decomposição. No segundo ano, foram incluídas amostras para avaliação da perda de peso nos tempos 4 e 8 DAM.

A taxa de cobertura dos resíduos culturais (palhada) foi determinada aos 15 DAM e a taxa de cobertura de ervas infestante aos 40 DAM. Na avaliação, adotou-se o método do número de interseção, utilizando-se uma moldura de  $0,5 \times 0,5\text{m}$  com malha de  $0,05\text{m}$  (ALVARENGA et al., 1995 e FAVERO et al., 2001). Aos 40 DAM (dias após o manejo), correspondente a 30 DAE (dias após a emergência) do milho e algodoeiro, foi avaliada a ocorrência de plantas invasoras em três pontos aleatórios de cada parcela, utilizando-se um quadrado de  $0,5\text{m} \times 0,5\text{m}$  para delimitar a contagem do número de plantas, considerando os seguintes grupos de maior ocorrência (definidos em levantamento prévio): guanxuma, corda de viola, ciperáceas, capim colchão, trapoeraba, erva de Santa Luzia, erva quente e outras espécies. Indiretamente, por somatório das espécies dos grupos avaliados, obteve-se a densidade total.

No milho safrinha, avaliou-se aos 100 dias o número, comprimento, diâmetro e peso de espigas comerciais de milho verde (OLIVEIRA et al., 2003), bem como, a massa fresca e a massa seca da parte aérea utilizando-se duas fileiras de milho, cada uma com 5m de

comprimento, perfazendo uma área útil de 10m lineares. Por ocasião da colheita, avaliou-se o rendimento de grãos em outras duas fileiras cada uma com de 5m de comprimento.

No algodoeiro, avaliou-se a produção de algodão em caroço (kg/ha) em três colheitas realizadas nas duas fileiras centrais, cada uma com 5,0m de comprimento, perfazendo uma área útil de 10m lineares em cada cultivar. Antes da primeira colheita, foram retiradas em cada parcela, amostras constituídas de 20 capulhos de cada cultivar para descaroçamento, determinação da percentagem de fibras e análises tecnológicas em HVI (High Volume Instruments) das características: comprimento, uniformidade, índice de fibras curtas, índice micronaire, resistência, alongamento e reflectância. Foi avaliada, também, a altura de 10 plantas, peso de capulho e rendimento de fibras. Na interpretação dos resultados da análise de fibras, utilizaram-se os padrões de interpretação contidos em Unicotton (2006).

Após a colheita e arranquio das soqueiras, realizou-se a amostragem do solo. De cada parcela, foram retiradas 20 amostras simples para compor cada amostra composta das camadas 0-5, 5-10 e 10-20 cm, as quais foram submetidas a análises químicas de rotina (pH, P, K, Ca, Mg, H+Al, CTC e MOS), de acordo com a metodologia descrita por Embrapa (1997). No processo analítico, o pH foi determinado em água (1:25); P e K pelo método Mehlich-1 (1:10); Ca, Mg e Al com KCl 1N; H+Al com acetato de cálcio 0,5 M (pH=7,0) e a matéria orgânica do solo (MOS) pelo método Walkley-Black. A CTC foi obtida pelo somatório de K, Ca, Mg e H+Al.

### 3.5. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos a análises de homogeneidade de variância (Lilliefors) e normalidade (Kolmogorov-Smirnov). Supridas as pressuposições dos testes, procederam-se as análises de variância com as medias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) com auxílio do programa SASM- AGRI (versão 8,0).

Para análise de variância, os dados de contagem de ervas foram transformados utilizando-se a expressão  $\sqrt{(x + 0,5)}$  e, as percentagens de cobertura do solo por resíduos culturais (palhadas) e plantas invasoras foram transformadas em ângulos pela expressão: arco seno  $\sqrt{\%}$ .

As análises estatísticas sobre decomposição e liberação de nutrientes dos resíduos vegetais foram realizadas com o auxílio do programa Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG versão 5.0), aplicando-se aos dados de cada espécie (expressos em percentagem), o modelo matemático exponencial simples, utilizado por Torres et al.(2008); Espíndola et al. (2006) e Padovan et al. (2006) do tipo  $Y = Y_0 e^{-kt}$ , onde Y é a fração do

resíduo/nutriente existente no tempo  $t$  em dias,  $Y_0$  e  $k$  são, respectivamente, a proporção do resíduo/nutriente potencialmente decomponível e a constante de decomposição do resíduo. Com o valor de  $k$  do modelo matemático, foi calculado o tempo meia vida ( $t_{1/2}$ ), utilizando a equação  $t_{1/2} = \ln 0,5 \cdot k^{-1}$  ou seja, o tempo necessário para que a metade dos resíduos e dos nutrientes seja decompostos/liberados.

Para os dados do algodoeiro, as análises de variância e teste de médias ( $p < 0,05$ ) foram realizadas com auxílio do programa ESTAT (versão 2.0).

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

##### **4.1. Produção de fitomassa, teores e acúmulos de nutrientes por plantas de cobertura de solo.**

Uma das principais características agrônômica considerada na avaliação e escolha de espécies vegetais para cobertura do solo é a produção de fitomassa, por expressar a capacidade de transformação de energia lumínica em química e o potencial de extração e de ciclagem de nutrientes (CARVALHO & AMABILE, 2006).

Os rendimentos de fitomassa, segundo Almeida et al.(2008) e Carvalho & Amabile (2006), variam com o genótipo, época de semeadura, população de plantas, práticas de manejo e com as condições edafoclimáticas, principalmente em relação à temperatura, precipitação pluviométrica, fotoperíodo e aos atributos químicos, físico-hídricos e biológicos do solo. Conseqüentemente, verifica-se na literatura uma expressiva variabilidade de comportamento das plantas de cobertura, especialmente quanto à produção de fitomassa, teores e acúmulo de nutrientes.

Os totais pluviométricos observados na condução do experimento seguem o padrão de distribuição do período 1971 a 2005 (Figura 1), propiciando condições para que as plantas de cobertura expressassem o potencial produtivo e capacidade de adaptação.

Os resumos das análises de variância encontram-se nas Tabelas 1 e 2, onde se observam diferenças significativas entre as plantas de cobertura de solo para todas variáveis avaliadas.

Os resultados da produção de fitomassa das plantas de cobertura do solo encontram-se na Tabela 3, onde se verifica diferenças significativas entre os tratamentos nos dois anos agrícolas e uma boa precisão experimental, indicada pelos coeficientes de variação. Em 2006/07, a crotalária, o coquetel e o milheto se destacaram na produção de massa fresca, diferindo das demais plantas de cobertura, enquanto em 2007/08 a mucuna e o milheto foram as que apresentaram os maiores rendimentos. As menores produções de massa fresca

observadas nos dois anos, foram para a vegetação espontânea e guandu anão. A baixa produção de fitomassa do guandu anão, segundo Burle et al. (2006), pode estar associada à característica desta espécie em acumular a maior parte da fitomassa e nutrientes entre o florescimento e a maturação. Este atributo, limita sua inclusão nos sistemas de produção de culturas em sucessão dentro de um mesmo ano agrícola, devido às dificuldades no arranjo temporal.

As quantidades de massa fresca produzidas enquadram-se nas amplitudes de produtividades observadas por Calegari (2004) para o milho (11-90 t ha<sup>-1</sup>), sorgo (25-60 t ha<sup>-1</sup>), feijão de porco (20-40 t ha<sup>-1</sup>), crotalária juncea (15-35 t ha<sup>-1</sup>), guandu anão (20-30 t ha<sup>-1</sup>) e mucuna preta (10-40 t ha<sup>-1</sup>). Contudo, são inferiores às obtidas por Suzuki & Alves (2006) com a crotalária (46,5 t ha<sup>-1</sup>), milho (48,5 t ha<sup>-1</sup>), mucuna (42,1 t ha<sup>-1</sup>) e guandu anão (32,7 t ha<sup>-1</sup>). As menores produtividades obtidas neste trabalho, provavelmente, estão associadas à ausência de adubação de plantio e de inoculação das sementes, assim como à época de manejo das plantas de cobertura (75 DAE).

Com relação à produção de massa seca, no ano 2006/07 o milho, crotalária, coquetel e sorgo apresentaram as maiores produtividades, diferindo do feijão de porco, guandu, mucuna e vegetação espontânea. No ano 2007/08, o milho apresentou a maior produtividade, no entanto, diferiu apenas do feijão de porco e vegetação espontânea, que apresentaram as menores produtividades.

As quantidades de massa seca produzidas, inserem-se nos limites encontrados por Calegari (2004), para o guandu anão (4-7 t ha<sup>-1</sup>), feijão de porco (3-6 t ha<sup>-1</sup>), crotalária juncea (2,5-8,5 t ha<sup>-1</sup>), sorgo (7-12 t ha<sup>-1</sup>), milho (3,5-21 t ha<sup>-1</sup>) e mucuna (4-7,5 t ha<sup>-1</sup>). Os resultados obtidos enquadram-se também nos limites obtidos por Lamas & Staut (2006) em Mato Grosso para o milho (4,66-9,68 t ha<sup>-1</sup>), sorgo (4,97- 9,84 t ha<sup>-1</sup>), guandu (2,49-9,84 t ha<sup>-1</sup>), crotalária (3,91-9,56 t ha<sup>-1</sup>) e consórcios (3,91-15,54 t ha<sup>-1</sup>) envolvendo estas espécies.

O coquetel de espécies, também se destacou na produção de massa seca, não diferindo do milho, sorgo e crotalária. Provavelmente, o bom desempenho seja devido à maior eficiência de utilização dos recursos do meio (água, luz e nutrientes), decorrentes de ocupação de nichos diferentes entre as espécies que o compõe, tanto na parte aérea quanto na região do sistema radicular. O uso de consórcios de gramíneas e leguminosas, de acordo com Aita & Giacomini (2003), além de proteger o solo e adicionar nitrogênio, possibilita a obtenção de fitomassa com relação C/N intermediária proporcionando menor taxa de decomposição de resíduos culturais e sincronia entre o fornecimento de nitrogênio e a demanda do mesmo pelas culturas cultivadas em sucessão. Por estas vantagens, a mistura de

**Tabela 1 - Resumo da análise de variância da produção de fitomassa e taxa de cobertura dos resíduos.**

Fontes de Variação	parte aérea		M. Seca Raiz	Tx. Cobert. Resíduos	Relação C/N
	Massa Fresca	Massa Seca			
Ano agrícola 2006/07					
Blocos	15,23*	0,27 ns	0,11*	na	18,32 ns
Coberturas	93,12**	2,26**	2,22**	na	99,21**
Resíduos	3,87	0,44	0,03	na	24,88
Ano agrícola 2007/08					
Blocos	1,87 ns	0,65 ns	0,11*	6,60 ns	2,46 ns
Coberturas	214,25**	3,74**	2,22**	163,28**	102,05**
Resíduos	22,39	1,01	0,03	16,79	2,20

ns - não significativo, \*\* e \* significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.  
na - não analisado

**Tabela 2 - Resumo da análise de variância para teores e nutrientes acumulados por plantas de cobertura de solo.**

Fontes de variação	Teores Nutrientes						Nutrientes Acumulados					
	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
Ano agrícola 2006/07												
Blocos	1,14 ns	0,06 ns	1,74 ns	1,06 ns	0,21 ns	0,02 ns	172,14 ns	3,52 ns	147,51 ns	52,10 ns	11,42 ns	1,31 ns
Coberturas	40,81**	0,70**	12,80**	16,32**	2,07**	0,18**	3798,72**	12,84**	738,32**	255,09**	53,16**	7,69**
Resíduo	2,72	0,06	1,60	0,51	0,09	0,01	158,28	1,48	92,29	26,03	6,11	0,62
Ano agrícola 2007/08												
Blocos	0,43 ns	0,08 ns	1,49 ns	0,17 ns	0,63 ns	0,01 ns	155,01 ns	6,49 ns	143,04 ns	41,13 ns	60,10*	1,42 ns
Coberturas	261,21**	1,07**	7,55**	29,43**	1,25**	0,34**	13090,12**	50,79**	1333,01**	1012,43**	28,55 ns	15,20**
Resíduo	3,48	0,07	1,12	0,33	0,21	0,01	447,64	2,93	145,15	98,88	18,15	2,67

ns - não significativo, \*\* e \* significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

**Tabela 3 - Fitomassa (t ha<sup>1</sup>) da parte aérea e raiz de plantas de coberturas de solo e taxas de cobertura dos resíduos (%).**

Plantas de Cobertura	parte aérea		M. Seca Raiz	Tx. Cobert. Resíduos
	Massa Fresca	Massa Seca		
Ano agrícola 2006/07				
Mucuna preta	28,97 bc	3,84 b	0,16 e	na
Guandu anão	22,52 d	5,04 b	0,60 de	na
Feijão de porco	26,01 cd	5,03 b	0,65 de	na
Crotalária juncea	37,27 a	8,26 a	1,58 b	na
Coquetel	36,97 a	8,13 a	0,95 cd	na
Milheto	35,05 a	8,49 a	2,37 a	na
Sorgo granífero	30,76 b	7,85 a	1,61 b	na
V. espontânea	17,53 e	3,41 b	0,35 e	na
Média	29,39	5,56	1,01	
CV (%)	6,7	12,0	17,6	
Ano agrícola 2007/08				
Mucuna preta	46,57 a	7,51 abc	0,11 d	96,2 a
Guandu anão	25,89 c	7,25 abc	0,55 cd	91,ab
Feijão de porco	32,29 bc	6,47 bc	0,59 cd	92,5 ab
Crotalária juncea	31,55 bc	8,36 ab	2,13 b	94,7 ab
Coquetel	24,93 c	7,33 abc	0,98 bc	94,7 ab
Milheto	37,52 ab	8,74 a	4,28 a	84,5 bc
Sorgo granífero	28,85 bc	7,35 abc	2,72 b	91,5 ab
V. espontânea	26,05 c	5,68 c	0,39 cd	73,2 c
Média	31,71	7,34	1,47	89,8
CV (%)	14,9	13,7	21,8	5,6

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

na - não avaliado.

gramíneas e leguminosas tem sido sugerida por aqueles autores, como estratégia para aliar características desejáveis de diferentes plantas de cobertura.

Apesar da superioridade das plantas de cobertura introduzidas na produção de fitomassa, a vegetação espontânea pode promover efeitos semelhantes, tanto no aporte de fitomassa para cobertura e proteção do solo, quanto na ciclagem de nutrientes (FAVERO et al., 2000).

Os rendimentos médios de massa seca das plantas de cobertura, exceto da mucuna e vegetação espontânea em 2006/07, foram superiores ao valor de 5,0 t ha<sup>-1</sup> considerado por Hernani & Salton (2001), como referência para obtenção de uma boa cobertura do solo. Entretanto, Alvarenga et al. (2001), consideram uma produção de 6,0 t ha<sup>-1</sup> como sendo a quantidade mínima de adição de massa seca em um sistema de rotação de culturas, para manutenção de adequada cobertura do solo.

É relevante considerar que, além dos resíduos culturais produzidos pela parte aérea das plantas, há o material orgânico aportado pelas raízes, que incontestavelmente, assume papel preponderante na construção da fertilidade biológica, física e química do solo. Modelos de produção que contemplem espécies de abundante e agressivo sistema radicular, que alocam maior fração de carbono fotossintetizado para as raízes, são mais eficientes em elevar o estoque de matéria orgânica no solo (DENARDIN & KOCHHANN, 2007). Adicionalmente, de acordo com Alvarenga et al. (2001), sistema radicular bem distribuído no perfil do solo forma uma rede de canalículos após sua decomposição, que desempenham importante papel na movimentação de água e ar no solo.

Nos dois anos agrícolas, o milho foi a espécie de cobertura que produziu maior quantidade de massa seca radicular, diferindo das demais espécies. Entretanto, Alvarenga et al. (1995), observaram que o guandu é a espécie de maior potencial de recuperação de solos degradados devido à capacidade de penetração de raízes.

Com relação à taxa de cobertura do solo, proporcionada pela palhada das plantas de cobertura, o maior percentual foi obtido com a mucuna preta seguida guandu anão, feijão de porco, crotalária juncea, coquetel e sorgo granífero. No trabalho de Favero et al. (2001), a mucuna preta também se destacou quanto à capacidade de cobrir o solo. Os autores atribuem ao resultado, o crescimento indeterminado, rasteiro ou prostrado dessa planta, que confere maior capacidade aos seus ramos e folhas de se distribuírem melhor e mais próximo do solo. A menor taxa de cobertura do solo ocorreu na palhada da vegetação espontânea, podendo estar relacionada com a baixa produção de fitomassa, como constatado por Perin et al. (2004), no entanto, o milho proporcionou cobertura semelhante, apesar de se destacar na produção

de fitomassa. Estes resultados, indicam que a capacidade de cobertura do solo não depende apenas da quantidade de fitomassa produzida e, que nem sempre ocorre relação direta entre a fitomassa produzida e a taxa de cobertura.

Os teores de nutrientes e a relação C/N da parte aérea das plantas de cobertura estão apresentados na Tabela 4. De modo geral, verifica-se que os teores determinados no primeiro ano (2006/07), são inferiores aos do segundo ano (2007/08) em todos os tratamentos. Para todos os nutrientes determinados, houve diferenças significativas entre as plantas de cobertura, sendo o nitrogênio e o potássio os nutrientes que apresentaram os maiores teores no tecido vegetal.

Com relação ao nitrogênio (N), as leguminosas apresentaram os maiores teores, com destaque para a mucuna e o feijão de porco em 2006/07. No segundo ano (2007/08), a mucuna foi significativamente superior as demais espécies, contrastando com as gramíneas milho e sorgo que apresentaram os menores teores na parte aérea. Os teores de nitrogênio na vegetação espontânea foram significativamente superiores aos do sorgo e milho, mas não diferem estatisticamente daqueles verificados no guandu, crotalária, coquetel e feijão de porco. Estes resultados, provavelmente, estão associados à ocorrência da leguminosa nativa anileira (*Indigofera hirsuta*) nesse tratamento. Os maiores teores de nitrogênio registrados para as leguminosas estão relacionados com a capacidade de fixação biológica de nitrogênio (FBN), apesar da pouca nodulação que tem sido verificada em solos de primeiro cultivo (BURLE et al., 2006). Os menores teores de nitrogênio observados no primeiro ano (2006/07), provavelmente, estão associados a uma baixa população de estirpes nativas de rizóbio, uma vez que, neste trabalho não foi realizada inoculação. O aumento da população pode ter favorecido a nodulação no segundo ano (2007/08), resultando em maior FBN e conseqüente aumento nos teores da parte aérea. Contudo, o aumento da disponibilidade de nitrogênio pela decomposição dos resíduos culturais, tanto das plantas de cobertura (2006/07) quanto do milho safrinha cultivado em sucessão, também contribuiu para o aumento de teores de nitrogênio e outros nutrientes no tecido vegetal, sobretudo das gramíneas milho e sorgo. Santi et al. (2003), destacam que o aumento na disponibilidade de nitrogênio, incrementa a absorção de outros nutrientes, a quantidade de massa seca produzida e, conseqüentemente, a ciclagem de nutrientes.

Os teores na parte aérea das plantas de cobertura, de modo geral, inserem-se nos limites ou aproximam-se daqueles verificados por Calegari (2004) para a mucuna (5,6-24,4 g kg<sup>-1</sup>), guandu (10,2-35,0 g kg<sup>-1</sup>), crotalária (14,2-26,5 g kg<sup>-1</sup>), sorgo (12,0-15,0 g kg<sup>-1</sup>) e milho (3,4-14,1 g kg<sup>-1</sup>).



Os teores de nitrogênio na parte aérea, como esperado, influenciaram a relação C/N (Tabela 4), cujos valores foram maiores no primeiro ano, ocasião em que as gramíneas milho e sorgo apresentaram valores da relação C/N superiores aos das leguminosas, diferindo estatisticamente. Os menores valores da relação C/N das leguminosas, estão provavelmente relacionadas com FBN que resultou em maiores teores de nitrogênio no tecido vegetal. No ano 2007/08, a relação C/N do milho e sorgo também foram maiores, diferindo dos demais tratamentos, no entanto, a magnitude dos valores foram inferiores aos do ano 2006/07. Estes resultados, provavelmente, estão associados à maior disponibilização de nitrogênio pela maior nodulação das leguminosas e decomposição dos resíduos culturais das plantas de cobertura e do milho safrinha. Segundo Alvarenga et al. (2001), baixa relação C/N aumenta a velocidade de decomposição dos resíduos e de liberação de nutrientes.

Os maiores teores de fósforo (P), foram verificados na vegetação espontânea e na mucuna preta, que não diferiram entre si em 2006/07, cujos resultados demonstram a eficiência destas espécies na extração de fósforo. No ano de 2007/08, a mucuna, seguida do feijão de porco, apresentou os maiores teores, enquanto os menores teores ocorreram no milho, coquetel e crotalária. De modo geral, os teores de fósforo contidos na parte aérea das plantas de cobertura, são inferiores aos verificados por Calegari (2004) para a mucuna (4,6-5,7 g kg<sup>-1</sup>), crotalária (1,9-2,1 g kg<sup>-1</sup>), guandu (2,1-2,8 g kg<sup>-1</sup>), sorgo (2,0-2,8 g kg<sup>-1</sup>) e milho (1,3-2,9 g kg<sup>-1</sup>). Entretanto, inserem-se nos limites relatados por Teixeira et al. (2005) para o feijão de porco (0,7-2,4 g kg<sup>-1</sup>) e o guandu (0,9-2,9 g kg<sup>-1</sup>). A divergência de valores pode estar associada à ausência de adubação de plantio, baixos teores no solo e a época de manejo/amostragem adotada neste trabalho (75 DAE).

Os maiores teores de potássio (K) em 2006/07, foram encontrados na mucuna, seguida da vegetação espontânea. No milho, o potássio foi o nutriente com maior teor no tecido vegetal, superando inclusive o nitrogênio. Em 2007/08, o milho apresentou os maiores teores de potássio, sendo seguido pelo sorgo e mucuna. Estes resultados, confirmam as observações de Cazzetta et al. (2005) e Teixeira et al. (2005) da maior eficiência do milho na extração de potássio.

**Tabela 4 - Teores de nutrientes na parte aérea de plantas de cobertura do solo.**

Plantas de cobertura	Teores de nutrientes (g kg <sup>-1</sup> )						Relação C/N
	N	P	K	Ca	Mg	S	
Ano agrícola 2006/07							
Mucuna preta	24,26 a	2,38 a	13,80 a	4,37 bc	1,32 cd	1,29 a	18, 8 b
Guandu anão	18,04 b	1,16 bc	8,30 c	3,82 c	1,16 d	0,77 e	26,5 b
Feijão de porco	24,25 a	1,69 b	9,00 bc	8,42 a	1,39 cd	1,10 abc	19,3 b
Crotalária juncea	19,06 b	1,23 bc	8,60 bc	7,44 a	2,92 a	1,01 cd	25,3 b
Coquetel	15,73 b	1,02 c	8,37 c	5,60 b	1,99 bc	0,81 de	29,9 b
Milheto	9,06 c	1,09 c	10,75 bc	1,54 d	1,58 cd	1,03 bcd	53,6 a
Sorgo granífero	10,54 c	1,56 bc	8,30 c	1,59 d	1,77 bcd	0,84 de	45,2 a
V. Espontânea	17,58 b	2,60 a	11,55 ab	8,91 a	2,46 ab	1,26 ab	26,4 b
Média	17,36	1,59	9,87	5,2	1,83	1,02	30,6
CV (%)	9,5	15,2	12,8	13,7	16,4	9,9	16,3
Ano agrícola 2007/08							
Mucuna preta	41,37 a	2,61 a	13,25 ab	11,30 a	3,43 ab	1,74 a	8,7 d
Guandu anão	25,63 bc	1,35 cd	11,55 bc	7,51 b	2,79 c	1,27 c	15,7 bc
Feijão de porco	29,23 b	2,10 ab	12,45 bc	11,53 a	4,19 ab	1,55 ab	13,8 c
Crotalária juncea	26,08 abc	1,21 cd	11,10 c	6,61 bc	3,41 abc	0,88 e	18,0 b
Coquetel	26,77 bc	1,30 cd	10,60 c	10,22 a	3,13 bc	0,96 de	14,0 c
Milheto	16,19 d	1,17 d	14,75 a	5,35 c	3,02 c	1,06 de	23,4 a
Sorgo granífero	16,24 d	1,95 bc	13,55 ab	5,76 c	3,07 c	1,20 cd	22,7 a
V. Espontânea	27,96 bc	1,82 bc	12,35 bc	11,67 a	4,33 a	1,34 bc	12,4 c
Média	26,18	1,69	12,45	8,74	3,42	1,25	16,1
CV (%)	7,3	15,3	8,5	6,6	13,4	9,0	9,2

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os teores de potássio encontrados na parte aérea das plantas de cobertura, inserem-se nos limites apresentados por Calegari (2004) para a mucuna (10,0-15,5 g kg<sup>-1</sup>), crotalária (9,6-18,8 g kg<sup>-1</sup>) e milho (10,5-31,2 g kg<sup>-1</sup>). No entanto, são inferiores às médias estimadas por Borkert et al. (2003) para a mucuna (16,8 g kg<sup>-1</sup>) e guandu (14,2 g kg<sup>-1</sup>). Os teores de potássio no feijão de porco enquadram-se na faixa relatada por Teixeira et al. (2005), que é de 8,2 a 21,3 g kg<sup>-1</sup>. Os teores de potássio na vegetação espontânea assemelham-se aos resultados de Perin et al. (2004) e, provavelmente, estão relacionados com teores elevados desse nutriente no solo (0,21 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) e a eficiência dessa vegetação na extração de potássio.

Os maiores teores de cálcio em 2006/07, foram verificados na vegetação espontânea, feijão de porco e crotalária, que diferiram estatisticamente dos demais tratamentos, especialmente das gramíneas milho e sorgo, que apresentaram os menores teores. Em 2007/08, a vegetação espontânea, feijão de porco, mucuna e coquetel, apresentaram os maiores teores de cálcio, diferindo dos demais tratamentos, com o milho e o sorgo repetindo o fraco desempenho do ano anterior.

Os teores de cálcio na parte aérea assemelham-se aos encontrados por Borkert et al. (2003) para a mucuna (11,8 g kg<sup>-1</sup>) e guandu (8,2 g kg<sup>-1</sup>). Contudo, são inferiores aos encontrados por Calegari (1995) para a crotalária (36,0 g kg<sup>-1</sup>), guandu (17,9 g kg<sup>-1</sup>) e feijão de porco (13,5 g kg<sup>-1</sup>).

Os maiores teores de magnésio (Mg) em 2006/07 foram verificados na crotalária seguida da vegetação espontânea, enquanto no guandu ocorreram os menores teores. O desempenho da crotalária, confirma as observações de Burle et al. (2006) a respeito de sua eficiência na absorção de magnésio. Em 2007/08, a vegetação espontânea seguida do feijão de porco, mucuna e crotalária, apresentaram os maiores teores de magnésio na parte aérea, enquanto o guandu, milho e sorgo apresentaram os menores teores, sendo que as gramíneas comportaram-se de modo semelhante ao observado em relação ao cálcio. Os dados de 2007/08 assemelham-se aos encontrados por Borkert et al. (2003) para a mucuna (2,9 g kg<sup>-1</sup>) e guandu (2,6 g kg<sup>-1</sup>). Entretanto, são superiores aos obtidos por Teixeira et al. (2005) para o guandu (0,9 g kg<sup>-1</sup>), feijão de porco (1,6 g kg<sup>-1</sup>), milho (1,6 g kg<sup>-1</sup>) e consórcios (1,7-2,0 g kg<sup>-1</sup>) e inferiores aos registrados por Calegari (1995) para o guandu (4,5 g kg<sup>-1</sup>), feijão de porco (6,3 g kg<sup>-1</sup>) e crotalária (4,7 g kg<sup>-1</sup>).

Nos dois anos, a mucuna e o feijão de porco se destacaram demonstrando maior potencial de extração de enxofre. Os teores na mucuna preta são superiores aos encontrados por Menezes & Leandro (2004) para a mucuna cinza (1,0 g kg<sup>-1</sup>) e os teores no feijão de porco

são semelhantes aos obtidos por Teixeira et al. (2005) para essa leguminosa ( $1,3 \text{ g kg}^{-1}$ ). Cazetta et al. (2005) encontraram teores de enxofre com valores superiores para a crotalária ( $1,2 \text{ g kg}^{-1}$ ), milho ( $1,6 \text{ g kg}^{-1}$ ) e consórcio crotalária + milho ( $1,6 \text{ g kg}^{-1}$ ).

De modo geral, a mucuna preta apresentou boa capacidade de extração de todos os nutrientes. Contudo, destaca-se também o desempenho do milho na extração de potássio, da crotalária na extração de magnésio e do feijão de porco na extração de cálcio e enxofre.

As quantidades de nutrientes acumuladas na parte aérea das plantas de cobertura encontram-se na Tabela 5, onde se verificam diferenças significativas entre os tratamentos, para todos os nutrientes analisados, bem como, uma boa precisão experimental indicada pelos coeficientes de variação.

O nitrogênio, seguido do potássio, foram os nutrientes acumulados em maiores quantidades, sendo superiores às usualmente incorporadas ao solo pela adubação de plantio dos cultivos comerciais. As quantidades acumuladas expressam a capacidade de ciclagem de nutrientes das plantas de cobertura de solo.

As leguminosas e o coqueleto acumularam as maiores quantidades de nitrogênio, enquanto na vegetação espontânea e nas gramíneas milho e sorgo, registrou-se o acúmulo de menores quantidades. De acordo com Burle et al. (2006), do total de nitrogênio acumulado pela mucuna preta, guandu e feijão de porco, 66, 73 e 79% respectivamente, são derivados da FBN, enquanto que para a crotalária juncea, Perin et al. (2004) estimou em 57% a participação da FBN, sendo o restante proveniente do solo. Estas observações expressam a capacidade destas espécies para introdução de nitrogênio nos sistemas de cultivo e o potencial de ciclagem de nutrientes.

A crotalária e a mucuna preta, foram as espécies que acumularam, respectivamente, as maiores quantidades de nitrogênio nos anos 2006/07 e 2007/08, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos.

As quantidades de nitrogênio acumuladas pela crotalária são superiores às relatadas por Lopes et al. (2004) e Ambrosano et al. (2005) sendo, respectivamente, de 189 a 183  $\text{kg ha}^{-1}$  e, inferiores às obtidas ( $252,9 \text{ kg ha}^{-1}$ ) por Alvarenga et al. (1995). Com relação a mucuna, as quantidades de nitrogênio acumuladas em 2006/07 inserem-se nos limites de 66 a 280  $\text{kg ha}^{-1}$  observados por Borkert et al. (2003), no entanto, as quantidades observadas no segundo ano (2007/08) superam os valores registrados por aqueles autores.

**Tabela 5 - Nutrientes minerais acumulados na fitomassa da parte aérea de plantas de cobertura.**

Plantas de cobertura	Nutrientes acumulados (kg ha <sup>-1</sup> )					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Ano agrícola 2006/07						
Mucuna preta	94,51 cd	9,12 b	52,78 bcd	16,81 d	5,07 d	4,93 cd
Guandu anão	90,56 d	5,73 c	41,39 d	19,22 cd	5,81 d	3,90 d
Feijão de porco	122,07 bc	8,48 bc	45,33 cd	42,41 b	6,98 d	5,56 cd
Crotalária juncea	156,97 a	10,12 ab	71,39 b	61,24 a	24,06 a	8,33 ab
Coquetel	126,27 b	8,33 bc	67,70 bc	45,28 b	16,16 b	6,56 bc
Milheto	77,17 de	9,20 b	94,05 a	12,96 d	13,30 bc	8,82 a
Sorgo granífero	82,99 de	12,33 a	65,10 bc	11,71 d	13,91 bc	6,57 bc
V. Espontânea	60,17 e	8,75 b	39,58 d	30,46 c	8,43 cd	4,30 d
Média	101,46	9,01	59,67	30,01	11,72	6,12
CV (%)	12,4	13,5	16,1	17,0	21,1	12,9
Ano agrícola 2007/08						
Mucuna preta	311,17 a	19,75 a	99,72 b	87,17 a	25,47 a	13,10 a
Guandu anão	186,92 b	9,80 cd	83,57 bc	54,65 de	20,02 a	9,20 ab
Feijão de porco	189,55 b	13,52 bc	80,70 bc	77,50 ab	27,25 a	9,95 ab
Crotalária juncea	207,50 b	10,17 cd	93,10 bc	55,05 de	28,30 a	7,40 b
Coquetel	190,40 b	9,27 d	77,45 bc	75,00 abc	24,02 a	6,90 b
Milheto	141,62 bc	10,22 bcd	128,47 a	46,62 de	26,47 a	9,27 ab
Sorgo granífero	119,32 c	14,25 b	100,57 b	42,42 e	22,55 a	8,77 b
V. Espontânea	157,85 bc	10,30 bcd	70,60 c	65,95 bcd	24,72 a	7,67 b
Média	190,40	12,16	91,77	63,05	24,85	9,03
CV (%)	11,4	14,1	13,1	15,8	17,1	18,1

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação ao fósforo (P), em 2006/07 o sorgo seguido da crotalária acumulou as maiores quantidades, enquanto guandu acumulou menos de 50% das quantidades acumuladas pelo sorgo. No ano de 2007/08, a mucuna preta apresentou maior acumulação de fósforo diferindo dos demais tratamentos. De modo geral, as quantidades de fósforo acumuladas pelas plantas de cobertura foram baixas. Entretanto, Burle et al. (2006), relatam que a mucuna pode acumular até 60 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo.

O milho acumulou as maiores quantidades de potássio (K), aproximando-se dos valores registrados (120 kg ha<sup>-1</sup>) por Crusciol & Soratto (2007), porém são inferiores aos valores de 325 kg ha<sup>-1</sup>, obtido por Perin et al. (2004). As quantidades de potássio acumuladas pelas leguminosas, são inferiores às registradas por Lopes et al. (2004) para a mucuna (102,7 kg ha<sup>-1</sup>), crotalária (130,0 kg ha<sup>-1</sup>), feijão de porco (195,4 kg ha<sup>-1</sup>) e guandu (157,3 kg ha<sup>-1</sup>).

Com relação ao cálcio (Ca), a crotalária e a mucuna apresentaram, respectivamente, as maiores quantidades acumuladas nos dois anos, enquanto as gramíneas, milho e sorgo tiveram o pior desempenho. As quantidades de cálcio acumuladas em 2007/08 pela mucuna excedem o limite superior observado (18-70 kg ha<sup>-1</sup>) por Borkert et al. (2003), porém, é inferior às quantidades registradas (91kg ha<sup>-1</sup>) por Alvarenga et al. (1995). As quantidades acumuladas pela crotalária inserem-se entre os valores de 45,0 e 74,5 kg ha<sup>-1</sup> registrados, respectivamente, por Torres et al. (2008) e Lopes et al. (2004).

A crotalária acumulou as maiores quantidades de magnésio em 2006/07, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. As quantidades acumuladas são maiores que as registradas por Cazetta et al. (2005) e Torres et al. (2008), respectivamente de 21,0 e 12,8 kg ha<sup>-1</sup>. Porém, são inferiores às obtidas (33 kg ha<sup>-1</sup>) por Lopes et al. (2004). Em 2007/08, não houve diferenças entre as plantas de cobertura, apesar de a crotalária acumular as maiores quantidades de magnésio, cujos valores aproximam-se dos registrados (30,7 kg ha<sup>-1</sup>) por Alvarenga et al. (1995).

Em 2006/07 o milho seguido da crotalária, apresentou os maiores acúmulos de enxofre. Apesar do melhor desempenho, as quantidades de enxofre acumuladas pelo milho, são inferiores aos registros contidos na literatura. Com relação à crotalária, as quantidades acumuladas superam as obtidas por Cazetta et al. (2005) e Torres et al. (2008), respectivamente, de 6,0 e 4,2 kg ha<sup>-1</sup>. No ano de 2007/08, a mucuna acumulou as maiores quantidades de enxofre, seguida do feijão de porco, milho e guandu, que por sua vez, não diferiram dos demais tratamentos. Ambrosano et al. (2005), apresentam valores de referência para a mucuna (6,4 kg ha<sup>-1</sup>), guandu (9,6 kg ha<sup>-1</sup>), feijão de porco (10,9 kg ha<sup>-1</sup>) e crotalária juncea (13,1 kg ha<sup>-1</sup>). Por comparação, se verifica que as quantidades de enxofre acumuladas

pelas espécies neste trabalho são superiores para a mucuna, semelhantes para o guandu e feijão de porco e inferiores para a crotalária.

Em síntese, as plantas de cobertura introduzidas produzem massa seca em quantidades suficientes para uma adequada cobertura do solo. A mucuna preta acumula maiores quantidades de nutrientes, destacando-se quanto ao potencial de ciclagem de nitrogênio e fósforo enquanto o milho e a crotalária juncea apresentam, respectivamente, maior potencial de ciclagem de potássio e magnésio. As quantidades acumuladas de nitrogênio e potássio pelas plantas de cobertura de solo são superiores às usualmente aplicadas na adubação de plantio do algodoeiro herbáceo na agricultura familiar (FREIRE et al., 1997b). Estes resultados enfatizam a capacidade de ciclagem de nutrientes das plantas de cobertura de solo e evidenciam que, na gestão da fertilidade do agroecossistema, a mesma pode ser manejada para obtenção maior eficiência no uso dos nutrientes. Corrobora, também, as afirmações de Amado et al. (2000) de que em algumas situações pode haver redução nas quantidades aplicadas de fertilizantes.

Considerando a dificuldade de se reunir todas as qualidades em apenas uma espécie, torna-se necessário o uso de mais de uma espécie, o que favorece a diversificação da rotação e da sucessão de culturas, pois a utilização de uma única espécie de cobertura, ou mesmo, uma sucessão específica por vários anos pode provocar problemas semelhantes aos provocados pela monocultura.

#### 4.2. Decomposição e liberação de nutrientes dos resíduos de plantas de cobertura de solo.

Encontram-se na Tabela 6, as médias percentuais de resíduos remanescentes das plantas de cobertura de solo em função do tempo decorrido após o manejo, ou seja, tempo de decomposição. Verificam-se diferenças significativas entre os resíduos das plantas de cobertura até 60 dias após o manejo. Nesse tempo de avaliação, o milho apresentou os maiores percentuais de resíduos remanescentes no milho safrinha, porém diferiu estatisticamente apenas do feijão de porco. No algodoeiro, o milho e o guandu se destacaram por apresentar maiores percentuais de resíduos remanescentes, diferindo estatisticamente da vegetação espontânea, feijão de porco e mucuna.

Apesar das espécies diferirem quanto à persistência no solo, a magnitudes dos valores percentuais de resíduos remanescentes indica que propiciam cobertura adequada na fase inicial das culturas comerciais em sucessão, conferindo proteção ao solo contra processos erosivos e na supressão de ervas infestantes.

Conforme ilustra as figuras 2 e 3, o processo de decomposição dos resíduos culturais das plantas de cobertura nos dois anos foi caracterizado por uma perda contínua de massa no decorrer do tempo após o manejo, semelhante ao observado por Espíndola et al. (2006), Padovan et al. (2006) e Torres et al. (2008).

Os parâmetros da equação exponencial ajustada aos valores percentuais dos resíduos e nutrientes remanescentes, estão apresentados nas Tabelas 7 e 8, onde se verifica a significância da regressão para a maioria das variáveis. A equação de regressão ajustada aos resíduos remanescentes de feijão de porco, coquetel e vegetação espontânea no ano de 2007, apresentou significância apenas ao nível de 10% de probabilidade e, em relação ao potássio remanescente nos resíduos da mucuna e da vegetação espontânea, o modelo exponencial simples não apresentou ajuste significativo.

Quanto maior o valor da constante ( $k$ ) de decomposição dos resíduos/liberação de nutrientes, menor é o valor do tempo de meia vida ( $t_{1/2}$ ) e, conseqüentemente, maior a velocidade de decomposição dos resíduos e a liberação de nutrientes. Os menores valores da constante de decomposição observados no ano de 2007 (Tabela 7), indicam que a decomposição foi mais lenta que no ano de 2008, provavelmente, em decorrência dos valores da relação C/N das plantas de cobertura e de condições climáticas associadas à menores precipitações pluviométricas (Figura 1) observadas no período de março a junho de 2007 (346,0 mm), quando comparado com o de janeiro a abril de 2008 (1053,5 mm), períodos em que ocorreram os processos de decomposição. Espíndola et al. (2006) ao avaliar a decomposição dos resíduos de leguminosas herbáceas perenes no período seco e chuvoso,



**Tabela 6 - Resíduos remanescentes (%) de plantas de cobertura de solo em função do tempo de decomposição.**

Plantas de Cobertura	Dias após o manejo			
	15	30	60	120
Milho safrinha (2007)				
Mucuna preta	74,85 a	66,42 ab	60,12 ab	49,55 a
Guandu anão	75,95 a	65,62 ab	59,72 ab	51,72 a
Feijão de porco	59,65 b	50,17 b	43,17 b	39,22 a
Crotalária juncea	71,67 ab	63,07 ab	55,45 ab	43,50 a
Coquetel	68,87 ab	59,77 ab	56,00 ab	50,27 a
Milheto	79,47 a	67,80 a	64,87 a	49,67 a
Sorgo granífero	92,50 a	63,52 ab	60,40 ab	49,97 a
V. espontânea	68,67 ab	54,92 ab	51,87 ab	47,17 a
Média	73,95	61,41	56,45	47,63
CV (%)	8,1	8,5	8,9	11,2
Algodoeiro herbáceo (2008)				
Mucuna preta	68,97 bcd	52,38 a	35,36 bc	29,70 a
Guandu anão	79,98 a	58,20 a	41,97 a	35,54 a
Feijão de porco	68,51 bcd	53,00 a	34,85 cd	28,16 a
Crotalária juncea	71,99 bc	54,03 a	40,25 ab	28,87 a
Coquetel	64,67 de	53,44 a	37,53 abc	30,71 a
Milheto	68,82 bcd	57,16 a	42,24 a	33,51 a
Sorgo granífero	74,16 a	56,99 a	40,17 ab	30,82 a
V. espontânea	59,20 e	40,79 b	29,55 d	20,33 a
Média	69,54	53,25	37,74	29,70
CV (%)	6,2	6,8	8,2	11,6

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

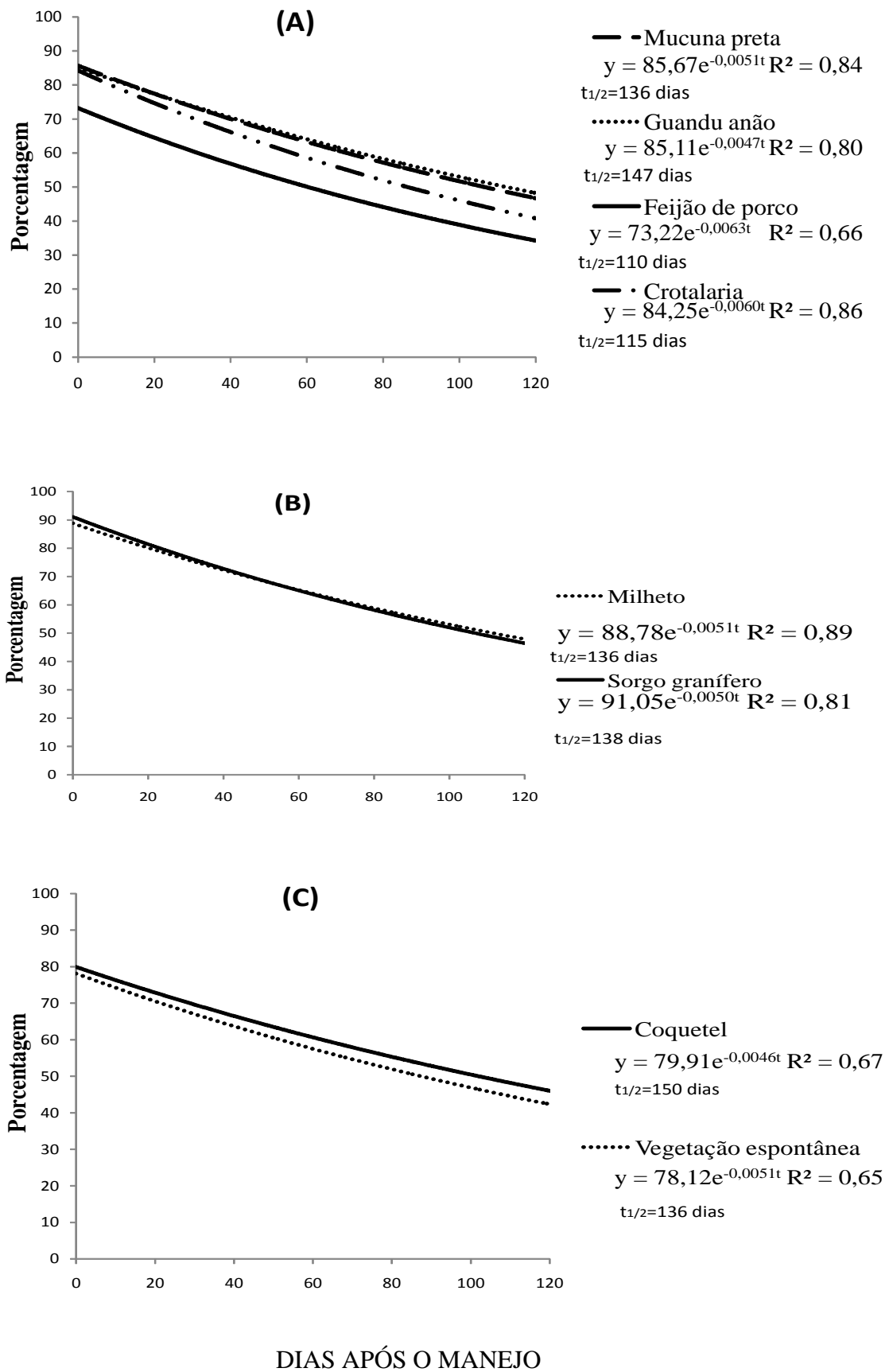


Figura 2- Decomposição dos resíduos da parte aérea de plantas de cobertura (2007).

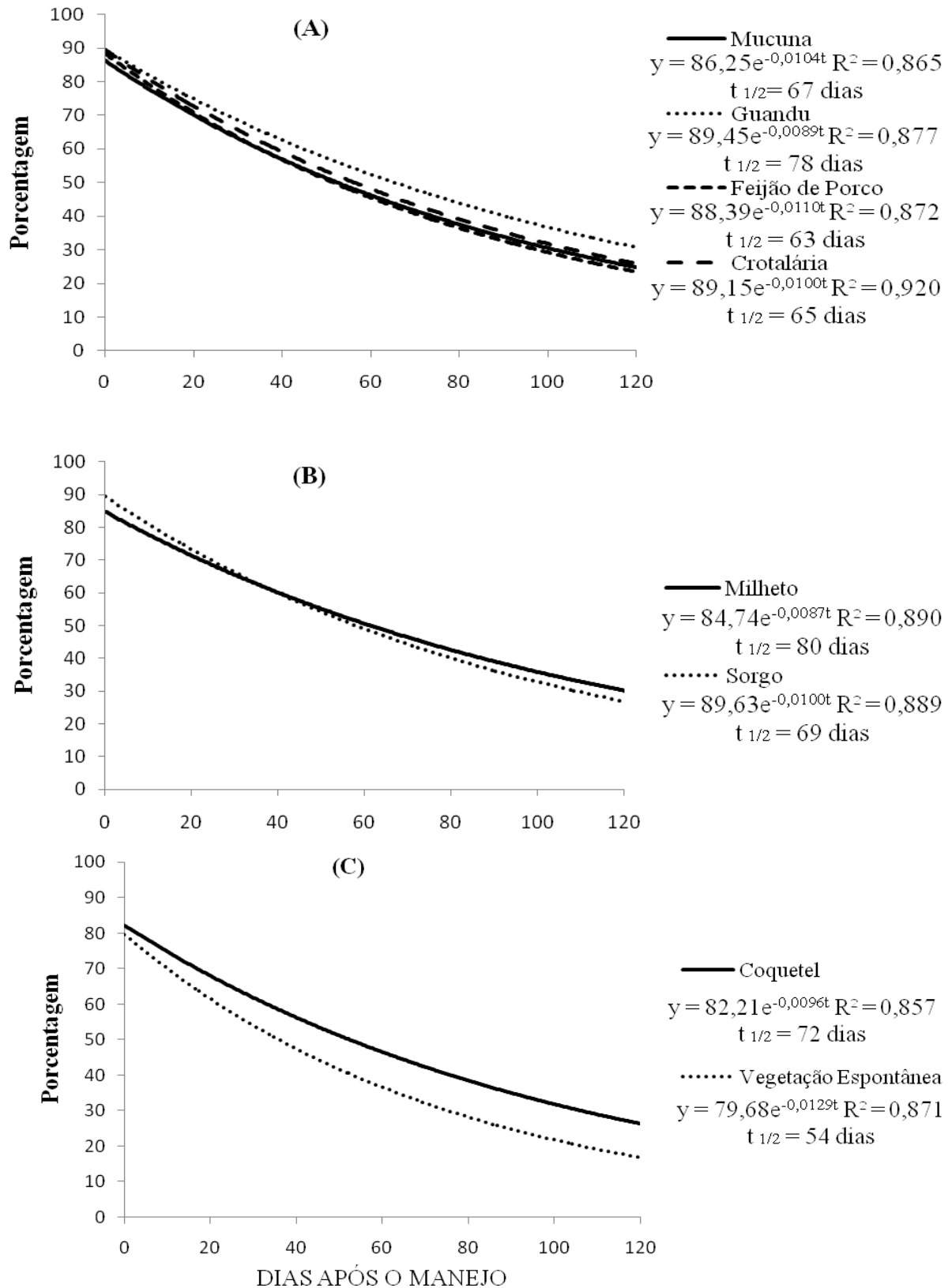


Figura 3 - Decomposição dos resíduos da parte aérea de plantas de cobertura (2008).

**Tabela 7 - Parâmetros da equação  $Y=Y_0 e^{-kt}$  ajustada aos valores percentuais de decomposição da matéria seca e NPK remanescente de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo.**

Plantas de Cobertura	Massa seca			N			P			K		
	k	t <sub>1/2</sub>	R <sup>2</sup>	k	t <sub>1/2</sub>	R <sup>2</sup>	k	t <sub>1/2</sub>	R <sup>2</sup>	k	t <sub>1/2</sub>	R <sup>2</sup>
Milho safrinha (2007)												
Mucuna preta	0,0051**	136	0,84	0,0026**	277	0,91	0,0028**	247	0,85	0,0129		0,55
Guandu anão	0,0047*	147	0,80	0,0028*	247	0,92	0,0031**	223	0,84	0,0122***	57	0,66
Feijão de porco	0,0063***	110	0,66	0,0027**	257	0,87	0,0035**	198	0,87	0,0128**	54	0,79
Crotalária juncea	0,0060**	115	0,86	0,0042**	165	0,77	0,0038*	182	0,98	0,0122***	57	0,66
Coquetel	0,0046***	150	0,67	0,0039**	177	0,86	0,0038*	182	0,92	0,0123***	56	0,73
Milheto	0,0051**	136	0,89	0,0044*	157	0,95	0,0053*	131	0,95	0,0139***	50	0,66
Sorgo granífero	0,005**	138	0,81	0,0025*	277	0,93	0,0042***	165	0,77	0,0064**	94	0,91
V. espontânea	0,0051***	136	0,65	0,0030*	231	0,92	0,0029*	239	0,96	0,0110		0,64
Algodoeiro herbáceo (2008)												
Mucuna preta	0,0104*	67	0,87	0,0052*	133	0,95	0,0062*	112	0,95	0,0165*	42	0,80
Guandu anão	0,0089*	78	0,88	0,0050*	139	0,86	0,0054*	128	0,97	0,0152**	46	0,71
Feijão de porco	0,0110*	63	0,87	0,0057*	122	0,97	0,0063*	110	0,97	0,0164**	42	0,73
Crotalária juncea	0,0100*	65	0,92	0,0063**	110	0,76	0,0067*	103	0,97	0,0163**	42	0,68
Coquetel	0,0096*	72	0,86	0,0055*	126	0,94	0,0056*	124	0,97	0,0150**	46	0,70
Milheto	0,0087*	80	0,89	0,0052*	133	0,92	0,0052*	133	0,92	0,0173**	40	0,81
Sorgo granífero	0,0100*	69	0,89	0,0048*	144	0,97	0,0051*	136	0,91	0,0143**	48	0,91
V. espontânea	0,0129*	54	0,87	0,0047*	147	0,97	0,0052*	133	0,94	0,0165*	42	0,62

k - constante decomposição/liberação; t<sub>1/2</sub> - tempo meia vida; R<sup>2</sup> - coeficiente de determinação.

\*, \*\* e \*\*\* significativos a 1, 5 e 10%

também verificaram menor decomposição durante a estação seca e atribuíram os resultados à menor precipitação. Além do clima, outros fatores têm sido apontados como reguladores da decomposição dos resíduos vegetais, como a relação C/N, C/P, os teores de N, P, lignina e polifenóis (WISNIEWSKI & HOLTZ, 1997). O aumento dos teores de nitrogênio e redução da relação C/N na parte aérea das plantas de cobertura ocorrido em 2008, provavelmente, contribuiu para o aumento da taxa de decomposição dos resíduos. Assis et al, citados por Kliemann et al. (2006), relataram que a constante de decomposição ( $k$ ) e a meia vida ( $t_{1/2}$ ) da palhada do sorgo, sofreram influencia significativa da aplicação de N, acelerando o processo de decomposição. Na presença de nitrogênio o  $t_{1/2}$  foi de 119 dias e na ausência 150 dias.

O tempo de meia vida dos resíduos variou de 110 a 150 dias em 2007 e de 54 a 80 dias em 2008. Em 2007, os resíduos do guandu anão e do coquetel, apresentaram menores valores de  $k$  e maiores de  $t_{1/2}$ , constituindo-se em coberturas de decomposição mais lenta, portanto, mais persistentes. Inversamente, o feijão de porco e a crotalária, apresentaram maiores valores de  $k$  e menores de  $t_{1/2}$ , indicando que são coberturas de decomposição rápida, de baixa persistência e durabilidade. Nesse ano, os resíduos de mucuna preta, milheto, sorgo granífero e vegetação espontânea, apresentaram valores intermediários de  $k$  e  $t_{1/2}$ , conseqüentemente, as palhadas dessas plantas apresentaram persistência intermediária.

Em 2008, o milheto e o guandu apresentaram os menores valores de  $k$  e maiores de  $t_{1/2}$ , constituindo-se em coberturas de maior persistência, enquanto a vegetação espontânea, feijão de porco, crotalária e mucuna foram as coberturas de decomposição mais rápida e menor persistência, provavelmente, devido ao aumento dos teores de N que resultaram em menor valor de relação C/N (Tabela 4).

Nos dois anos, a mucuna preta apresentou menor relação C/N que o milheto e o sorgo, no entanto, apresentou persistência semelhante a essas gramíneas apenas no primeiro ano. Logo, a relação C/N desta leguminosa, parece não ser um indicador seguro da persistência de seus resíduos, provavelmente, o conteúdo de outros constituintes como lignina e/ou polifenóis possam estar envolvidos na decomposição de seus resíduos (KLIEMANN et al., 2006; PADOVAN et al., 2006 e GIACOMINI et al., 2003), sendo responsável pela boa persistência. Raciocínio semelhante pode ser usado em relação ao guandu, cujos resíduos mostraram-se mais persistentes nos dois anos, apesar de apresentar baixa relação C/N. Por outro lado, Oliveira et al. (2007) estimaram para os resíduos da mucuna preta  $t_{1/2}$  de 46 dias, indicando uma baixa persistência em solo de várzea do Estado de Tocantins.

Espindola et al. (2006) estimaram para os resíduos da vegetação espontânea na estação seca, valor de  $t_{1/2}$  (136 dias) igual ao obtido em 2007. No entanto, o valor estimado

(105 dias) para essa vegetação na estação chuvosa foi superior ao observado em 2008. Torres et al. (2008) estimaram para o milheto, sorgo forrageiro, crotalária juncea e guandu anão, tempos de meia vida ( $t_{1/2}$ ) de 131, 117, 98 e 113 dias, respectivamente. Estes resultados, parcialmente aproximam-se dos registrados em 2007, no entanto, são superiores aos obtidos em 2008. No caso de feijão do porco, Gama-Rodrigues et al. (2007) estimaram tempo de meia vida de 52 dias para seus resíduos. As divergências de valores provavelmente, estão relacionadas com as condições climáticas das regiões e composição das espécies de cobertura de solo.

Durante o processo de decomposição, houve uma redução percentual dos nutrientes nos resíduos remanescentes. Estes resultados, indicam que a liberação de nutrientes segue o padrão de decomposição.

De modo semelhante ao observado na decomposição dos resíduos, a liberação dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S em 2007, foi mais lenta que em 2008. Na liberação, a magnitude dos valores de  $k$  e  $t_{1/2}$  (Tabelas 7 e 8) seguiu a seguinte ordem decrescente  $K > P > N = S > Mg > Ca$ , sendo o potássio (K), o nutriente de liberação mais rápida e o cálcio de liberação mais lenta. A ordem de liberação é semelhante à estabelecida por Espíndola et al. (2006), ao trabalhar com leguminosas tropicais perenes, diferindo apenas em relação ao magnésio que teve liberação mais rápida que o fósforo. A liberação mais rápida do potássio, também foi verificada por Espindola et al. (2006) e Padovan et al. (2006) e, está associado ao fato de tal nutriente ocorrer na forma iônica nas plantas, não participando das estruturas orgânicas (TAIZ & ZEIGER, 2004). De acordo com Rosolem et al. (2003), o potássio não é metabolizado nas plantas e forma ligações com complexos orgânicos de fácil reversibilidade. A maior parte do fósforo do tecido vegetal encontra-se no vacúolo da célula na forma mineral bastante solúvel em água, e para que seja liberado dos resíduos culturais, o vacúolo deve ser rompido (GIACOMINI et al, 2003). A lenta liberação do cálcio, está ligada ao fato desse nutriente ser um dos constituintes da lamela média da parede celular (TAIZ & ZEIGER, 2004), formando um dos componentes mais recalcitrantes dos tecidos vegetais. Padovan et al. (2006), também verificaram que o cálcio apresentou maior tempo de meia vida no resíduo vegetal da soja.

O tempo de meia vida do nitrogênio, variou de 157 a 277 dias em 2007 e de 110 a 147 dias em 2008. Verifica-se, que a mucuna preta e o sorgo granífero apresentaram os maiores valores de tempo de meia vida para o nitrogênio, indicando uma lenta liberação desse nutriente durante o processo de decomposição dos resíduos dessas espécies. Por outro lado, o milheto e a crotalária apresentaram os menores valores de tempo de meia vida, indicando

rápida liberação de nitrogênio dos seus resíduos. Em 2008, a vegetação espontânea apresentou maior tempo de meia vida e a crotalária o menor tempo. Torres et al. (2008) estimaram tempo de meia vida de 99, 155, 23 e 47 dias, respectivamente, para o milho, sorgo, crotalária e guandu, diferindo numericamente dos resultados obtidos, mas o nitrogênio teve uma rápida liberação dos resíduos da crotalária e uma lenta liberação dos resíduos do sorgo. Para a vegetação espontânea, o tempo de meia vida do nitrogênio é ligeiramente inferior ao estimado (239 dias) por Espíndola et al. (2006). Baixos valores de tempo de meia vida, foram obtidos por Oliveira et al (2007) e Gama – Rodrigues et al (2007) para a mucuna preta (53 dias) e feijão de porco (43 dias).

O tempo de meia vida do fósforo do fósforo, variou de 131 a 247 dias em 2007 e de 103 a 136 dias em 2008. Os maiores valores em 2007, foram estimados para a mucuna preta, vegetação espontânea e guandu anão, indicando lenta liberação de fósforo na decomposição dos seus resíduos, enquanto os resíduos do milho apresentaram rápida liberação. Em 2008, os maiores tempo de meia vida do fósforo, foram obtidos para o sorgo, milho e vegetação espontânea, contrastando com o menor tempo de meia vida do fósforo na crotalária. Torres et al. (2008) estimaram para o fósforo tempos de meia vida de 247, 198, 192 e 217 dias para o milho, sorgo, crotalária e guandu, respectivamente. Em relação a 2007, são superiores para o milho e sorgo e semelhantes aos observados para a crotalária e guandu. O tempo de meia vida do fósforo estimado por Oliveira et al. (2007) e Gama – Rodrigues et al. (2007), respectivamente, para a mucuna (163 dias) e feijão de porco (53 dias), são inferiores aos obtidos neste trabalho.

Com relação ao potássio, o tempo de meia vida foi baixo, indicando uma rápida liberação em todos os tratamentos, com exceção do sorgo em 2007. Neste ano, o tempo de meia vida variou de 50 a 94 dias. Em 2008, variou de 40 a 48 dias, verificando-se pequenas diferenças nos valores estimados, indicando rápida liberação independente da espécie. Torres et al. (2008) estimaram valores superiores para o milho (107 dias), sorgo (114 dias), crotalária (81 dias) e guandu (136 dias), enquanto Oliveira et al. (2007) e Gama – Rodrigues et al. (2007) estimaram, respectivamente, valores inferiores para a mucuna (22 dias) e feijão de porco (24 dias). O padrão de liberação rápida do potássio, pode resultar em assincronia com a demanda desse nutriente pela cultura de interesse econômico em sucessão, ocasionando perdas de potássio.

Ao contrário do que se observou para o potássio (Tabela 7), o cálcio (Tabela 8) apresentou maior tempo de meia vida nos resíduos, variando de 151 dias no sorgo a 217 dias no guandu, caracterizando um padrão de liberação lento, que está associado a sua função

**Tabela 8 - Parâmetros da equação  $Y=Y_0 e^{-kt}$  ajustada aos valores percentuais da decomposição da matéria seca e Ca, Mg, S remanescentes de plantas de coberturas**

Plantas de Cobertura	Ca			Mg			S		
	k	t <sub>1/2</sub>	R <sup>2</sup>	k	t <sub>1/2</sub>	R <sup>2</sup>	k	t <sub>1/2</sub>	R <sup>2</sup>
Mucuna preta	0,0034*	204	0,97	0,0047*	147	0,92	0,0053*	131	0,89
Guandu anão	0,0032*	217	0,91	0,0046*	151	0,92	0,0050*	139	0,94
Feijão de porco	0,0036*	192	0,95	0,0054*	128	0,92	0,0054*	128	0,89
Crotalaria juncea	0,0041**	169	0,78	0,0051*	136	0,89	0,0052*	133	0,95
Coquetel	0,0036**	193	0,83	0,0038*	182	0,93	0,0053*	131	0,97
Milheto	0,0045*	154	0,87	0,0054*	128	0,93	0,0050*	139	0,96
Sorgo granífero	0,0046**	151	0,76	0,0050*	139	0,95	0,0052*	133	0,96
V. espontânea	0,0034*	204	0,96	0,0052*	133	0,87	0,0051*	136	0,96

k - constante de liberação; t<sub>1/2</sub> - tempo de meia vida; R<sup>2</sup> - coeficiente de determinação.

\* e \*\* significativos a 1 e 5%.



estrutural, relatada anteriormente. Resultados semelhantes foram obtidos por Espíndola et al. (2006) para leguminosas tropicais perenes. Por outro lado, Torres et al (2008) estimaram tempo de meia vida inferior para milho (47 dias), sorgo (39 dias), crotalária (36 dias) e guandu (112 dias). Para a mucuna preta e feijão de porco, Oliveira et al. (2007) e Gama – Rodrigues et al. (2007), também registraram valores baixos, correspondendo a 69 e 57 dias, respectivamente.

Quanto à liberação de magnésio (Tabela 8), o tempo de meia vida variou de 128 dias no feijão de porco a 182 dias no coquetel. Estes valores, são maiores que os estimados por Torres et al. (2008) para o milho e sorgo (15 dias), crotalária (13 dias) e guandu (19 dias). Supera, também, o tempo de meia vida estimado por Oliveira et al. (2007) e Gama – Rodrigues et al. (2007) para a mucuna preta (77 dias) e feijão de porco (49 dias), respectivamente.

O tempo de meia vida do enxofre (Tabela 8) foi semelhante ao do nitrogênio (Tabela 7), variou de 128 dias no feijão de porco a 139 dias no guandu, apresentando pequena amplitude. Torres et al (2008) estimaram tempo de meia vida inferior para o milho (71 dias), sorgo (48 dias), crotalária (57 dias) e guandu (52 dias).

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ), que indica o grau de associação do modelo ajustado com os valores observados, apresentou valores que indicam bons ajustes para a decomposição dos resíduos e liberação de N, P, Ca, Mg e S. Entretanto, para o potássio, os valores foram menores, indicando fraco ajuste para algumas espécies. Provavelmente, estes resultados estejam associados ao padrão de liberação rápido do potássio, requerendo menor intervalo de tempo na avaliação de sua liberação.

Os resultados indicam que os resíduos do milho e do guandu não apresentam decomposição mais lenta e proporcionam coberturas mais persistentes, enquanto os resíduos da vegetação espontânea, feijão de porco, crotalária e mucuna apresentam decomposição mais rápida e menor persistência, favorecendo a liberação de nutrientes para as culturas subsequentes. Apesar da rápida decomposição na estação chuvosa, os resíduos vegetais das espécies introduzidas propiciam cobertura adequada na fase inicial de crescimento do algodoeiro.

Na decomposição dos resíduos de plantas de cobertura, a rápida liberação do potássio pode resultar em perdas por lixiviação. O nitrogênio e o fósforo são liberados mais rapidamente dos resíduos da crotalária.

#### 4.3. Ocorrência de plantas invasoras no milho safrinha e no algodoeiro herbáceo.

Encontra-se na Tabela 9, o resumo da análise de variância da densidade e taxa de cobertura do solo por plantas invasoras.

A ocorrência de plantas invasoras no milho safrinha e no algodoeiro está ilustrada na Figura 4. Observa-se que no milho safrinha, as invasoras com maior participação percentual em relação à densidade total de espécies, foram ciperáceas, guanxuma, capim colchão e erva quente. A maior participação percentual do grupo outras espécies no milho safrinha e no algodoeiro, indica a ocorrência de uma grande diversidade de espécies no complexo florístico. No algodoeiro, houve mudanças na composição do complexo florístico, com aumento na diversidade de invasoras. Os grupos de ocorrência com maior participação percentual em relação à densidade total de espécies invasoras foram ciperáceas, erva Santa Luzia, capim colchão e erva quente. A guanxuma teve uma baixa participação percentual na densidade total de espécies invasoras e a erva de Santa Luzia apresentou um aumento na participação percentual em relação à densidade total de invasoras.

Na Tabela 10, são apresentados os resultados de densidade de espécies invasoras no milho safrinha e algodoeiro herbáceo. No milho, se verifica que na palhada do milheto, seguido do solo exposto, ocorreram as maiores densidades de guanxuma, enquanto na mucuna preta, observou-se a menor densidade, divergindo dos resultados de Vidal & Trezzi (2004), que não encontraram diferenças na densidade de guanxuma entre genótipos de sorgo e milheto.

Apesar da baixa participação percentual da corda de viola na densidade total de espécies invasoras, ocorreu em maior densidade no solo exposto, que não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos, com exceção do coquetel e mucuna, que apresentaram a menor densidade.

As ciperáceas ocorreram em maior densidade nas coberturas de vegetação espontânea e milheto seguidas da crotalária juncea, coquetel e guandu anão, enquanto as menores densidades foram na mucuna preta e solo exposto. De acordo com Lorenzi (1984), palhadas pouco espessas não são obstáculo para a emergência da tiririca, mas verificou menor ocorrência em área anteriormente cultivada com mucuna preta. Segundo Fontanetti et al. (2004) e Carvalho et al. (2002) a mucuna preta e o feijão de porco apresentam efeito alelopático sobre a tiririca, mostrando-se eficientes no seu controle.

**Tabela 9 - Resumo da análise de variância (quadrados médios) da ocorrência de plantas invasoras.**

Fontes de Variação	Espécies invasoras								Total
	Guanx. <sup>1</sup>	Cordeiro viola	Ciper. <sup>2</sup>	Trapoeira. <sup>3</sup>	Capim colchão	Erva S. Luzia	Erva quente	Outras	
Densidade/milho safrinha (2007)									
Blocos	0,04 ns	0,16 ns	0,09 ns	0,11 ns	0,78 ns	0,06 ns	0,17 ns	0,21*	0,22 ns
Coberturas	4,72**	0,26**	9,14**	0,40 ns	1,21*	0,58*	5,83**	3,00*	11,41**
Resíduo	0,05	0,08	0,26	0,12	0,47	0,14	0,09	0,09	0,31
CV (%)	6,2	20,1	13,9	33,1	24,2	32,7	12,5	6,8	7,0
Densidade/algodoeiro herbáceo (2008)									
Blocos	0,01 ns	0,04 ns	0,96 ns	0,22 ns	0,31 ns	0,07 ns	0,18 ns	0,26 ns	0,69 ns
Coberturas	0,79**	0,23 ns	7,31**	0,76**	8,12**	2,26**	5,12**	11,05**	26,45**
Resíduo	0,05	0,12	0,50	0,08	0,43	0,11	0,25	0,09	0,29
CV (%)	13,2	37,2	19,4	30,7	25,0	9,1	24,2	5,6	6,4
Taxa cobertura/algodoeiro herbáceo (2008)									
Blocos	1,29 ns	na	2,53 ns	na	3,86 ns	2,83 ns	3,08 ns	11,21 ns	31,19**
Coberturas	11,85**	na	24,39**	na	117,20**	45,14**	118,54**	106,88**	397,27**
Resíduo	1,18	na	3,08	na	4,88	7,18	4,50	7,43	4,95
CV (%)	24,3		30,7		27,7	24,4	29,0	21,7	9,4

1 - Guanxuma; 2 - Ciperáceas; 3 - Trapoeira; na - não analisado; ns - não significativo.

\*\* e \* significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

**Tabela 10 - Densidade de plantas invasoras (nº/m<sup>2</sup>) no milho safrinha e no algodoeiro herbáceo cultivados no sistema plantio direto com diferentes coberturas.**

Coberturas	Espécies de plantas invasoras								Densidade Total
	Gu anx. <sup>1</sup>	Corda viola	Ciper. <sup>2</sup>	Traper. <sup>3</sup>	Capim colchão	Erva S. Luzia	Erva quente	Outras	
Milho safrinha (2007)									
Mucuna preta	1,25 f	0,75 b	1,25 d	0,50 a	4,50 a	2,25 a	1,00 e	7,25 d	18,75 e
Guandu anão	13,25 de	2,00 ab	18,00 abc	0,00 a	8,00 a	1,75 a	5,00 bc	15,50 c	61,25 cd
Feijão de porco	10,00 e	1,75 ab	14,25 bc	0,00 a	8,50 a	0,50 a	3,50 cd	15,25 c	52,25 d
Crotalária juncea	17,00 cd	1,25 ab	20,00 ab	0,00 a	13,00 a	1,75 a	5,00 bc	20,25 bc	78,00 bc
Coquetel	18,00 bc	0,75 b	18,75 abc	0,25 a	8,00 a	0,75 a	1,25 e	15,25 c	63,00 cd
Milheto	23,75 a	2,00 ab	27,00 a	1,25 a	10,75 a	0,00 a	25,25 a	17,00 c	107,00 a
Sorgo granífero	15,25 cd	1,25 ab	9,75 c	1,00 a	10,00 a	2,25 a	7,25 b	14,00 c	65,50 cd
V. espontânea	9,75 e	1,25 ab	27,75 a	2,50 a	8,00 a	0,00 a	8,25 b	34,25 a	90,95 ab
Solo exposto	22,25 ab	2,75 a	1,00 d	1,75 a	3,00 a	0,00 a	1,00 e	25,75 b	57,50 cd
% participação	21,7	2,2	22,9	1,2	12,7	1,9	9,6	28,2	100,0
Algodoeiro herbáceo (2008)									
Mucuna preta	1,00 d	0,25 a	4,00 d	0,00 b	3,00 b	5,75 d	1,00 c	13,00 e	28,00 f
Guandu anão	1,00 d	0,00 a	5,00 cd	0,00 b	3,00 b	14,00 bc	1,75 c	21,25 d	45,00 e
Feijão de porco	1,50 cd	0,25 a	11,75 bcd	0,00 b	2,50 b	11,00 c	1,25 c	17,50 de	45,75 e
Crotalária juncea	3,25 bc	1,50 a	15,50 bc	0,00 b	2,25 b	11,50 c	1,25 c	17,25 de	53,00 d
Coquetel	4,00 ab	1,00 a	11,75 bcd	0,00 b	8,75 b	10,75 c	3,75 bc	29,75 bc	69,75 cd
Milheto	2,25 bcd	0,00 a	23,25 b	0,25 b	4,75 b	11,50 c	8,50 b	35,75 b	86,25 bc
Sorgo granífero	1,25 d	0,75 a	10,50 bcd	0,00 b	4,00 b	12,75 c	5,00 bc	23,00 cd	57,50 de
V. espontânea	6,00 a	0,00 a	43,50 a	2,50 a	10,50 b	25,25 a	22,25 a	84,75 a	194,75 a
Solo exposto	2,25 bcd	1,00 a	9,25 cd	3,00 a	38,00 a	20,50 at	1,25 c	34,25 b	109,50 b
% participação	3,3	0,7	19,5	0,8	11,2	17,8	6,7	40,0	100,0

\* Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferenças entre as coberturas de solo na densidade das espécies trapoeraba, capim colchão e erva de Santa Luzia. Quanto a erva quente, a cobertura do milho apresentou a maior densidade dessa invasora. Na palhada da mucuna e no solo exposto ocorreram as menores densidades.

O grupo outras espécies, apresentou maior densidade na vegetação espontânea e menor na cobertura de mucuna preta. Pereira & Velini (2003) também encontraram maior número de espécies no tratamento pousio, denominação que corresponde à vegetação espontânea, nesse trabalho.

A densidade total de plantas invasoras foi maior na cobertura de milho, seguido da vegetação espontânea, evidenciando a baixa capacidade de supressão dessa gramínea, corroborando a constatação de Erasmo et al. (2004) que destacaram a sua baixa capacidade de interferência no controle das plantas daninhas. A cobertura que teve menor densidade de plantas invasoras foi a mucuna preta, evidenciando uma maior eficiência na supressão de invasoras. O potencial de supressão da mucuna preta é reconhecido na literatura devido à sua agressividade, barreira física e ao seu efeito alelopático, que inibe o crescimento de plantas espontâneas, prevalecendo desde o início do ciclo até o seu final (FAVERO et al., 2001; CARVALHO et al., 2002 e FONTANÉTTI et al., 2004).

No algodoeiro herbáceo (Tabela 10), pode ser observado, que a guaxuma apresentou uma redução na densidade de plantas em todos os tratamentos, mais acentuadamente no solo exposto. A mucuna preta, o guandu e o sorgo apresentaram menores densidades, mas não diferiram do solo exposto, milho e feijão de porco, enquanto a vegetação espontânea apresentou a maior densidade de guaxuma, seguida do coquetel.

Com referência à corda de viola, não houve diferenças entre as coberturas quanto a sua densidade, porém, ocorreu redução na densidade dessa invasora em relação ao ano anterior. Pereira & Velini (2003) também observaram redução na densidade populacional dessa espécie com o tempo de cultivo.

A cobertura do solo por resíduos da vegetação espontânea, apresentou a maior densidade de ciperáceas, enquanto a mucuna preta, seguida do guandu e solo exposto apresentaram as menores densidades.

Com relação à trapoeraba, o solo exposto e a vegetação espontânea apresentaram densidades significativamente superiores à ocorrida nas demais coberturas, que não diferiram entre si. Para o capim colchão, apenas o solo exposto apresentou densidades estatisticamente superior à ocorrida nas demais coberturas.

A invasora erva de Santa Luzia teve um aumento na densidade de plantas em relação ao ano anterior. Ocorreram maiores densidades na vegetação espontânea, solo exposto e guandu anão. A menor densidade desta invasora ocorreu na cobertura de mucuna, evidenciando sua capacidade de supressão. A espécie erva quente, apresentou maiores densidades de plantas na cobertura com vegetação espontânea e, menores nas coberturas das leguminosas, as quais não diferiram do solo exposto.

No grupo outras espécies, ocorreram aumentos na densidade de plantas em relação ao ano anterior, em todas as coberturas. Esse efeito, também, pode ser observado na Figura 5. Mudanças na densidade de plantas invasoras também foram observadas por Favero et al. (2001), que atribuíram a uma possível seleção imposta por mudanças promovidas pelas coberturas do solo. Na cobertura de vegetação espontânea ocorreram as maiores densidades de invasoras e na de mucuna preta as menores densidades.

Com relação à densidade total de invasoras, a mucuna preta manteve o bom desempenho do ano anterior e a vegetação espontânea apresentou maiores densidades de plantas invasoras. A Figura 5, ilustra o desempenho das coberturas na densidade total de plantas invasoras, destacando a capacidade de supressão da mucuna preta, corroborando os resultados de outros pesquisadores (FAVERO et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2002 e FONTANETTI et al., 2004), os quais atribuem à pressão de competição e aos efeitos alelopáticos.

De modo geral, as coberturas avaliadas apresentaram baixas densidades de plantas invasoras demonstrando capacidade de supressão, com exceção da vegetação espontânea e milho, que pode ser atribuído à menor taxa de cobertura de suas palhadas, apesar da taxa de cobertura do milho não ter diferido das demais coberturas introduzidas.

O consórcio coquetel de espécies, não apresentou a capacidade de supressão esperada. Apesar de apresentar alta produção de massa seca e alta taxa de cobertura, a densidade de plantas invasoras mostrou-se elevada evidenciando baixa capacidade de supressão de plantas invasoras.

As taxas de cobertura do solo por plantas invasoras no algodoeiro estão apresentadas na Tabela 11. A guanxuma, por apresentar reduzidas densidades de plantas no algodoeiro, promoveu baixas taxas de cobertura do solo, apesar de apresentar em relação aos outros tratamentos, as maiores taxas de cobertura na vegetação espontânea. As ciperáceas também apresentaram maiores taxas de cobertura na vegetação espontânea (Tabela 11), no entanto, os valores foram baixos, apesar de ocorrer em altas densidades (Tabela 10). Estes

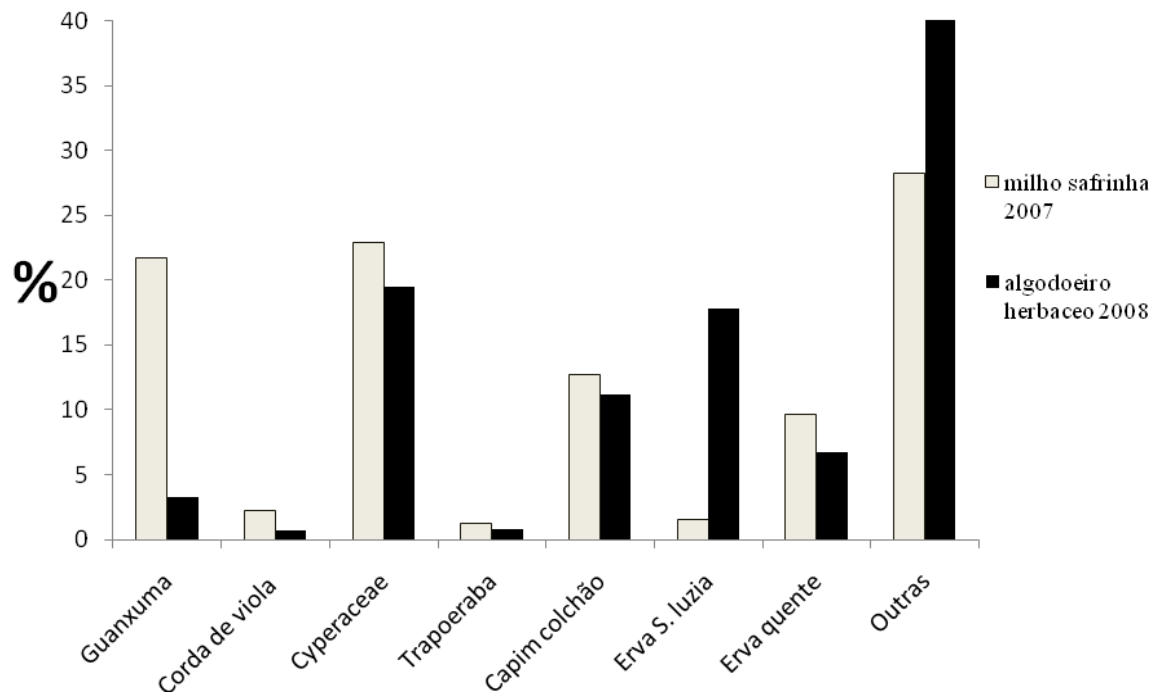


Figura 4 - Percentual de ocorrência de plantas invasoras no milho safrinha e no algodoeiro herbáceo.

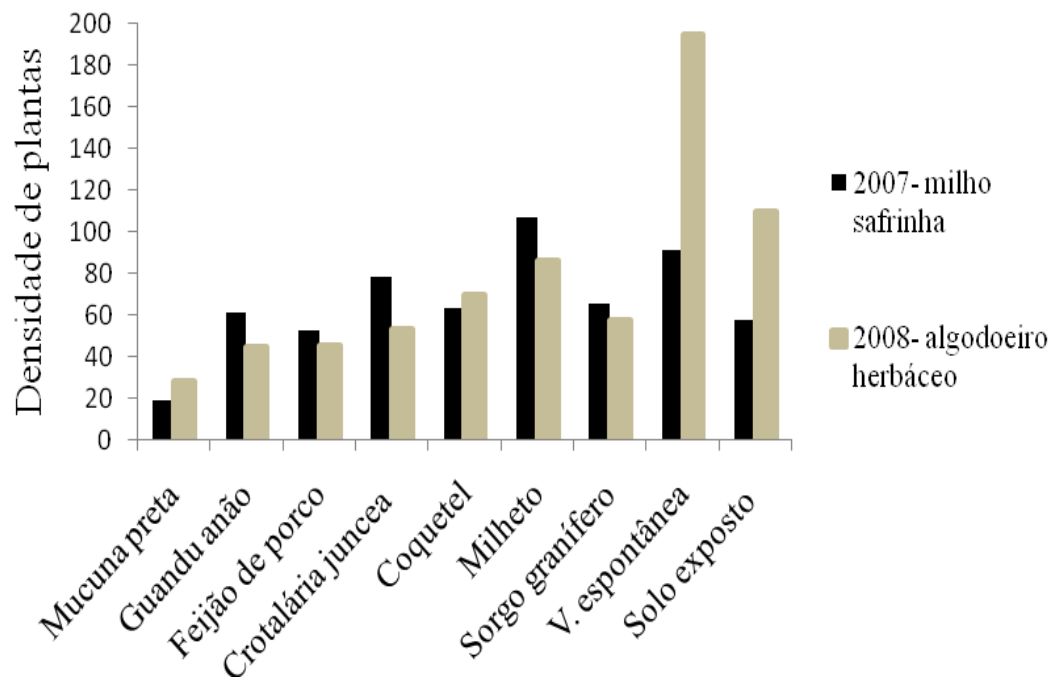


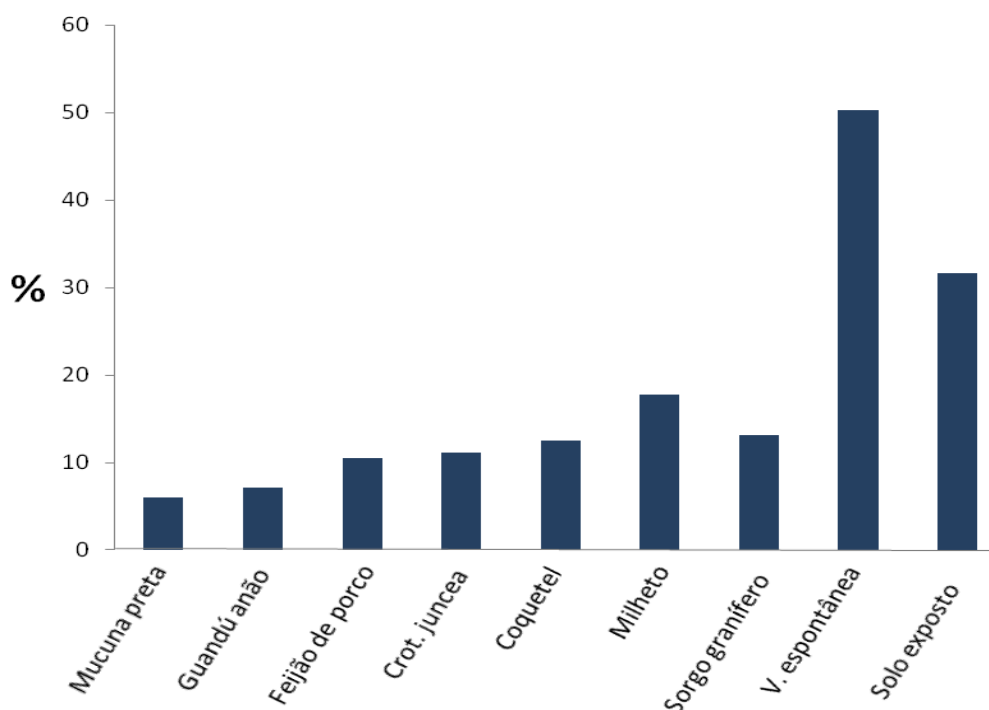
Figura 5- Densidade de plantas invasoras (n°/m²), no milho safrinha e no algodoeiro herbáceo cultivados no sistema plantio direto com diferentes coberturas.

**Tabela 11 - Taxa de cobertura do solo (%) por plantas invasoras no algodoeiro cultivado no sistema plantio direto com diferentes coberturas.**

coberturas	Espécies de plantas invasoras						Tx. Cobert. Total
	Guanx. <sup>1</sup>	Ciper. <sup>2</sup>	Capim colchão	Erva S. Luzia	Erva quente	Outras	
Mucuna preta	0,33 b	0,33 c	0,75 c	1,67 b	0,33 d	2,42 c	6,00 f
Guandú anão	0,42 b	0,33 c	0,33 c	2,50 b	0,33 d	3,25 bc	7,17 ef
Feijão de porco	0,67 b	1,08 bc	1,50 bc	3,17 b	0,33 d	3,58 bc	10,50 ef
Crotalária juncea	0,83 b	0,92 bc	0,83 c	3,33 b	0,92 cd	3,83 bc	11,17 cde
Coquetel	0,67 b	0,75 bc	1,50 bc	3,33 b	1,00 cd	4,87 bc	12,50 cde
Milheto	0,58 b	1,92 ab	1,17 c	2,92 b	4,42 b	6,00 bc	17,75 c
Sorgo granífero	0,33 b	0,50 bc	1,00 c	3,33 b	3,08 bc	4,25 bc	13,17 cd
V. espontânea	2,08 a	3,67 a	4,25 b	10,92 a	11,08 a	15,75 a	50,33 a
Solo exposto	0,75 b	1,00 bc	13,17 a	5,08 ab	2,67 bc	7,25 b	31,67 b
Média	0,75	1,16	2,72	4,03	2,46	5,69	17,81

<sup>1</sup> Guanxuma; <sup>2</sup> Ciperaceas

\* Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 6 - Taxa de cobertura do solo por plantas invasoras no algodoeiro herbáceo cultivado no sistema plantio direto com diferentes coberturas.**



resultados, provavelmente estão associados ao hábito de crescimento e disposição das folhas dessa espécie.

No solo exposto, ocorreram elevadas taxas de cobertura por invasoras, com destaque individual para o capim colchão, que apresentou nesse tratamento taxas de cobertura superiores aos demais. O capim colchão (*Digitaria horizontalis*), é uma das espécies mais freqüentes nos ambientes agrícolas, principalmente no cultivo convencional (PEREIRA & VELINI, 2003). De acordo com Erasmo et al. (2004) a mucuna preta apresenta grande potencial de controle dessa invasora, corroborando os dados desse trabalho.

A erva de Santa Luzia apresentou maiores taxas de cobertura no tratamento vegetação espontânea, seguido do solo exposto, que não diferiu dos demais tratamentos. Estes resultados divergem dos apresentados na Tabela 10, evidenciando que a densidade de invasoras discrimina melhor a influência dos tratamentos.

A erva quente e o grupo outra espécies apresentaram maiores taxas de cobertura no tratamento vegetação espontânea, contrastando com as menores taxas verificadas nas outras plantas de cobertura, especialmente com a mucuna preta.

A trapoeraba (*Commelina benghalensis*), com hábito de crescimento rasteiro, apresentou taxa de cobertura pouco expressiva, provavelmente, associada à baixa densidade de ocorrência. Segundo Pereira & Velini (2003) a trapoeraba foi detectada somente no primeiro e no segundo ano, dos quatro anos de experimento no município de Chapadão do Céu - GO.

A taxa de cobertura por plantas invasoras encontra-se ilustrada na Figura 6, onde se observa que no tratamento com vegetação espontânea, ocorreram as maiores taxas de cobertura por invasoras, com destaque individual para guanxuma, grupo outras espécies, erva quente e erva de Santa Luzia. Estas últimas, apresentam percentuais de cobertura que provavelmente estão relacionados com o hábito de crescimento rasteiro, conferindo maior capacidade de cobertura a estas espécies.

No tratamento solo exposto, também ocorreu elevadas taxas de cobertura por invasoras, com destaque individual para o capim colchão, que apresentou nesse tratamento taxas de cobertura superiores aos demais.

As menores taxas de cobertura do solo por invasoras ocorreram na palhada da mucuna preta, seguida do guandu anão e feijão de porco, contrapondo-se as elevadas taxas de cobertura por invasoras observadas na palhada de vegetação espontânea. Estes resultados concordam com os obtidos por Favero et al. (2001), os quais observaram nos tratamentos com

leguminosas, que as percentagens de cobertura das plantas invasoras foram menores que nos demais tratamentos.

#### 4.4. Alterações nos atributos químicos do solo.

Foram observadas alterações significativamente diferenciadas (Tabela 12) nos atributos químicos provocadas pelo uso de resíduos vegetais para cobertura do solo no plantio direto.

Os resultados das determinações de pH, matéria orgânica e fósforo encontram-se na Tabela 13, onde se observa que na camada superficial (0-5cm), o pH foi maior no solo com resíduos da vegetação espontânea, no entanto, diferiu estatisticamente apenas dos valores observados no solo exposto. Nas demais profundidades, não houve influência dos resíduos vegetais. De acordo com Pavinato & Rosolem (2008) a adição de resíduos vegetais resulta na elevação do pH por promover a complexação de H e Al com compostos do resíduo vegetal, deixando Ca, Mg e K mais livres na solução do solo, o que pode ocasionar aumento na saturação da CTC por esses cátions de reação básica. A acidificação em solos com adição de resíduos vegetais, geralmente, está associada ao uso de fertilizantes nitrogenados, extração de cátions básicos e exportação pelos produtos de colheita (FRANCHINI et al., 2000; LOPES et al., 2004 e LANGE et al., 2006).

O aporte de resíduos na superfície do solo, resultou em maiores teores de matéria orgânica até 10cm de profundidade. Apesar do conteúdo de matéria orgânica não diferir no solo coberto com diferentes coberturas, apresenta nas camadas 0-5 e 5-10cm, maiores teores que o solo exposto. Estes resultados, corroboram os registros de Ciotta et al (2003); Falleiro et al (2003) e Santos & Tomm (2003). O acúmulo de matéria orgânica nas camadas superficiais do solo é função do aporte de fitomassa e de diversos fatores associados à redução da taxa de mineralização da matéria orgânica, dentre eles a preservação da estrutura do solo, que protege fisicamente frações da matéria orgânica contra o ataque microbiano, e a redução da amplitude de temperatura no solo, que determina menor atividade biológica (LOPES et al., 2004 e CANTARELLA et al., 2005). Segundo Muzilli (2002) esse acúmulo de matéria orgânica favorece a agregação de partículas, contribuindo para melhoria da porosidade, beneficiando a aeração, infiltração e armazenamento de água no solo. Nos principais solos agrícolas da região tropical, a matéria orgânica é responsável por mais de 70% da CTC- dependente de pH. Aumentos nos valores desse atributo beneficiam a adsorção de cátions trocáveis (Ca, Mg e K), aumenta a saturação por bases no complexo coloidal e melhora a disponibilidade de fósforo (MUZILLI, 2002 e LOPES et al., 2004).

**Tabela 12 - Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos atributos químicos em diferentes camadas do solo.**

Atributos	0 - 5 cm			5 - 10 cm			10 - 20 cm		
	Blocos	Cobert.	Res.	Blocos	Cobert.	Res.	Blocos	Cobert.	Res.
pH	0,06*	3,15*	0,02	0,04 ns	0,05 ns	0,05 ns	0,03 ns	0,05 ns	0,06
MOS	330,55**	7,82**	12,48	343,74	95,92**	19,13	135,66**	17,90 ns	12,61
P	0,27 ns	2,27**	0,55	0,16 ns	0,83**	0,19	0,06 ns	0,18*	0,05
K	0,001 ns	3,36**	0,003	0,001 ns	0,006**	0,002	0,001 ns	4,72**	0,001
Ca	0,52*	1,02**	0,13	0,24 ns	1,08**	0,13	2,10 ns	0,57*	0,20
Mg	0,04 ns	3,54**	0,05	0,02 ns	0,02 ns	0,03	0,02 ns	0,07 ns	0,04
V	2224,99**	94,90**	24,61	2007,21**	1,73 ns	22,9	61,98**	40,53 ns	43,33
H + Al	105,51**	2,20 ns	0,78	102,00**	1,18 ns	0,74	123,14*	0,30 ns	1,60
CTC	95,37**	2,17*	0,72	97,69**	2,76 *	1,01	111,13**	0,24 ns	1,69

ns - não significativo, \*\* e \* significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

**Tabela 13 - pH em água e teores de matéria orgânica e fósforo do solo em três profundidades de amostragens e diferentes coberturas.**

Coberturas	pH (água)			MOS (g dm <sup>-3</sup> )			P (mg dm <sup>-3</sup> )		
	0 a 5	5 a 10	10 a 20	0 a 5	5 a 10	10 a 20	0 a 5	5 a 10	10 a 20
Mucuna preta	6,3 ab	6,2 a	6,2 a	73,0 a	70,2 a	56,0 a	5,2 a	2,6 ab	1,1 ab
Guandu anão	6,2 ab	6,0 a	6,1 a	67,7 a	66,0 a	53,5 a	3,5 ab	2,2 ab	1,2 ab
Feijão de porco	6,3 ab	6,0 a	6,0 a	66,2 a	65,5 a	52,5 a	5,1 a	2,4 ab	1,1 ab
Crotalaria juncea	6,2 ab	6,1 a	6,0 a	67,2 a	63,5 ab	53,2 a	4,0 ab	2,0 ab	1,0 ab
Coquetel	6,2 ab	5,9 a	5,9 a	69,5 a	67,0 a	55,0 a	3,9 ab	2,5 ab	0,9 ab
Milheto	6,2 ab	6,1 a	6,0 a	69,7 a	64,7a	54,5 a	4,8 ab	2,3 ab	1,2 ab
Sorgo granífero	6,3 ab	6,2 a	6,2 a	72,7 a	68,5 a	56,5 a	5,1 a	3,2 a	1,5 a
V. espontânea	6,4 a	6,2 a	6,1 a	68,0 a	64,0 ab	55,0 a	4,8 ab	2,0 b	1,2 ab
Solo exposto	6,1 b	5,9 a	6,0 a	56,2 b	53,5 b	49,5 a	3,1 b	1,5 b	0,8 b
Média	6,3	6,1	6,1	68,0	65,0	54,0	4,4	2,3	1,1
CV (%)	2,1	3,6	4,2	5,2	6,7	6,6	17,0	18,9	20,7

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Em todas as profundidades, o solo coberto apresentou em relação ao solo exposto os maiores teores de fósforo, evidenciando a influência do aporte de resíduos vegetais nos teores desse nutriente. Contudo, não houve diferenças nos teores de fósforo do solo coberto com diferentes resíduos vegetais, apesar de maiores teores serem observados na camada 0-5cm do solo com mucuna preta, feijão de porco e sorgo granífero. De acordo com Franchini et al. (2001) e Pavinato & Rosolem (2008) é normal a ocorrência de aumentos na disponibilidade de fósforo no solo com a adição de resíduos vegetais, tanto pelo fósforo contido nos resíduos, como por redução da capacidade de adsorção dos colóides, devido a competição de compostos orgânicos liberados pela decomposição dos resíduos. Contudo, a baixa mobilidade do nutriente e o não revolvimento do solo, também, contribuem para o acúmulo na camada superficial do perfil cultural do solo (MUZILLI, 2002).

Os teores de bases (K, Ca e Mg) encontram-se na Tabela 14. Em relação ao potássio, se verifica que o solo com milheto apresentou os maiores teores na camada 0-5cm, diferindo do solo com guandu anão, feijão de porco e solo exposto. Nas camadas 5-10 e 10-20cm, o solo com resíduos de sorgo granífero e mucuna preta apresentou os maiores teores de potássio, diferindo do solo com resíduos de guandu e solo exposto (5-10 e 10-20cm), feijão de porco (5-10cm) e coquetel de espécies (10-20cm). Estes resultados são coerentes com os conteúdos acumulados de potássio pelas plantas de cobertura (Tabelas 5). Ao avaliar espécies na recuperação de solo degradado, Alcântara et al. (2000) observaram que em todas as profundidades o teor de potássio foi superior no solo com guandu, seguido da crotalária. Segundo os autores, a maior capacidade de reciclagem e mobilização de nutrientes dessas leguminosas está associada às maiores quantidades na biomassa. De acordo com Almeida et al. (2008) os resíduos vegetais contêm nutrientes em formas orgânicas lábeis, que podem se tornar disponíveis mediante mineralização.

Os teores de cálcio no solo coberto com resíduos são maiores que no solo exposto. Contudo, não houve diferenças nos teores de cálcio no solo com diferentes resíduos vegetais. Quanto ao magnésio, apenas na camada 0-5cm, os teores no solo com resíduos vegetais foram superiores ao do solo exposto, com destaque para a crotalária juncea que apresentou teores de magnésio superiores ao do solo com resíduos de guandu anão, feijão de porco e solo exposto. Os maiores teores de Mg no solo com crotalária, provavelmente estão associados com sua maior capacidade de extração e acúmulo desse nutriente (Tabelas 4 e 5).

Encontram-se na Tabela 15, os resultados dos atributos saturação por bases (V), acidez potencial (H<sup>+</sup> Al) e capacidade de troca de cátions (CTC a pH 7,0). Na camada 0-5cm, o maior valor de saturação por bases ocorre no solo com sorgo granífero, que difere dos

**Tabela 14 - Teores de potássio, cálcio e magnésio do solo em três profundidades de amostragens e diferentes coberturas.**

Coberturas	K (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )			Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )			Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )		
	0 - 5	5 a 10	10 a 20	0 a 5	5 a 10	10 a 20	0 a 5	5 a 10	10 a 20
Mucuna preta	0,40 ab	0,25 a	0,16 a	5,4 a	5,4 a	4,8 a	1,5 ab	1,4 a	1,1 a
Guandu anão	0,28 b	0,15 b	0,09 c	4,8 ab	4,9 ab	4,7 ab	1,2 b	1,3 a	0,9 a
Feijão de porco	0,29 b	0,17 b	0,11 abc	4,7 ab	4,8 a	4,4 ab	1,4 ab	1,3 a	1,1 a
Crotalária juncea	0,41 ab	0,24 ab	0,11 abc	4,6 ab	4,7 a	4,5 ab	1,8 a	1,3 a	1,2 a
Coquetel	0,39 ab	0,20 ab	0,10 bc	4,6 ab	4,7 a	4,4 ab	1,5 ab	1,2 a	1,1 a
Milheto	0,46 a	0,21 ab	0,11 abc	4,7 ab	4,7 a	4,5 ab	1,4 ab	1,5 a	1,1 a
Sorgo granífero	0,40 ab	0,25 a	0,16 a	5,2 ab	5,0 a	4,9 a	1,5 ab	1,3 a	0,9 a
V. espontânea	0,39 ab	0,23 ab	0,13 abc	4,7 ab	4,7 a	4,8 a	1,4 ab	1,4 a	1,1 a
Solo exposto	0,28 b	0,16 b	0,10 bc	3,6 b	3,5 b	3,6 b	1,1 b	1,4 a	1,3 a
Média	0,37	0,21	0,12	4,7	4,7	4,5	1,4	1,3	1,1
CV (%)	15,8	19,9	16,4	7,6	7,7	10,0	14,9	12,9	18,9

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 15 - Saturação por bases (V), acidez potencial (H+Al) e capacidade de troca de cátions (CTC) do solo em três profundidades de amostragens e diferentes coberturas.**

Coberturas	V (%)			H+ Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )			CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )		
	0 a 5	5 a 10	10 a 20	0 a 5	5 a 10	10 a 20	0 a 5	5 a 10	10 a 20
Mucuna preta	63,7 ab	60,5 a	57,5 a	5,4 a	5,1 a	5,0 a	11,90 a	12,82 a	11,15 a
Guandu anão	55,0 b	55,0 a	55,0 a	6,0 a	5,9 a	5,2 a	12,31 a	12,19 a	10,87 a
Feijão de porco	58,0 ab	56,0 a	54,7 a	5,6 a	5,6 a	5,5 a	11,64 ab	11,82 ab	11,11 a
Crotalária juncea	57,2 ab	56,7 a	56,0 a	5,6 a	5,4 a	5,5 a	11,76 ab	11,59 ab	11,20 a
Coquetel	58,7 ab	56,2 a	54,5 a	6,0 a	5,4 a	5,3 a	12,41 a	11,52 ab	10,93 a
Milheto	62,0 ab	62,0 a	59,5 a	5,0 a	4,7 a	4,7 a	11,61 ab	11,08 ab	10,46 a
Sorgo granífero	67,5 a	64,0 a	59,7 a	4,9 a	4,7 a	4,8 a	11,08 ab	10,77 ab	10,83 a
V. espontânea	63,2 ab	59,2 a	63,7 a	5,3 a	5,1 a	4,9 a	11,81 ab	10,70 ab	11,01 a
Solo exposto	53,5 b	55,5 a	54,2 a	4,9 a	4,5 a	5,1 a	9,95 c	9,55 b	10,26 a
Média	59,9	58,4	57,3	5,4	5,1	5,1	11,61	11,26	10,87
CV (%)	8,3	8,2	11,5	17,4	24,6	24,5	7,3	8,9	11,9

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

valores encontrados no solo com guandu anão e no solo exposto. Estes resultados, refletem o acúmulo de bases na camada superficial promovido pelo aporte de resíduos vegetais (Tabela 14), e concordam com o relato de Pavinato & Rosolem (2008) sobre o aumento da saturação de cátions básicos com a adição de resíduos vegetais. Nas demais camadas, não houve diferenças nos valores de saturação por bases.

A acidez potencial do solo ( $H^+ Al$ ) não foi influenciada pelo aporte de resíduos vegetais. Apesar da alta variabilidade dos dados, os resultados indicam que não houve geração de cargas dependentes de pH, contrariando os registros de Roscoe et al. (2006) e Bayer & Mielniczuk (1999), o que pode estar associado ao fato do plantio direto não estar, ainda, consolidado.

O solo coberto com resíduos vegetais apresenta maior CTC que o solo exposto até 10cm de profundidade, com destaque para o coquetel de espécies, guandu anão e mucuna preta na camada 0-5cm. Na camada 5-10cm, o solo com mucuna preta e guandu anão apresentou os maiores valores de CTC, mas não houve diferenças entre os resíduos vegetais, diferindo apenas do solo exposto. Considerando a semelhança estatística nos valores de  $H^+Al$  e o acúmulo de bases refletido nos valores de saturação por bases, depreende-se que o aumento da CTC no solo com resíduos vegetais, em relação ao solo exposto, está associado à mobilização de nutrientes (bases) pelas plantas de cobertura, apesar da existência de perdas de bases com o tempo de cultivo, por lixiviação e exportação nos produtos de colheita.

#### 4.5. Estado nutricional, características agronômicas e produção de milho verde e de grãos.

Encontra-se na Tabela 16, o resumo da análise de variância da produção de fitomassa, teores e nutrientes acumulados na parte aérea do milho safrinha. Verifica-se diferenças entre as coberturas de solo, que apresentaram efeito significativo na produção de massa seca, teores de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e nas quantidades acumuladas de nitrogênio, fósforo e potássio. Verifica-se, também, que não houve diferenças entre as coberturas para os teores de cálcio e magnésio.

As médias de produção de fitomassa, teores e nutrientes acumulados encontram-se na Tabela 17, onde pode ser observado que a produção de massa seca da parte aérea do milho variou de 4,34 a 6,24 t ha<sup>-1</sup>, com destaque para a produção na cobertura com vegetação espontânea seguida do coquetel, que diferiram dos demais tratamentos. As menores produções de massa seca, inferior a 5 t ha<sup>-1</sup>, foram obtidas no solo exposto e nas coberturas de milho, sorgo e guandu anão. Produções de 12,05 e 9,02 t ha<sup>-1</sup>, foram obtidas, respectivamente, por Oliveira et al. (2003) e Guimarães et al. (2006). A divergência de valores na produção de fitomassa, provavelmente, está associada a ausência de adubação de plantio e de cobertura verificada neste trabalho, à época de plantio (março/safrinha), à cultivar, à população de plantas e às condições edafoclimáticas dos locais dos experimentos. Outro fator que pode ter influenciado são as baixas quantidades de nitrogênio acumuladas pelas plantas de cobertura do solo no ano 2006/07 (Tabela 5), que provavelmente, foram insuficientes e/ou assíncrono no suprimento da demanda do milho, refletindo na absorção de outros nutrientes e na produção de fitomassa. No trabalho de Oliveira et al. (2003) não foi observado diferenças na produção de fitomassa do milho entre os tratamentos, enquanto no de Guimarães et al. (2006) a maior produção de massa seca de milho foi obtida quando cultivado na palhada de mucuna preta (10,28 t ha<sup>-1</sup>) e milho (7,95 t ha<sup>-1</sup>). Avaliando os efeitos de plantas de coberturas sobre o feijoeiro em Lavras - MG, Oliveira et al. (2002), registraram maior produção de massa seca quando o feijoeiro foi cultivado na palhada do milho, entretanto, diferiu apenas do consórcio sorgo + mucuna preta.

A produção média é semelhante ao valor 5 t ha<sup>-1</sup>, considerado por Hernani & Salton (2001) como referência para obtenção de uma boa cobertura do solo, que é no mínimo 80% de cobertura. Entretanto é inferior às 6 t ha<sup>-1</sup> citadas por Alvarenga et al. (2001), como sendo a quantidade mínima ideal de adição de massa seca em um sistema de rotação de culturas do solo em sistema plantio direto. Contudo, outros autores citados por Oliveira et al. (2003) observaram que o aporte deve ser maior (10 a 12 t ha<sup>-1</sup>). Porém, considerando que a

**Tabela 16 - Resumo da análise de variância (quadrados médios) de massa seca, teores e nutrientes acumulados na parte aérea do milho safrinha.**

Fontes de variação	MS	Teores de nutrientes						Nutrientes acumulados		
		N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K
Blocos	0,39 ns	3,69 *	0,03 ns	1,70 ns	0,71 *	0,29 ns	0,05 *	285,26 **	1,16 ns	36,57 ns
Coberturas	1,44**	4,03**	0,27**	5,28**	0,09 ns	0,12 ns	0,02**	460,75**	9,55**	373,61**
Resíduo	0,11	0,83	0,03	1,67	0,12	0,18	0,01	40,53	0,90	61,95

ns - não significativo, \*\* e \* significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

**Tabela 17 - Produção de massa seca ( $t\ ha^{-1}$ ), teores ( $g\ kg^{-1}$ ) e nutrientes acumulados ( $kg\ ha^{-1}$ ) na parte aérea do milho safrinha.**

Coberturas	Massa seca	Teores de nutrientes						Nutrientes acumulados		
		N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K
Mucuna preta	5,25 bc	13,29 a	1,59 a	10,55 a	3,06 a	2,57 a	0,88 a	69,88 ab	8,39 a	55,87 a
Guandu anão	4,63 cd	10,44 b	0,78 c	6,70 b	2,86 a	2,76 a	0,69 a	48,33 c	3,67 c	31,03 c
Feijão de porco	5,20 bc	11,99 ab	1,03 bc	8,90 ab	2,85 a	2,66 a	0,70 a	62,49 abc	5,40 bc	46,47 abc
Crotalária juncea	5,05 bcd	11,11 ab	0,83 c	8,45 ab	2,67 a	2,46 a	0,80 a	56,29 bc	4,31 bc	42,67 abc
Coquetel	5,74 ab	11,79 ab	0,98 bc	9,05 ab	2,71 a	2,42 a	0,83 a	68,31 ab	5,53 bc	51,78 ab
Milheto	4,34 d	11,11 ab	0,86 c	7,40 b	2,98 a	2,56 a	0,85 a	48,32 c	3,66 c	31,97 c
Sorgo granífero	4,76 cd	10,00 b	1,31 ab	8,70 ab	2,92 a	2,93 a	0,85 a	48,05 c	5,91 bc	41,71 abc
V. espontânea	6,23 a	11,94 ab	1,06 bc	8,85 ab	2,74 a	2,41 a	0,89 a	74,77 a	6,49 ab	54,93 a
Solo exposto	4,61 cd	10,58 b	0,93 bc	7,30 b	2,62 a	2,54 a	0,89 a	48,81 c	4,13 c	33,79 bc
Média	5,09	11,63	1,04	8,43	2,82	2,59	0,82	58,36	5,28	43,37
CV (%)	6,5	7,8	16,6	15,3	12,3	16,4	12,2	10,9	18,0	18,1

Médias seguidas da mesma letra, não diferem, estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.



produção de massa seca do milho safrinha será acrescida aos resíduos remanescentes das plantas de cobertura de pré-safra (antecessoras), admite-se que os resíduos aportados podem viabilizar o esquema de rotação onde se insere.

Do ponto de vista nutricional, a planta de milho é considerada exigente, e a absorção aumenta com o acréscimo da produtividade da cultura do milho (VASCONCELLOS et al., 1983). O nitrogênio foi o nutriente absorvido em maior quantidade, seguido do potássio, cálcio, magnésio, fósforo e enxofre (Tabela 17). Esta ordem decrescente é semelhante à indicada por Vasconcellos et al. (1983) diferindo com relação ao fósforo, que foi absorvido em menores quantidades que o cálcio e magnésio.

O teor de nitrogênio verificado na parte aérea do milho safrinha foi maior na cobertura com mucuna preta, seguida do feijão de porco, coquetel, crotalaria juncea, milheto e a vegetação espontânea, que diferiram estatisticamente do guandu anão, sorgo granífero e solo exposto (Tabela 17). Silva et al. (2008) verificaram que a crotalaria proporcionou maior absorção de nitrogênio pelo milho, quando comparada ao milheto, sugerindo que essa leguminosa promoveu efeito sinérgico à absorção de nitrogênio pelo milho. Tal fato, provavelmente, deveu-se à menor relação C/N, aliada à rápida decomposição/mineralização do nitrogênio pelos microrganismos que estimulam e regularizam a absorção desse nutriente pelo milho (AMADO et al., 2000).

O teor médio de nitrogênio na parte aérea do milho (Tabela 17) foi superior aos  $10 \text{ g kg}^{-1}$  encontrados por Wisniewski & Holtz (1997) na palhada do milho utilizada para plantio direto. Verifica-se também, que os teores de nitrogênio de todos os tratamentos foram inferiores àqueles considerados adequados para a cultura do milho, isto é, 27,5 a  $32,5 \text{ g kg}^{-1}$ . Porém, este valor considera somente os teores contidos na folha com a idade de nove semanas após a emergência (BULL, 1993). Estes resultados podem ser atribuídos à redistribuição do nitrogênio e/ou falta de sincronia entre a liberação do nutriente e a demanda do milho e perdas de nitrogênio por lixiviação.

O baixo teor de nitrogênio encontrado no milho cultivado na palhada do sorgo granífero, provavelmente está associado às baixas quantidades de nitrogênio acumuladas por esta gramínea. De acordo com Muraoka et al., (2002) o baixo aproveitamento de nitrogênio das gramíneas pode ser atribuído, principalmente, à lenta liberação do nitrogênio que apresentam maior relação C/N e padrão gradual de mineralização. Esse fato é favorecido ainda pela disposição dos resíduos na superfície do solo no plantio direto (LARA CABEZAS et al., 2004). A redução na quantidade de nitrogênio acumulada nos estádios finais da cultura,

também, pode ter como causa a ocorrência de perdas gasosas de  $\text{NH}_3$  através das folhas pelo aumento da proteólise durante a senescência (FARQUHAR et al., 1979).

O milho cultivado na palhada da mucuna preta e do sorgo granífero apresentou maiores teores de fósforo, enquanto na palhada do guandu anão, milho e crotalária ocorreram os menores teores (Tabela 17). Silva et al. (2008) constataram teores superiores no milho cultivado na palhada de crotalária ( $1,1 \text{ g kg}^{-1}$ ) e teores inferiores quando cultivado na palhada do milho ( $0,7 \text{ g kg}^{-1}$ ). De acordo com Bull (1993) o fósforo é exportado para os grãos quase que na sua totalidade. Portanto, os baixos valores encontrados, provavelmente, associam-se à redistribuição de fósforo para os grãos, considerando que a avaliação foi realizada aos dias, por ocasião da colheita das espigas.

O maior teor potássio foi encontrado na parte aérea do milho safrinha cultivado na palhada da mucuna preta e os menores teores foram observados no milho cultivado na palhada do guandu anão, solo exposto e milho (Tabela 17). Silva et al. (2008) encontraram teores de  $17,7 \text{ g kg}^{-1}$  no milho cultivado na palhada da crotalária e de  $15,9 \text{ g kg}^{-1}$  quando cultivado na palhada do milho, sendo superiores aos valores obtidos neste trabalho. Provavelmente, os teores existentes no solo e os contidos nas coberturas foram insuficientes para atender a demanda do milho, ou falta de sincronia entre a liberação do nutriente e a demanda do milho.

Vasconcellos et al., (1983) afirmam que no final do ciclo de desenvolvimento as plantas de milho se apresentam com apenas a metade da quantidade máxima de potássio extraído, indicando perda do nutriente devido, provavelmente, à lavagem do íon e à degenerescência de células e tecidos.

Para os teores de cálcio, magnésio e enxofre na parte aérea do milho safrinha não foram verificadas diferenças significativas. Os teores médios obtidos pelo cálcio e magnésio na parte aérea do milho safrinha (Tabela 17) foram superiores aos encontrados por Maggio (2006) no sistema convencional, respectivamente de  $1,65 \text{ g kg}^{-1}$  e  $1,23 \text{ g kg}^{-1}$ . Já o teor de enxofre foi inferior ao encontrado  $1,23 \text{ g kg}^{-1}$  pelo autor supracitado. Os teores de cálcio e de magnésio inserem-se nas faixas de teores foliares considerados adequados por Bull (1993), respectivamente de  $2,3-4,0 \text{ g kg}^{-1}$  e  $1,5-4,0 \text{ g kg}^{-1}$ , enquanto o teor de enxofre é inferior ( $1,5-2,1 \text{ g kg}^{-1}$ ). Provavelmente, os teores de cálcio e magnésio estão associados aos altos teores destes nutrientes no solo e o baixo teor de enxofre pode ser associado à redistribuição para os grãos.

As quantidades de nitrogênio acumuladas na parte aérea do milho safrinha (Tabela 17), foram maiores quando cultivado na palhada da vegetação espontânea, mucuna preta e

coquetel, enquanto os menores teores foram encontrados quando cultivado na palhada do sorgo granífero, milheto, guandu anão e no solo exposto. Os valores são inferiores aos obtidos por Bertin et al., (2005) no milho cultivado após o pousio ( $181,9 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e na palhada do milheto ( $144,2 \text{ kg ha}^{-1}$ ). O maior acúmulo de nitrogênio no milho cultivado nas palhadas da vegetação espontânea e coquetel podem ser atribuídos ao fato do consórcio entre gramíneas e leguminosas combinarem capacidade de absorção do N disponível no solo com a fixação biológica do nitrogênio (FBN). Ressalta-se que na vegetação espontânea houve ocorrência da leguminosa *Indigófera hirsuta* (Anileira). O menor acúmulo de nitrogênio no milho cultivado na palhada de gramíneas, provavelmente, associa-se à decomposição mais lenta do material, influenciada pelos maiores valores de relação C/N.

As quantidades acumuladas de fósforo na parte aérea do milho safrinha foram maiores quando cultivado na palhada da mucuna preta e vegetação espontânea, enquanto as menores quantidades acumuladas pelo milho foram na palhada de milheto, guandu anão e no solo exposto (Tabela 17). A quantidade média acumulada de fósforo foi inferior aos  $7,0 \text{ kg ha}^{-1}$  encontrados por Vasconcellos et al. (1998) aos 99 dias após emergência, na parte aérea do milho cv BR 106, cultivada em sistema convencional.

As quantidades acumuladas de potássio acumuladas na parte aérea do milho safrinha foram maiores quando cultivado na palhada da mucuna preta e vegetação espontânea, diferindo das quantidades acumuladas quando cultivado na palhada de guandu anão e milheto (Tabela 17). A quantidade média acumulada de K foi inferior aos  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  encontrados por Vasconcellos et al. (1998). As menores quantidades acumuladas observadas neste trabalho, provavelmente, estão associadas à redistribuição de K para os grãos, ou mesmo, pela perda por lixiviação para o solo, provocada pela água de chuva.

Encontra-se na Tabela 18, o resumo da análise de variância do comprimento, diâmetro, número e peso de espigas de milho verde, assim como da produção de grãos de milho safrinha. Com exceção do diâmetro de espigas comerciais, verificam-se diferenças significativas entre as coberturas de solo para todas as variáveis, cujas médias encontram-se na Tabela 19.

O comprimento de espigas comerciais de milho verde foi maior nas coberturas do coquetel, crotalária e mucuna preta, diferindo apenas do solo exposto, que apresentou o menor comprimento de espiga, inferior ao padrão comercial de 15 cm. Da mesma forma, o comprimento médio das espigas nas coberturas vegetação espontâneas, sorgo e guandu não atingiram o padrão comercial. Com relação ao diâmetro das espigas, em todas as coberturas foram obtidos diâmetros superiores ao padrão comercial de 3 cm, porém não houve diferenças

**Tabela 18 - Resumo da análise de variância (quadrados médios) de comprimento, diâmetro, número, peso de espiga e peso de grãos de milho.**

Fontes de Variação	Comprimento Espiga	Diâmetro Espiga	Número Espiga	Peso Espiga	Peso Grãos
Blocos	0,45 ns	0,21 ns	4378215,16 ns	0,24 ns	214512,04 ns
Coberturas	2,14*	0,22 ns	37250821,33**	5,61**	1333616,31**
Resíduos	0,50	0,10	5478061,96	0,175	178475,83

ns - não significativo, \*\* e \* significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

**Tabela 19 - Características agronômicas e produção comercial de milho verde e de grãos em diferentes coberturas de solo.**

Coberturas	Milho verde				Grãos (Kg ha <sup>-1</sup> )
	Comp. (cm)	Diâmetro (cm)	Espigas (ud ha <sup>-1</sup> )	Espigas peso(t ha <sup>-1</sup> )	
Mucuna preta	15,7 a	4,3 a	57547 ab	10,0 ab	5182 a
Guandu anão	14,1 ab	4,0 a	43653 d	6,9 d	4052 bc
Feijão de porco	15,2 ab	4,4 a	53126 bc	9,8 abc	4802 ab
Crotalária juncea	15,8 a	4,4 a	58031 ab	10,3 ab	5098 a
Coquetel	15,8 a	4,5 a	60720 a	11,1 a	5178 a
Milheto	15,4 ab	4,4 a	55303 abc	9,6 bc	4789 ab
Sorgo granífero	14,6 ab	4,3 a	54938 bc	10,3 ab	4392 ab
V. Espontânea	14,8 ab	4,3 a	50783 c	8,5 c	4682 ab
Solo exposto	13,6 b	3,8 a	28826 e	4,0 e	3145 c
Média	15,0	4,3	51431	8,9	4592
CV (%)	4,7	7,2	4,6	4,7	9,2

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

entre os tratamentos. As médias encontradas para comprimento e diâmetro, são inferiores às registradas por Oliveira et al. (2003) que foram, respectivamente de 16, 78 e 4,69 cm. Estas características agronômicas, também foram avaliadas por Nunes et al. (2006) que encontraram diferenças estatísticas entre os tratamentos. Entretanto, Oliveira et al. (2003) verificaram que o diâmetro de espigas foi menor no consórcio milho com feijão de porco (4,60 cm), diferindo do milho cultivado em cultivo exclusivo (4,76 cm) e do consorciado com mucuna preta (4,71 cm), com relação ao comprimento de espigas não encontraram diferenças estatísticas entre os tratamentos.

O número de espigas comerciais de milho verde, foi maior na cobertura do coquetel, seguido da crotalária e mucuna preta, diferindo dos demais tratamentos. Em contraposição o menor número de espigas foi obtido no milho cultivado em solo exposto e nas palhadas do guandu e de vegetação espontânea. Com relação ao peso de espigas comerciais, o milho cultivado na palhada do coquetel apresentou a maior média, seguida da crotalária, sorgo e mucuna, enquanto o solo exposto apresentou a menor média, diferindo dos demais tratamentos. Para estas características agronômicas, Oliveira et al. (2003) não encontraram diferenças entre os tratamentos, que apresentaram média de 55.729 unidades e 14,23 t ha<sup>-1</sup> para número e peso de espigas, respectivamente. Em Diamantina – MG, Nunes et al. (2006) também não verificaram influência nas características agronômicas do feijoeiro cultivado na palhada de várias espécies de cobertura. Resultados semelhantes foram obtidos por Carvalho et al. (2004 a) em Selvíria – MS, onde as características agronômicas da soja na palhada de mucuna preta, guandu, milheto, crotalária e vegetação espontânea (pousio) não foram influenciadas pelas espécies de adubos verdes. Por outro lado, Oliveira et al. (2002) verificaram que várias características agronômicas do feijoeiro em plantio direto, foram influenciadas por plantas de cobertura em cultivo exclusivo e consorciado.

No milho safrinha a produção de grãos foi maior nas palhadas de mucuna preta, coquetel e crotalária, diferindo apenas do solo exposto e do guandu, que apresentaram as menores médias de produção. Resultados semelhantes foram obtidos por Guimarães et al. (2006) em Selvíria – MS, onde o milho semeado na palha da mucuna preta, apresentou a maior produtividade de grãos (8.896 kg ha<sup>-1</sup>). Os piores desempenhos foram observados no milho sobre braquiária e milho sobre pousio (vegetação espontânea). Entretanto, Martins & Rosa Junior (2005) não encontraram diferenças no rendimento do milho cultivado em plantio direto nas palhadas de diversas espécies em Dourados- MS. Apenas a altura de inserção da primeira espiga foi influenciada. A produção de grãos variou de 3.655 a 4.017 kg ha<sup>-1</sup>, sendo inferior às obtidas neste trabalho. Muraishi et al. (2005) desenvolveram trabalho semelhante

em Selvíria – MS com outras espécies e registraram menor rendimento de grãos para o milho em plantio direto na palhada do sorgo ( $4.764 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Os autores, atribuíram esse resultado à liberação de substâncias alelopáticas dos resíduos do sorgo durante sua decomposição. Por outro lado, Nunes et al. (2003) concluíram que a palha do sorgo localizada na superfície do solo independente da quantidade aplicada, não trás efeitos deletéricos ao milho. Carvalho et al. (2007) registraram maior produção de milho verde quando cultivado em sucessão a crotalária ( $11.534 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e a menor produção quando em sucessão ao sorgo ( $5.623 \text{ kg ha}^{-1}$ ). No feijoeiro em plantio direto com palhadas de diversas espécies, Nunes et al. (2006) registraram maiores rendimentos de grãos após gramíneas e menores quando em sucessão a leguminosas.

O emprego das plantas de coberturas de solo em pré-cultivo ao milho safrinha, influencia a produção de fitomassa, o comprimento, número e peso de espigas comerciais de milho verde, bem como, o rendimento de grãos. A produção de milho verde é menor quando cultivado em plantio direto com palhadas de milheto, sorgo, vegetação espontânea, guandu e no solo exposto. As maiores produções são obtidas quando cultivado nas palhadas de mucuna, crotalária e coquetel, que conferem também as maiores produtividades de grãos, enquanto as menores verificam-se no milho cultivado em solo exposto e na palhada do guandu. Entretanto, a magnitude dos valores de produtividade sugere que as mesmas foram limitadas pela disponibilidade de nutrientes. Depreende-se, portanto, que as quantidades acumuladas pelas plantas de cobertura e liberadas pela decomposição dos seus resíduos, são insuficientes para obtenção de altas produtividades.

#### 4.6. Produção e qualidade de fibras do algodão branco e colorido.

O resumo da análise de variância das características agrônômicas e de produtividade encontra-se na Tabela 20, onde se verifica que as coberturas de solo (palhadas), influenciaram significativamente todas as características avaliadas e, que as cultivares diferem quanto à altura de plantas, produtividade de algodão em caroço e de pluma, mas apresentam desempenho semelhante em relação ao peso do capulho e percentagem de fibras.

De acordo com as médias apresentadas na Tabela 21, a altura de plantas variou de 115,0 a 144,5 cm, com BRS ITAÚBA apresentando maior porte, porém, favorável a realização práticas culturais e colheita manual (FREIRE et al., 1997b). Para colheitas mecanizadas, Athayde & Lamas (1999) preconizam que a altura seja controlada para situar-se entre 120 e 130 cm, pela facilidade e melhoria no rendimento operacional. Na cultivar de algodão colorido, a palhada da mucuna preta propiciou a maior altura de plantas, diferindo das palhadas do guandu anão, coquetel, milheto, sorgo e vegetação espontânea. Na BRS ITAÚBA, a maior altura ocorreu na palhada da crotalária, diferindo da menor altura verificada na palhada do guandu anão. Estes resultados, diferem dos obtidos por Carvalho et al. (2004b) e Lamas (2007), que não identificaram influência de espécies de cobertura na altura do algodoeiro.

As coberturas de solo influenciaram o peso do capulho da cultivar BRS ITAÚBA, indicando que essa cultivar é mais responsiva às melhorias no ambiente que a CNPA AMT 19. Os valores obtidos para o peso do capulho caracterizam as cultivares como de capulhos médios, que favorecem a colheita manual (PENNA, 2006). A palhada do feijão de porco, proporcionou o maior peso de capulho, diferindo das demais coberturas e contrastando com o menor peso verificado no solo exposto. Estes resultados divergem dos obtidos por Corrêa & Sharma (2004), que não verificaram diferenças na altura e peso de capulhos, ao avaliarem diversos tipos de rotação.

Nas duas cultivares, as coberturas das espécies introduzidas propiciaram maior percentagem de fibra do que o solo exposto. Os valores percentuais obtidos com a BRS ITAÚBA são semelhantes aos utilizados (36,59) na sua descrição (FARIAS et al., 2001), porém inferior aos 40% estabelecidos como meta no programa de melhoramento (PENNA, 2006). A cultivar CNPA AMT 19 apresentou menor produtividade de algodão em caroço que a BRS ITAÚBA. De acordo com Carvalho & Santos (2003), algodoeiro de fibras coloridas apresentam potencial de rendimento e qualidade de fibras inferiores aos algodoeiros de fibras

**Tabela 20 - Resumo da análise de variância das características agrônômicas e produtividade de cultivares de algodoeiro cultivadas no sistema orgânico com plantio direto em diferentes coberturas de solo.**

Fontes de variação	Quadrados médios				
	Altura (cm)	Capulho (g)	Fibras (%)	Alg. caroço (Kg ha <sup>-1</sup> )	Alg. pluma (Kg ha <sup>-1</sup> )
Blocos	571,38**	0,09 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>	204429,37 <sup>ns</sup>	26434,49 <sup>ns</sup>
Coberturas (C)	438,47**	0,08*	11,75**	1108058,07**	224456,97**
Resíduo (a)	109,51	0,03	1,02	81458,31	13757,66
Cultivares (V)	1292,01**	0,02 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	32219040,22**	4210318,34**
Interação C x V	51,76**	0,72**	1,74*	273416,34**	37328,34**
Resíduo (b)	13,19	0,06	0,70	33963,03	5905,28
CV Parcelas (%)	8,05	2,81	2,77	8,13	9,15
CV Subparcelas (%)	2,79	3,94	2,30	5,25	6,00

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo a 5%, \*\* significativo a 1% pelo teste F



**Tabela 21 - Características agrônômicas e produtividades de cultivares de algodoeiro cultivadas no sistema orgânico com plantio direto em diferentes coberturas de solo.**

Coberturas	Altura (cm)	Capulho (g)	Fibra (%)	Alg. caroço (Kg ha <sup>-1</sup> )	Alg. pluma (Kg ha <sup>-1</sup> )
CNPA AMT 19					
Mucuna preta	142,25 a	6,35 a	37,72 a	3024,25 ab	1143,75 a
Guandu anão	115,50 b	6,20 a	37,30 a	2671,25 ab	996,25 ab
Feijão de porco	126,00 ab	6,30 a	37,75 a	3026,75 ab	1142,25 a
Crotalária juncea	132,75 ab	6,40 a	37,05 a	3217,00 a	1191,00 a
Coquetel	120,75 b	6,15 a	37,07 a	2874,50 ab	1066,75 ab
Milheto	118,50 b	6,22 a	36,85 a	2726,00 ab	1004,75 ab
Sorgo granífero	122,00 b	6,20 a	36,57 ab	2891,50 ab	1057,00 ab
Veg. espontânea	122,00 b	6,17 a	34,87 bc	2607,50 b	909,25 b
Solo exposto	132,75 ab	6,32 a	33,17 c	2552,25 b	849,00 b
Média	125,83 B	6,25 A	36,48 A	2843,44 B	1040,00 B
BRS ITAÚBA					
Mucuna preta	142,75 ab	6,22 bc	36,95 ab	4454,75 a	1647,00 a
Guandu anão	124,25 b	6,22 bc	36,92 ab	3812,50 b	1406,75 b
Feijão de porco	140,25 ab	6,75 a	36,52 ab	4905,25 a	1792,00 a
Crotalária juncea	144,50 a	6,32 bc	37,25 ab	4868,25 a	1801,00 a
Coquetel	132,75 ab	6,35 b	37,75 a	4699,00 a	1764,75 a
Milheto	126,00 ab	6,35 b	36,20 ab	3880,00 b	1414,25 b
Sorgo granífero	134,75 ab	6,40 b	36,07 ab	3790,75 b	1395,75 b
Veg. espontânea	130,50 ab	6,2 bc	35,75 bc	3591,25 b	1284,00 b
Solo exposto	133,00 ab	6,02 c	34,25 c	3630,25 b	1207,25 b
Média	134,30 A	6,32 A	36,40 A	4181,33 A	1523,61 A

\* Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

brancas e, que as diferenças estão associadas à intensidade dos trabalhos de melhoramento. Acrescenta-se, ainda, que a cultivar BRS ITAÚBA foi selecionada e indicada para plantio na região devido à sua adaptabilidade. Os valores de produtividade obtidos, assemelham-se aos apresentados (3524 a 4915 kg ha<sup>-1</sup>) por Zancanaro & Tessaro (2006) para o algodoeiro em plantio direto no Mato grosso e, aos de Fernandes et al. (2002) que registraram produtividades de até 4.325 kg ha<sup>-1</sup>, em áreas com mais de dez anos em plantio direto. São superiores às produtividades obtidas (1.456 a 2734 kg ha<sup>-1</sup>) por Carvalho et al. (2004b). A maior produtividade da CNPA AMT 19, foi obtida quando cultivada na palhada da crotalária, mas diferiu apenas do solo exposto e vegetação espontânea, enquanto na BRS ITAÚBA as maiores produtividades ocorreram nas palhadas do feijão de porco, crotalária, coquetel e mucuna preta, diferindo das outras coberturas.

Com relação à produção de algodão em pluma, semelhante ao observado para algodão em caroço, a cultivar de fibra marrom (CNPA AMT 19) apresentou menor produtividade. Nesta cultivar, as maiores produtividades de pluma ocorreram nas palhadas da crotalária, mucuna e feijão de porco. Estas coberturas, juntamente com a palhada do coquetel, proporcionaram maiores produtividades a BRS ITAÚBA. Os valores de produtividade de pluma observados para esta cultivar, assemelham-se aos obtidos por Lamas (2007) em Primavera do Leste – MT no ano 2004/05 (1636,7 a 1928,3 kg ha<sup>-1</sup>). Aproxima-se, também, do valor de 1725 kg ha<sup>-1</sup> estabelecido como meta do programa de melhoramento.

Em 2004, foi desenvolvido um projeto interinstitucional, em vários municípios de Mato Grosso com o algodão colorido BRS 200 Marrom cultivado no sistema convencional (250 ha). A produtividade nos plantios de janeiro foi de 2000 kg ha<sup>-1</sup> de algodão em caroço (FREIRE, 2004), correspondendo a 700 kg ha<sup>-1</sup> de algodão em pluma, valor inferior aos obtidos neste trabalho com a cultivar CNPA AMT 19 (marrom) no sistema orgânico com plantio direto. Foram identificados como entraves à continuidade do projeto os elevados custos de produção e dificuldades na comercialização, evidenciando a necessidade de aperfeiçoamento do sistema de produção e organização da cadeia produtiva, nos moldes de uma experiência semelhante em andamento no Nordeste brasileiro (FREIRE, 2004).

O custo variável de produção do algodão na safra 2008/09, estimado com base nos coeficientes técnicos da cultura (EMPAER-MT, 2004), foi de R\$ 2357,60 no sistema convencional (Tabela 25, Apêndice 3) e de R\$ 2936,60 e R\$ 3596,60 no sistema orgânico com algodão colorido (Tabela 26, Apêndice 3) e branco (Tabela 27, Apêndice 3), respectivamente. O valor do custo do sistema convencional é superior ao custo estimado por Richetti (2008) para a cultura do algodão na agricultura familiar de Itaquiraí-MS (R\$

1835,43), mas inferior aos valores de custos estimados pelo autor para a agricultura empresarial de Primavera do Leste-MT (R\$ 3766,23), Sorriso-MT (R\$ 3574,54), Sapezal-MT (R\$ 4364,60) e Campo Novo dos Parecís (R\$ 3578,54).

Em relação à agricultura empresarial, os custos de produção da agricultura familiar, apresentam menor participação de insumos (< 35%) no custo variável, contrapondo-se a uma maior participação (> 65%) das operações agrícolas (RICHETTI, 2009). Na agricultura familiar, o sistema orgânico apresenta valor de custo variável de produção de algodão superior ao do convencional, devido à maior demanda por mão de obra e aos preços dos insumos utilizados. Estes resultados corroboram as afirmações de Souza (2000) que o algodão orgânico apresenta custo de produção superior ao do algodão convencional.

De acordo com as estimativas, o custo para se produzir uma arroba de algodão em pluma é de R\$ 35,08 no sistema convencional e de R\$ 36,98 e R\$ 29,97 no sistema orgânico com algodão colorido e branco, respectivamente. A diferença no custo de produção do sistema orgânico está associada à produtividade das cultivares. Quando se prioriza o cultivo de fibras naturalmente coloridas, ocorrem vantagens comparativas, como a eliminação das despesas com o tingimento e certificação desse processo, facilitando a produção artesanal de têxteis nas comunidades.

Considerando a participação do milho no esquema de rotação de culturas (Tabela 28, Apêndice 3) e tomando-se como referência o preço mínimo de comercialização da pluma para o ano 2009 (R\$ 44,60/@) e um cenário com 20% de bônus (adicional) na comercialização do algodão orgânico (R\$ 53,52/@), verifica-se que o sistema orgânico com algodão branco é o mais lucrativo (Tabela 22), independente da obtenção de bônus na comercialização, enquanto o sistema orgânico com algodão colorido demanda por bônus de 20% para garantir lucratividade superior ao do sistema convencional. Contudo, o algodão orgânico tem sido comercializado em contratos de venda antecipada com bônus de até 40% em relação ao preço do algodão convencional (LIMA & SOUZA, 2007).

Os resultados deste trabalho evidenciam que o sistema orgânico com plantio direto possibilita a obtenção de elevadas produtividades de algodão (Tabela 21), que reduzem os custos por unidade produzida (kg, @, t), conferindo maior lucratividade à cultura (Tabela 22), especialmente, pela agregação de valor ao produto devido à qualidade do processo de produção. A maior demanda por mão de obra no sistema orgânico gera emprego e renda na agricultura familiar. Os impactos ambientais provocados são mínimos, comparados aos do sistema convencional de produção de algodão, que são intensivos no uso de adubos químicos

**Tabela 22 - Lucratividade dos sistemas de produção da cultura do algodão nos cenários sem e com bônus de 20% na comercialização para a condição orgânica.**

Sistemas de produção	Custo variável (R\$)	Receita (1) (R\$)	Receita (2) (R\$)	Lucro 1 (R\$)	Lucro 2 (R\$)
<b>A - CONVENCIONAL</b>					
Ano 1 (algodão)	2.357,40	2.997,12		1.279,44	
Ano 2 (algodão)	2.357,40	2.997,12		639,72	
<b>B - ORGÂNICO</b>					
Ano 1 (milho safrinha)	877,50	1.122,00		1.999,90	3.070,30
Ano 2 (algodão branco)	3.596,60	5.352,00	6.422,40	244,50	244,50
<b>C - ORGÂNICO</b>					
Ano 1 (milho safrinha)	877,50	1.122,00		849,14	1.557,39
Ano 2 (algodão colorido)	2.936,60	3.541,24	4.249,49	244,50	244,50
				604,64	1.312,88

Receita 1 = produtividade x preço mínimo 2009: algodão = R\$ 44,60/@ (pluma) e milho = R\$ 13,20/sc.

Receita 2 = produtividade x preço algodão com 20% de bônus.

Lucro 1 = Receita 1 - custo variável (orçamentação parcial): Apêndice 3 - Tabelas 25, 26, 27 e 28.

Lucro 2 = Receita 2 - custo variável.

solúveis e agrotóxicos sintéticos, que causam várias externalidades aumentando os custos sociais. Por contemplar preceitos de sustentabilidade econômica, ambiental e social, o sistema orgânico com plantio direto, apresenta-se como alternativa tecnológica mais adequada para a produção de algodão na agricultura familiar, a qual deve ser estimulada e organizada para atender as demandas de um mercado exigente em relação à qualidade dos produtos e aos processos de produção.

O resumo da análise de variância das características intrínsecas de fibras, encontra-se na Tabela 23, onde se verifica que as coberturas de solo não influenciaram nas características da fibra e que as cultivares difere em todos os caracteres tecnológicos.

Os resultados da análise de fibras pelo sistema HVI (High Volume Instrumentos) estão apresentados na Tabela 24. Embora as características da fibra do algodão sejam condicionadas pela constituição genética da cultivar, sofre influência de fatores ambientais, alguns incontrolláveis como as condições climáticas e outras passíveis de controle como a fertilidade do solo, incidência de pragas e doenças, práticas culturais, beneficiamento, transporte e armazenagem, sendo destacado por vários pesquisadores (CARVALHO et al., 1995; SANTANA et al., 2002 e HOOGERHEIDE et al., 2007). Contudo, os resultados deste trabalho, indicam que melhorias no ambiente para a produção não resultaram em melhorias na qualidade da fibra, evidenciando a plasticidade inerente ao algodoeiro. Segundo Carvalho et al. (1995) cultivares mais estáveis respondem menos às melhorias do ambiente. Estes resultados, provavelmente, estão associados à boa distribuição de chuvas, ao bom estado nutricional do solo e controle de pragas, doenças e plantas invasoras.

O comprimento da fibra das cultivares apresenta pequena amplitude de variações de 30, 10 a 31, 22 mm para a CNPA AMT 19 e de 31, 33 a 31,87 mm para a BRS ITAÚBA, enquadrando-se na categoria de fibra média a longa (30,6 a 32 mm), que é a mais demandada pela indústria têxtil, representando mais de 80% do consumo nacional (FREIRE et al., 1997b). Os valores obtidos para esta característica assemelham-se aos utilizados na descrição das cultivares (FARIAS et al., 2001 e PENNA, 2006). O comprimento da fibra, tem relação direta com a resistência do fio, visto que no processo de torção, as fibras mais longas acomodam-se melhor resistindo à ruptura, portanto interferem no título, aparência/aspecto, fiabilidade e regularidade do fio (FUNDAÇÃO MT, 2001).

A uniformidade de comprimento da fibra da cultivar CNPA AMT 19 variou de 84,52 a 85,97%, inserindo-se na categoria uniforme (83 a 85%) e muito uniforme (>85%). A diferença na classificação associa-se ao fato dos valores obtidos situarem-se próximos aos limites superior e inferior das respectivas categorias em apreço. Com relação a cultivar BRS

**Tabela 23 - Resumo da análise de variância das características intrínsecas da fibra de cultivares de algodoeiro cultivadas no sistema orgânico com plantio direto em diferentes coberturas de solo.**

Fontes de variação	LEN <sup>1</sup> (mm)	UN <sup>2</sup> (%)	SFC <sup>3</sup> (%)	MIC <sup>4</sup> (µg/pol)	STR <sup>5</sup> (gf/tex)	EL <sup>6</sup> (%)	Rd <sup>7</sup> (%)
Blocos	1,48 ns	0,43 ns	0,17 ns	0,13 ns	0,34 ns	0,06 ns	1,31 ns
Coberturas (C)	0,73 ns	0,60 ns	0,24 ns	0,19 ns	0,48 ns	0,07 ns	1,51 ns
Resíduo (a)	0,63	0,65	0,27	0,05	0,55	0,05	1,28
Cultivares (V)	26,44 **	14,85 **	6,48 **	4,75 **	253,88**	15,77 **	13554,81**
Interação C x V	0,53 ns	1,04 *	0,57 *	0,036 ns	1,55 ns	0,03 ns	0,83 ns
Resíduo (b)	0,48	0,43	0,15	0,036	1,24	0,035	2,7
CV Parcelas (%)	2,55	0,94	8,76	4,78	2,37	3,34	1,86
CV Subparcelas (%)	2,22	0,77	6,47	4,04	3,55	2,66	2,7

<sup>1</sup> Comprimento; <sup>2</sup>Uniformidade; <sup>3</sup>Conteúdo de fibras curtas; <sup>4</sup>Finura; <sup>5</sup>Resistência; <sup>6</sup>Alongamento à ruptura;

<sup>7</sup> Reflectância.

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo a 5%, \*\* significativo a 1% pelo teste F.

**Tabela 24 - Características intrínsecas da fibra do algodoeiro, cultivares CNPA AMT 19 e BRS ITAÚBA, analisadas pelo HVI (High Volume Instruments).**

Coberturas de solo	LEN <sup>1</sup> (mm)	UN <sup>2</sup> (%)	SFC <sup>3</sup> (%)	MIC <sup>4</sup> (µg/pol)	STR <sup>5</sup> (gf/tex)	EL <sup>6</sup> (%)	Rd <sup>7</sup> (%)
CNPA AMT 19							
Mucuna preta	30,47 a	85,05 a	6,15 a	4,62 a	29,20 a	6,45 a	47,27 a
Guandu anão	30,02 a	84,97 a	6,25 a	4,52 a	29,45 a	6,55 a	47,37 a
Feijão de porco	30,47 a	85,00 a	6,32 a	4,40 a	30,20 a	6,57 a	46,82 a
Crotalária juncea	30,47 a	85,52 a	5,85 a	4,55 a	29,37 a	6,57 a	46,57 a
Coquetel	30,15 a	84,72 a	6,57 a	4,47 a	30,15 a	6,37 a	46,55 a
Milheto	30,77 a	85,97 a	5,95 a	4,42 a	29,92 a	6,65 a	46,67 a
Sorgo granífero	30,10 a	84,52 a	6,77 a	4,50 a	28,72 a	6,60 a	46,57 a
Veg. espontânea	30,35 a	85,25 a	6,07 a	4,35 a	28,90 a	6,72 a	47,77 a
Solo exposto	31,22 a	85,82 a	5,90 a	4,37 a	29,10 a	6,52 a	48,62 a
Média	30,45 B	85,2 B	6,20 A	4,47 B	29,28 B	6,56 B	47,13 B
BRS ITAÚBA							
Mucuna preta	31,75 a	86,82 a	5,20 a	4,82 a	33,47 a	7,20 a	74,47 a
Guandu anão	31,37 a	85,57 a	6,00 a	4,97 a	33,60 a	7,47 a	75,17 a
Feijão de porco	31,85 a	86,27 a	5,25 a	4,97 a	32,42 a	7,57 a	74,75 a
Crotalária juncea	31,35 a	85,95 a	6,02 a	5,05 a	33,97 a	7,55 a	74,32 a
Coquetel	31,82 a	86,67 a	5,35 a	5,00 a	32,97 a	7,52 a	74,50 a
Milheto	31,80 a	85,92 a	5,65 a	4,95 a	32,87 a	7,55 a	74,20 a
Sorgo granífero	31,87 a	86,00 a	5,50 a	5,07 a	33,50 a	7,40 a	74,40 a
Veg. espontânea	31,87 a	85,70 a	5,77 a	4,95 a	33,02 a	7,57 a	74,90 a
Solo exposto	31,82 a	86,10 a	5,57 a	5,05 a	32,97 a	7,60 a	74,57 a
Média	31,72 A	86,11 A	5,59 B	4,98 A	33,19 A	7,49 A	74,58 A

<sup>1</sup>Comprimento; <sup>2</sup>Uniformidade; <sup>3</sup>Índice de Fibras Curtas; <sup>4</sup>Índice Micronaire;

<sup>5</sup>Resistência; <sup>6</sup>Alongamento à ruptura; <sup>7</sup>Reflectância.

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste F a 5%.

ITAÚBA, os valores enquadram-se na categoria muito uniforme. Os valores apresentados pelas cultivares, aproximam-se daqueles utilizados na sua descrição (FARIAS et al., 2001 e PENNA, 2006). Baixa uniformidade de comprimento compromete a resistência da fibra, favorece a sua ruptura e aumenta desperdícios no processo de fiação, prejudicando a regularidade e aparência do fio (FUNDAÇÃO MT, 2001).

O conteúdo de fibras curtas da cultivar CNPA AMT 19 variou de 5,85 a 6,77% e na BRS ITAÚBA de 5,20 a 6,02%. Com exceção da crotalária os conteúdos de fibras curtas da BRS ITAÚBA classificam-se como muito baixo (menor que 6%). Quanto aos conteúdos da CNPA AMT 19 insere-se nas categorias muito baixo e baixo (6,0 a 9,0%), ou seja, conteúdos superiores ao da BRS ITAÚBA. Os conteúdos de fibras curtas correspondem à percentagem em peso de fibras com comprimento inferior a 12,7 mm contida em uma amostra. Altos conteúdos levam a ruptura das fibras e do fio, por resistir pouco ao processo de torção e estiramento, além de influenciar diretamente na formação de “neps”, que são pequenos nós e emaranhados de fibras que não suportam esforço mecânicos (FUNDAÇÃO MT, 2001).

A finura ou índice micronaire da cultivar CNPA AMT 19, variou de 4,35 a 4,62  $\mu\text{g/pol.}$  (micrograma/polegada), correspondendo à categoria de finura média, inferior aos valores apresentados pela BRS ITAÚBA de 4,82 a 5,07 enquadrados na categoria grossa (5,2 a 5,8), com exceção da fibra produzida na palhada de mucuna preta. Os valores de finura obtidos pela BRS ITAÚBA são superiores ao utilizado na descrição da cultivar (FARIAS et al., 2001 e PENNA, 2006), provavelmente, estão associados aos elevados valores de maturidade, ou seja, fibra madura e grossa (FERREIRA & FREIRE, 2007).

Essa característica da fibra é determinada pelo complexo finura/maturidade, onde a finura corresponde ao diâmetro externo da fibra e a maturidade à espessura da parede secundária da fibra (relação entre o diâmetro externo da fibra e o diâmetro do lúmen). A determinação se baseia na resistência oferecida por uma amostra à passagem de um fluxo de ar, sob condições pré-determinadas tem influência direta na formação de “neps”, resistência do fio e variações no tingimento. Fibras finas produzem fios mais resistentes, porém, com maiores problemas de afinidade tintorial e maiores quantidades de “neps”. Fios produzidos com fibras finas são menos volumosos e os tecidos ficam com toques macios (FUNDAÇÃO MT, 2001).

A resistência da fibra da cultivar CNPA AMT 19 variou de 28,72 a 30,20 gf/tex, correspondendo a categoria de resistente (29,0 a 30,0 gf/tex), inferior aos valores da BRS ITAÚBA, que variou de 32,42 a 33,97 gf/tex, enquadrando-se na categoria muito resistente



(>31 gf/tex). Os valores obtidos são muito superiores àqueles utilizados na descrição das cultivares (FARIAS et al., 2001 e PENNA, 2006). O alongamento da CNPA AMT 19 variou de 6,37 a 6,72%, inserindo-se na categoria de média resistência à ruptura, enquanto na BRS ITAÚBA variou de 7,20 a 7,57%, categoria de alta resistência à ruptura. A resistência é obtida pela medição da força requerida para romper uma amostra de fibras arranjadas de forma paralela num feixe laminar, e o alongamento é o comprimento médio da distância, a qual as fibras se distendem antes da ruptura, reflete a elasticidade à tração (SANTANA et al., 2002). A resistência e alongamento das fibras são determinantes na resistência dos fios e tecidos. Essas características são importantes no processo industrial por suportar e absorver impactos e altas tensões impostas pelas altas velocidades das máquinas (SESTREN & LIMA, 2007).

O grau de refletância (Rd) variou de 46,55 a 48,62% na CNPA AMT 19 e de 74,20 a 75,17% na BRS ITAÚBA. A refletância baseia-se no conteúdo de cinza e expressa a quantidade de luz refletida pela amostra de algodão (40 a 85%). Os altos valores de Rd da BRS ITAÚBA indicam o quanto é clara sua fibra. Inversamente, os baixos valores de Rd na CNPA AMT 19 relacionam-se com sua coloração marrom.

De acordo com os padrões de referencia (UNICOTTON, 2006), a cultivar CNPA AMT 19 (marrom), apresenta fibra de comprimento médio (29,8 a 30,5 mm), muito uniforme (>85,0%), baixos conteúdos de fibras curtas (6 a 9%), finura média (4,0 a 4,9 µg/pol: micrograma por polegada), resistentes (29,0 a 30,0 gf/tex: grama força), média resistência à ruptura (5,9 a 6,7%) e fibras coloridas com baixa refletância (47,13%). A cultivar BRS ITAÚBA apresenta fibra de comprimento médio a longo (30,7 a 31,8 mm), muito uniforme (>85,0%), muito baixo conteúdos de fibras curtas (<6,0%), finura grossa (5,0 a 5,9 µg/pol), muito resistentes (>31 gf/tex), muito alta resistência à ruptura (>7,0%) e fibras brancas com alta reflectância (74,58%).

As cultivares diferem em relação a todas as características intrínsecas da fibra. Em comparação com a cultivar de fibra branca, a de fibra marrom apresenta menores valores de comprimento, uniformidade, resistência e alongamento à ruptura. Têm ainda, como desvantagem maiores conteúdos de fibras curtas. Com exceção da reflectância que é influenciada pela cor, as outras características inserem-se em categorias que expressam boas qualidades e que atendem os padrões requeridos pela indústria têxtil (FARIAS et al., 1999): comprimento de fibra de 30 a 34 mm, uniformidade > 82%, conteúdo de fibras curtas < 9%, índice micronaire ou finura de 3,9 a 4,2 µg/pol, resistência > 26 gf/tex, alongamento > 7% e refletância > 70%, no caso do algodão branco. Segundo Freire et al. (2005) as características de qualidade do algodão de fibra colorida estão no mesmo nível de qualidade do algodão

branco, ou seja, a fibra colorida atende aos padrões requeridos pela indústria têxtil, podendo ser processada com qualquer tipo de tecnologia de fiação, principalmente a rotor open-end.

## 5. CONCLUSÕES

As plantas de cobertura produzem fitomassa em quantidades suficientes para uma adequada cobertura de solo, destacando-se na produção de massa seca o milho e o coquetel de espécies. De modo geral, a mucuna preta apresenta maior capacidade de extração e acúmulo de nutrientes, destacando-se quanto ao potencial de ciclagem de nitrogênio e fósforo, enquanto o milho e a crotalária juncea apresentam, respectivamente, maior potencial de ciclagem de potássio e magnésio.

Os resíduos do feijão de porco, vegetação espontânea, mucuna preta e crotalária juncea, apresentam decomposição rápida e proporcionam coberturas de baixa persistência, enquanto os resíduos do milho e guandu, apresentam decomposição mais lenta e proporcionam coberturas mais persistentes. Durante o processo de decomposição dos resíduos, os nutrientes seguem a seguinte ordem decrescente de liberação:  $K > P > N = S > Mg > Ca$ , sendo o potássio o nutriente de liberação mais rápida, sujeito a perdas e assincronia com a demanda desse nutriente pela cultura em sucessão.

O complexo florístico do experimento apresenta grande diversidade de plantas invasoras, com maior ocorrência da guaxuma, ciperáceas, capim colchão, erva quente e erva de Santa Luzia. A mucuna preta apresenta maior capacidade de supressão de plantas invasoras e potencial para uso em sistemas de produção sem aplicação de herbicidas, contrastando com a baixa capacidade de supressão de ervas do milho e da vegetação espontânea.

O aporte de resíduos de plantas de cobertura promove na camada superficial do solo (0-5cm) aumento nos valores dos atributos pH, MOS, P, K, Ca, Mg, V e CTC. As coberturas vegetais diferem significativamente apenas em relação aos teores de K e Mg e saturação por bases. Os aumentos nos valores de CTC nas camadas superficiais estão associados à mobilização de bases pelas plantas de cobertura, sendo que o milho, mucuna preta e sorgo granífero mobilizam maiores quantidades de potássio e a crotalária juncea de magnésio.

O milho cultivado na palhada da mucuna preta apresenta na parte aérea os maiores teores e quantidades acumuladas de nitrogênio, fósforo e potássio. As coberturas com resíduos culturais de mucuna, crotalária, feijão de porco e coquetel de espécies propiciam maiores produtividades de milho verde e de grãos.

As coberturas de solo não influenciam nas características de fibras, mas exercem efeitos significativos nas características agrônômicas e na produtividade de algodão. As maiores produtividades ocorrem nas palhadas da crotalária juncea, feijão de porco, mucuna preta e coquetel de espécies. A cultivar de fibra marrom (CNPA AMT 19) apresenta produtividade e qualidade de fibra inferior à da cultivar de fibra branca (BRS ITAÚBA), no entanto, suas fibras possuem características que atendem aos padrões requeridos pela indústria têxtil.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 601 - 612, 2003.
- ALCÂNTARA, F. A.; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B.; MESQUITA, H. A.; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação de um Latossolo Vermelho- Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.2, p.277-288, 2000.
- ALMEIDA, V. P.; ALVES, M. C.; SILVA, E. C.; OLIVEIRA, S. A. Rotação de culturas e propriedades físicas e químicas em Latossolo Vermelho de cerrado sob preparo convencional e semeadura direta em adoção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p. 1227-1237, 2008.
- ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W.A. L.; CRUZ, J. C. & SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25 - 36, 2001.
- ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.2, p.175-185, 1995.
- ALTIERI, M. **Agroecologia: Bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592p.
- AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; ELTZ, F. L. F.; BRUM, A. C. R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p.189-197, 2001.
- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; FERNANDES, S. B. V. Leguminosas e adubação mineral como fonte de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.179-189, 2000.

- AMBROSANO, E. J.; GUIRADO, N.; CANTARELLA, H.; ROSSETTO, R. MENDES, P. C. D.; ROSSI, F. AMBROSANO, G. M. B.; ARÉVALO, R. A.; SCHAMMAS, E. A.; ARCARO JÚNIOR, I.; FOLTRAN, D. E. Plantas para cobertura do solo e adubação verde aplicadas ao plantio direto. Piracicaba: POTAFÓS, **Informações Agronômicas**, n.112, 2005. 16p. (Encarte Técnico).
- ARAÚJO, J. C.; MOURA, C. A.; AGUIAR, A. C. F.; MENDONÇA, V. C. M. Supressão de plantas daninhas por leguminosas na pré- Amazônia. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n.2, p.267-275, 2007.
- ATHAYDE, M. L. F.; LAMAS, F. M. Aplicação sequencial de cloreto de mepiquat em algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 369 - 375, 1999.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F.A.O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Gênese, 1999. p.9-26.
- BAYER, C.; SPAGNOLLO, E.; WILDNER, L. P.; ERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A. Incremento de carbono e nitrogênio num Latossolo pelo uso de plantas estivais para cobertura do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.3, p.469-475, 2003.
- BERTIN, E. G.; ANDRIOLI, I.; CENTURION, J. F. Plantas de cobertura em pré-safra ao milho em plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.3, p.379-386, 2005.
- BERTOL, I.; LEITE, D.; ZOLDAN, J. R. Decomposição do resíduo de milho e variáveis relacionadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, p.369-375, 2004.
- BORKERT, C. M.; GAUDÊNCIO, C. A.; PEREIRA, J. E.; PEREIRA, L. R.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38,n.1,p.143-153, 2003.
- BROWN, S. M.; WHITWELL, T.; TOUCHTON, J. T.; BURMESTER, C. H. Conservation tillage systems for cotton production. **Soil Science Society of America Journal**, v. 49, p.1256 - 1260, 1995.
- BULL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L.T.; CANTARELLA, H.(Ed.). **Cultura do milho: Fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFÓS, 1993. p. 63-145.
- BURLE, M. L.; CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F.; PEREIRA, J. Caracterização das espécies de adubo verde. In: CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. **Cerrado: Adubação verde**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2006. p.71-142.
- CALEGARI, A.; CASTRO FILHO, C.; TAVARES FILHO, J.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M. F. Melhoria da agregação do solo através do sistema plantio direto. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.27, n.2, p.147-158, 2006.

- CALEGARI, A. Entraves e alternativas na viabilização do uso de plantas cobertura e rotação de culturas. **Agroecologia**, Botucatu, n.22, p.12- 13, 2004.
- CALEGARI, A. **Leguminosas para adubação verde de verão no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1995. 118p. (IAPAR. Circular, 80).
- CALEGARI, A. Rotação de culturas e uso de plantas de cobertura. **Agroecologia**, Botucatu, v. 2, p.14-17, 2002.
- CANTARELLA, H.; DUARTE, A. P.; ANDRADE, C. A. Manejo de nitrogênio e matéria orgânica em milho no sistema plantio direto. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (Ed.). **Milho: Tecnologia & Produção**. Piracicaba: ESALQ/ USP/ LVP, p.59-82, 2005.
- CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. Plantas condicionadoras de solo: interações edafoclimáticas, uso e manejo. In: CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. **Cerrado: adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p.143- 170, 2006.
- CARVALHO, G. J. ; FONTANÉTTI, A.; CANÇADO, C. T. Potencialidades alelopáticas da mucuna preta e do feijão porco, no controle da tiririca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 3, p. 647-651, 2002.
- CARVALHO, L. P.; COSTA, J. N.; SANTOS, J. W.; ANDRADE, F. P. Adaptabilidade e estabilidade em cultivares de algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 207 - 213, 1995.
- CARVALHO, L. P.; SANTOS, J. W. Respostas correlacionadas do algodoeiro com a seleção para a coloração de fibras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 79 - 83, 2003.
- CARVALHO, M. A. C.; ATHAYDE, M. L. F.; SORATTO, R. P.; ALVES, M. C.; ARF, O. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n.11, p.1141-1148, 2004 a.
- CARVALHO, M. A. C.; ATHAYDE, M. L. F.; SORATTO, R. P.; ALVES, M. C.; SÁ, M. E. Adubação verde e sistemas de manejo do solo na produtividade do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n.12, p. 1205 - 1211, 2004 b.
- CARVALHO, M. T. M.; MOREIRA, J. A. A.; DIDONET, A.D.; BRASIL, E. M.; PORTES, T. A.; ROSA, S. A. Crescimento e produtividade de milho verde cultivado em sucessão a diferentes coberturas verdes. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, p.970-973, 2007.
- CASTRO, C. M.; ALVES, B. J. R.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D. Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39,n.8,p.779-785, 2004.

- CAZETTA, D. A.; FORNASIERI FILHO, D.; GIROTTO, F. Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milho e crotalária. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.4, p.575-580, 2005.
- CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; HERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.6, p.1161-1164, 2003.
- CONCEIÇÃO, P. C.; AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, p.777-788, 2005.
- CORRÊA, J. C.; SHARMA, R. D. Produtividade do algodoeiro em plantio direto no cerrado com rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n.1, p. 41 - 43, 2004.
- CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P. Nutrição e produtividade do amendoim em sucessão ao cultivo de plantas de cobertura no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42,p.1553-1560, 2007.
- DAROLT, M. R. Desenvolvimento rural e consumo de produtos orgânicos. In: ARAUJO, J. B. S.; FONSECA, M.F. A. C. **Agroecologia e agricultura orgânica: cenários, atores, limites e desafios**. Campinas: CONSEPA, 2005. p.11-31.
- DAROLT, M. R.; SKORA NETO, F. Sistema de Plantio Direto em agricultura orgânica. **Revista Plantio Direto**. Passo Fundo, n. 70, p. 28-30, 2002.
- DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R.A. Desafios à caracterização de solo fértil em manejo e conservação do solo e da água. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v.16, n.98, p.16-21, 2007.
- DUDA, G. P.; GUERRA, J. G.; MONTEIRO, M. T.; DE-POLLI, H.; TEIXEIRA, M.G. Perennial herbaceous legumes as live soil mulches and their effects on C, N and P of the microbial biomass. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.1, p. 139 - 147, 2003.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ªed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212 p.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed . Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306p.
- EMPAER-MT. **Diretrizes técnicas para a cultura do algodão**: Região tradicional de Mato Grosso. Cuiabá: EMPAER-MT, 2004, 76p. (EMPAER-MT. Diretrizes Técnicas, 10).

- ERASMO, E. A. L.; AZEVEDO, W. R.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, A. M.; GARCIA, S. L. R. Potencial de espécies utilizadas como adubos verdes no manejo integrado de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 22, n. 3, p. 337-342, 2004.
- ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G.; ALMEIDA, D. L.; TEIXEIRA, M. G.; URQUIAGA, S. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeiras. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v.30, n.2, p.321-328, 2006.
- FALLEIRO, R.M.; SOUZA, C. M.; SILVA, C. S.; SEDIYAMA, C. S.; SILVA, A. A.; FAGUNDES, J. L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.1097-1104, 2003.
- FARIAS, F. J. C.; FREIRE, E. C.; AGUIAR, P. H.; GRIDD PAPP, I.; ARANTES, E. M. Cultivares de algodoeiro herbáceo para as condições do Mato Grosso. In: FUNDAÇÃO MT. **Mato Grosso: Liderança e competitividade**. Rondonópolis: Fundação MT; Campina Grande: Embrapa - CNPA, 1999. p. 9 - 21. (Fundação MT. Boletim, 3).
- FARIAS, F. J. C.; FREIRE, E. C.; ARANTES, E. M. BRS ITAÚBA: Nova cultivar de algodão para uso na agricultura familiar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3., 2001, Campo Grande. **Anais**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Campo Grande: UFMS; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001, p. 762 - 764.
- FARQUHAR, G. D.; WETSELAAR, R.; FIRTH, P. M. Ammonia volatilization from senescing leaves of maize. **Science**, Washington, v. 203, n.1, p. 257-258, 1979.
- FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. Modificações na população de plantas invasoras na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, nov., p. 1355-1362, 2001.
- FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, p.171-177, 2000.
- FEIDEN, A.; ALMEIDA, D. L.; VITOI, V.; ASSIS, R. L. Processo de conversão de sistemas de produção convencionais para sistemas de produção orgânicos. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.19, n.2, p.179-204, 2002.
- FERNANDES, F. M.; LAMAS, F. M.; HELCKLER, J. C.; STANT, L. A. Produtividade do algodoeiro em rotação com a soja no sistema plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 68, p. 20 - 21, 2002.
- FERREIRA, I.L.; FREIRE, E.C. Industrialização da pluma. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: ABRAPA, 2007. p.871-887.

- FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G. J.; MORAIS, A. R.; ALMEIDA, K.; DUARTE, W. F.; Adubação verde no controle de plantas invasoras nas culturas de alface-americana e de repolho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 967-973, 2004.
- FRANCHINI, J. C.; BORKERT, C. M.; FERREIRA, M. M.; GAUDÊNCIO, G. A. Alterações na fertilidade do solo em sistema de rotação de culturas em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.459-467, 2000.
- FRANCHINI, J. C.; GONZALEZ-VILA, F.J.; CABRERA, F.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A. Rapid transformations of plant water-soluble organic compounds in relation to cation mobilization in the acid oxisol. **Plant Soil**, v.231, p.55-63, 2001.
- FREIRE, E. C. Cotonicultura em Mato Grosso: Opções para o pequeno produtor. In: FÓRUM MATO-GROSSENSE DA CULTURA DO ALGODOEIRO, 1. **Anais**. Cuiabá: UFMT, 2004. p.9-13.
- FREIRE, E. C.; MORELLO, C. L. **Cultura do algodoeiro em Goiás**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003, 29p. (Embrapa Algodão, Circular Técnica, 69).
- FREIRE, E. C.; SANTOS, A. M.; ARANTES, E. M.; PARO, H.; FARIAS, F.J.C.; NASCIMENTO, J. L. PEDROSA, M. B. **Diagnóstico da cultura do algodão em Mato Grosso-1996**. Campina Grande: EMBRAPA- CNPA / EMPAER-MT, 1997a. 31p (EMBRAPA- CNPA, Documentos, 49).
- FREIRE, E. C.; SOARES, J. J.; FARIAS, F. J. C.; ARANTES, E. M.; ANDRADE, F. P.; PARO, H.; LACA-BUENDIA, J. P. **Cultura do algodoeiro no Estado de Mato Grosso**. Campina Grande: Embrapa - CNPA, 1997b. 65p. (Embrapa-CNPA. (Circular Técnica, 23).
- FREIRE, G.; DUARTE, S. T. V. G.; PIMENTEL, L. W. Inovação tecnológica: O desempenho da fibra do algodoeiro colorido no processo de fiação a rotor de uma indústria têxtil. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 173 - 180, 2005.
- FUNDAÇÃO MT. **Boletim de pesquisa de algodão**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001, 238p. (Fundação MT, Boletim 4).
- GAMA-RODRIGUES, A. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; BRITO, E. C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho-Amarelo na região noroeste Fluminense (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v.31, n.6, p.1421-1428, 2007.
- GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; HÜBNER, A. P.; LUNKES, A.; GUIDINI, E.; AMARAL, E. B. Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.9, p.1097-1104, 2003.



- GONÇALVES, C. N.; CERETTA, C. A. Plantas de cobertura antecedendo o milho e seu efeito sobre o carbono orgânico do solo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v.23, p.302-313, 1999.
- GUIMARÃES, G. L.; BUZETTI, S.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E.; ARF, O.; ANDRADE, J. A. C. Efeitos de culturas de verão e opções de inverno na cultura do milho e no solo na implantação do plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.28, n.4, p.471-477, 2006.
- HERNANI, L. H. ; SALTON, J. C. Manejo e conservação do solo. In: EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Algodão: Tecnologia de produção**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. p 76-102.
- HOOGERHEIDE, E. S. S.; VENCOVSKY, R. ; FARIAS, F. J. C.; FREIRE, E. C. ; ARANTES, E. M. Correlações e análise de trilha de caracteres tecnológicos e a produtividade de fibra de algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 10, p. 1401-1405, 2007.
- HUGO, R. G.; LUZ, O. O. da; BERTAPELLI, M.; BARBOSA, P. S. **Introdução à cafeicultura orgânica**. Curitiba: EMATER- PR, 2001. 32p. (EMATER- PR. Série produtor, 94).
- KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecológica. 2001. 348 p.
- KLIEMANN, H. J.; BRAZ, A. J. P. ; SILVEIRA, P. M. Taxa de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v.36, n.1, p.21-28, 2006.
- LANGE, A.; CARVALHO, J. L. N.; DAMIN, V.; CRUZ, J.C.; MARQUES, J. J. Alterações em atributos do solo decorrentes da aplicação de nitrogênio e palha em sistema semeadura direta na cultura do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.2, p.460-467, 2006.
- LAMAS, F. M. Espécies para cobertura do solo e seus efeitos no algodoeiro. **Revista Brasileira de oleaginosas e fibrosas**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 55 - 63, 2007.
- LAMAS, F.; STAUT, L. A. **Algodoeiro em sistema plantio direto**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 7p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 118).
- LARA CABEZAS, W. A. R.; ALVES, B. J. R.; CABALLERO, S. S.U.; SANTANA, D. G. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade do milho em sistema plantio direto e solo preparado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n.4, p. 1005-1013, 2004.

- LIMA, P. J. B. Algodão agroecológico no comercio justo: Fazendo a diferença. **Revista Agriculturas**: experiências em agroecologia, Rio de Janeiro, v.5,n.2,p.37-41, 2008.
- LIMA, P. J. B.; SOUZA, M. C. M. **Produção brasileira de algodão orgânico e agroecológico em 2006**. 11p. Disponível em: [http://WWW.esplar.org.br/artigo/2007/agosto/algodao\\_agroecologico](http://WWW.esplar.org.br/artigo/2007/agosto/algodao_agroecologico). Acesso em: 26 nov. 2009.
- LOPES, A. S.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L. R. G.; SILVA, C. A. **Sistema plantio direto**: Bases para o manejo da fertilidade do solo. São Paulo: ANDA, 2004. 110p.
- LORENZI, H. Considerações sobre plantas daninhas no plantio direto. In: TORRADO, V. P.; RAPHAEL, A.R. **Plantio direto no Brasil**. Campinas, Fundação Cargill. 1984. p.13-46.
- MAGDOFF, F. Qualidade e manejo de solo. In: ALTIERI, M. **Agroecologia**: Bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 2002. p.519-542.
- MAGGIO, M. A. **Acúmulo de matéria seca e extração de nutrientes por plantas de milho doce híbrido “tropical”**. 2006. 56p. Dissertação de mestrado / IAC.
- MARTINS, R. M. G.; ROSA JUNIOR, E. J. Culturas antecessoras influenciando a cultura do milho e os atributos do solo no sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.2, p.225-232, 2005.
- MENEZES, L. A. S.; LEANDRO, W. M. Avaliação de espécies de coberturas do solo com potencial de uso em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.34, n.3, p.173-180, 2004.
- MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F.A.O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Gênese, 1999. p.1-8.
- MURAISHI, C. T.; LEAL, A. J. F.; LAZARINI, E.; RODRIGUES, L. R.; GOMES JUNIOR, F. G. Manejo de espécies vegetais de cobertura de solo e produtividade do milho e da soja em semeadura direta. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.2, p.199-207, 2005.
- MURAOKA, T.; AMBROSANO, E. J.; ZAPATA, F.; BORTOLETTO, N.; MARTINS, A. L. M.; TRIVELIN, P. C. O.; SCVITTARO, W. Eficiência de abonos verdes (crotalaria y mucuna) y urea, aplicadas solos o juntamente, como fuentes de N para el cultivo de arroz. **Terra**, Chapingo, v.20, n.1, p. 17-23, 2002.
- MUZILLI, O. Manejo da matéria orgânica no sistema plantio direto: a experiência no Estado do Paraná. **Informações Agronômicas**, Piracicaba: POTAFÓS, n.100, p.6-10, 2002.
- NUNES, J. C. S.; ARAUJO, E. F.; SOUZA, C. M. ; BERTINI, L. A.; FERREIRA, F. A. Efeito da palhada de sorgo localizada na superfície do solo e características de plantas de soja e milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v.50, n.297, p.115-126, 2003.

- NUNES, U.R.; ANDRADE JUNIOR, V. C.; SILVA, E. B.; SANTOS, N. F.; COSTA, H. A.; FERREIRA, C. A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 41, n. 6, p. 943- 948, 2006.
- OLIVEIRA, F. L.; GOSCH, M.; PADOVAN, M. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e decomposição de resíduos de leguminosas em solos de várzea do Estado de Tocantins, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v.2, n.2, p.1501-1505, 2007.
- OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S.; JERÔNIMO JUNIOR, P. R. M. Características agronômicas e produção de fitomassa de milho verde em monocultivo e consorciado com leguminosas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27,n.1,p. 223-227, 2003.
- OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1079- 1087, 2002.
- PADOVAN, M. P.; ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J.G.; RIBEIRO,R.L.D.; OLIVEIRA, F. L.; SANTOS, L. A.; ALVES, B. J .R. & SOUTO, S. M. Decomposição e liberação de nutrientes da soja cortada em diferentes estádios de desenvolvimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.4, p. 667- 672, 2006.
- PAES, J. M. V.; RESENDE, A. M. Manejo de plantas daninhas no sistema plantio direto na palha. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 37-42, 2001.
- PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo- Decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.911-920, 2008.
- PENNA, J. C. V. Melhoramento genético do algodoeiro. In: MORESCO, E. (Org.). **Algodão: Pesquisas e resultados para o campo**. Cuiabá: Facual. 2006, p. 262 - 284, 2006.
- PEREIRA, F. A. R.; VELINI, E. D. Sistemas de cultivo no cerrado e dinâmica de populações de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 355-363, 2003.
- PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 35-40, 2004.
- PETTIGREW, W. T.; JONES, M. A.; Cotton growth under no-till production in the lower Mississippi river valley alluvial flood plain. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, p. 1398 - 1404, 2001.

- RICHETTI, A. **Estimativa do custo de produção de algodão, safra 2008/09, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2009. 13p. (Embrapa Agropecuária Oeste: Comunicado Técnico, 149).
- ROSCOE, R.; BODDEY, R. M.; SALTON, J. C. Sistemas de manejo e matéria orgânica do solo. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. (Ed.). **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas**: Modelagem matemática e métodos auxiliares. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. p.17-42.
- ROSCOE, R.; MACHADO, P. L. A. **Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2002. 86p.
- ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S. Lixiviação de potássio da palha de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v.27, p.355-362, 2003.
- SANTANA, J.C.S.; ALMEIDA, F. A. C.; SANTANA, J. C. F.; BELTRÃO, N. E. M.; GOUVEIA, J. P. G. Comportamento da cor e do tipo de fibras de duas cultivares de algodão armazenadas em dois municípios paraibanos. **Revista Brasileira de oleaginosas e fibrosas**, Campina Grande, v.6, n.13, p. 447-455, 2002.
- SANTI, A.; AMADO, T. J. C.; ACOSTA, J. A. A. Adubação nitrogenada na aveia preta. I- Influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.1075-1083, 2003.
- SANTOS, H. P.; TOMM, G. O. Disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica em função de sistemas de cultivo e de manejo de solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.3, p.477-486, 2003.
- SEPLAN. Secretaria de Planejamento do Estado de Mato Grosso. **Mato Grosso: Solos e Paisagens**. Cuiabá, 2007. 272 p.
- SESTREN, J. A.; LIMA, J. J. Característica e classificação da fibra de algodão. In: FREIRE, E. C. (Ed.) **Algodão no Cerrado do Brasil**. Brasília: Abrapa, 2007, p. 765 - 819.
- SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; ESPINAL, F. S. C.; TRIVELIN, P. C. O.; BUZETTI, S. Utilização de nitrogênio da palha de milho e de adubos verdes pela cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.2853-2861, 2008.
- SILVA, C. C.; PELOSO, M. J. D. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro comum na região central brasileira 2005-2007**. Santo Antônio de Goiás. EMBRAPA ARROZ e FEIJÃO, 2006. 139p. (Documentos, 193).
- SILVA, F. C. **Manual de análises química de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa-SNT, 1999. 370p.

SOUZA, M. C. M. Produção de algodão orgânico colorido: possibilidades e limitações.

**Informações Econômicas**, São Paulo, v. 30, n. 6, p. 91 - 98, 2000.

SUZUKI, L. E. A. S.; ALVES, M. C. Fitomassa de plantas de cobertura em diferentes sucessões de culturas e sistemas de cultivo. **Bragantia**, Campinas, v. 65,n.1, p.121-127, 2006.

TAIZ, L. ZAIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3<sup>a</sup> ed. Porto Alegre: Artmed. 2004. 719p.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. L. C.; FURTINI NETO, A. E.; ANDRADE, M. J. B.; MARQUES, E. L. S. Produção de biomassa e teor de macronutrientes do milho, feijão de porco e guandu-anão em cultivo solteiro e consorciado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29,n.1,p. 93-99, 2005.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.3, p.421-428, 2008.

UNICOTTON. **Manual de interpretação de resultados dos HVI**. Primavera do Leste, 2006, 19p.

VASCONCELOS, C. A.; FORTES, J.M.; FERNANDES, J.; SANTOS, Z. T.; BASSO, L. C.; MALAVOLTA, E. Ocorrência de putrescina em folhas de milho, var. "Piranão" deficientes em potássio. **Revista Ceres**, Viçosa, v.24, p.131, 1983.

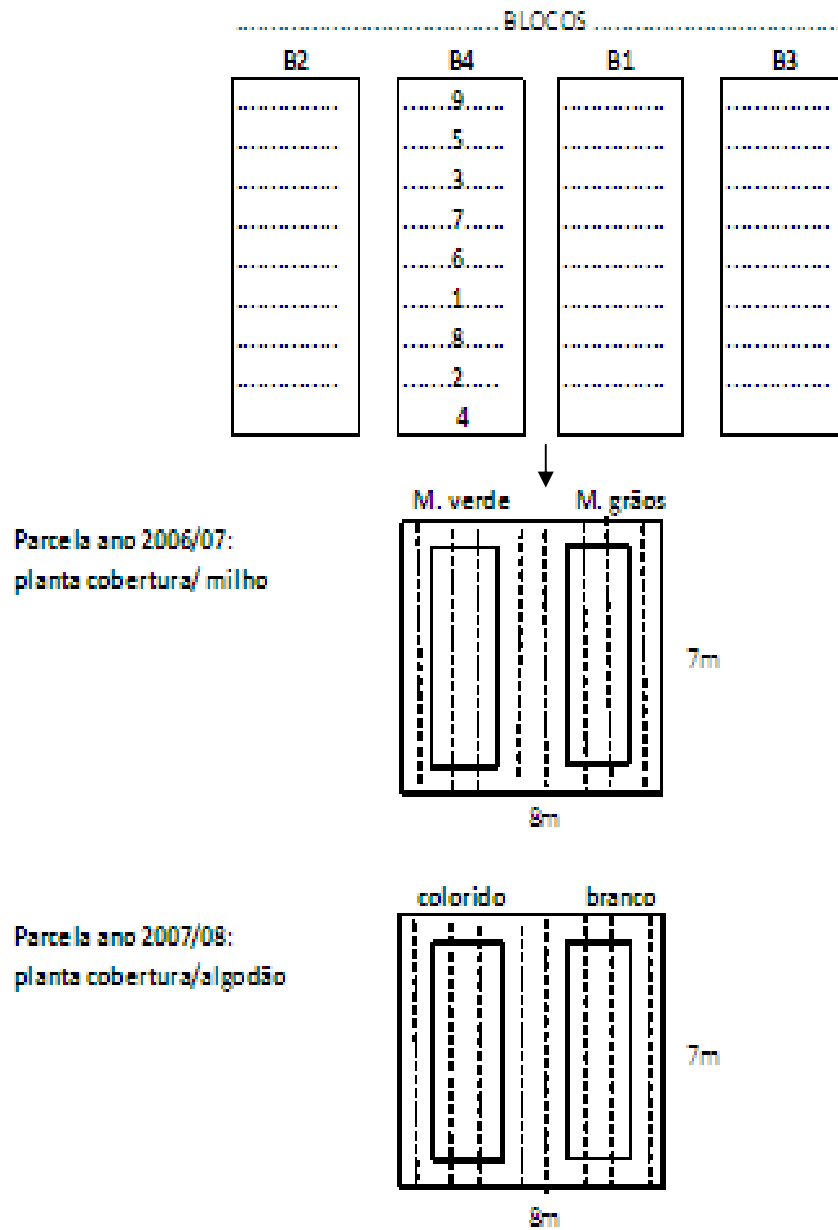
VASCONCELOS, C. A.; VIANA, M. C. M.; FERREIRA, J. J. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em milho cultivado no período inverno-primavera. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.11, p.1835-1845, 1998.

VIDAL, R. A.; TREZZI, M. M. Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: II- efeito da cobertura morta. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 22, n. 1, p. 1-10, 2004.

ZANCANARO, L.; TESSARO, L. C. Manejo e conservação do solo. In: MORESCO, E. (Org.). **Algodão: Pesquisas e resultados para o campo**. Cuiabá: Facual, 2006, p. 36 - 55.

WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G. P. Decomposição da palha e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.11, p.1191-1197, 1997.

## APENDICE 1: CROQUÍ DO EXPERIMENTO



## APENDICE 2: REGISTROS FOTOGRÁFICOS

A - Plantas de cobertura em desenvolvimento com reserva florestal ao fundo:



B - Manejo das plantas de cobertura:



C - Preparo do composto orgânico:



D - Armadilha com feromônio (bicudo) e quebra-vento:





Algodão (30 DAE) sobre palhada de mucuna (40 DAM) e bolsa de decomposição:



F- Capina manual do algodão aos 30 DAE:



G - Milho produzido em diferentes coberturas de solo:



H - Capulhos de algodão branco e marrom:



I - Algodão (fase de frutificação) sobre resíduos culturais de crotalária:



J - Algodão em fase de colheita:



### APÊNDICE 3: CUSTOS DE PRODUÇÃO

**Tabela 25 - Estimativa do custo variável de produção da cultura do algodão, por hectare, no sistema convencional em Cáceres-MT., safra 2008/2009.**

Componentes do custo	Unid.	Qtde.	Preço (R\$)	Valor (R\$)	Participação (%)
<b>1 - INSUMOS</b>				<b>721,10</b>	<b>30,59</b>
Sementes algodão	kg	15,0	8,74	131,10	5,56
Fertilizante/plantio	kg	200,0	1,10	220,00	9,33
Fertilizante/cobertura	kg	100,0	0,80	80,00	3,39
Herbicida pré-emerg.	L	2,0	16,0	32,00	1,36
Inseticidas	L	6,0	35,00	210,00	8,91
Formicida	Kg	1,0	8,00	8,00	0,34
Reg. Crescimento	L	1,0	40,00	40,00	1,70
<b>2 - OPERAÇÕES AGRÍCOLAS</b>				<b>1636,30</b>	<b>69,41</b>
Gradagem aradora	hm	1,2	90,00	108,00	4,58
Gradagem niveladora	hm	0,6	90,00	54,00	2,29
Semeadura/adubação	dh	1,5	25,00	37,50	1,59
Aplic. herbicida	dh	0,5	25,00	12,50	0,53
Combate formigas	dh	0,2	25,00	5,00	0,21
Desbaste	dh	1,5	25,00	37,50	1,59
Cultivo animal	da	1,0	50,00	50,00	2,12
Adubação cobertura	dh	1,0	25,00	25,00	1,06
Cultivo manual	dh	2,0	25,00	50,00	2,12
Aplicação inseticida	dh	4,0	25,00	100,00	4,24
Colheita	@	183,8	4,00	735,20	31,19
Beneficiamento	@	183,8	2,00	367,60	15,59
Destruição soqueira/grade	hm	0,6	90,00	54,00	2,29
<b>TOTAL (1 + 2)</b>				<b>2357,40</b>	<b>100,0</b>

- hm = hora máquina; da= dia animal; dh= dia homem.

- produtividade experimental = 183,8 @ algodão caroço ou 67,2 @ algodão em pluma (FARIAS, et al., 2001)

- Custo de produção por arroba de algodão em pluma = R\$ 35,08.

- Observação: Não foram considerados os custos relativos a administração, juros de custeio, assistência técnica, seguro agrícola, seguridade social e transporte.

**Tabela 26 - Estimativa do custo variável de produção do algodão colorido (CNPA AMT 19), por hectare, no sistema orgânico em Cáceres-MT, safra 2008/2009.**

Componentes do custo	Unid.	Qtde.	Preço R\$	Valor R\$	Participação (%)
<b>1 - INSUMOS</b>				884,10	30,11
Sementes algodão	kg	15,0	8,74	131,10	4,46
Sementes pl. cobertura	kg	25,0	4,00	100,00	3,40
Termofosfato	kg	200,0	1,80	360,00	12,25
Sulfato de potássio	kg	25,0	5,00	125,00	4,26
Bio inseticidas	L/kg	2,0	80,00	160,00	5,45
Formicida	kg	1,0	8,00	8,00	0,27
<b>2 - OPERAÇÕES AGRÍCOLAS</b>				2052,50	69,89
Preparo bio fertilizante	dh	6,0	25,00	150,00	5,11
Transporte interno	hm	1,0	90,00	90,00	3,06
Limpeza área	hm	0,6	90,00	54,00	1,84
Semeadura pl. cobertura	dh	2,0	25,00	50,00	1,70
Manejo pl. cobertura	hm	1,2	90,00	108,00	3,68
Semeadura/adubação alg.	dh	1,5	25,00	37,50	1,28
Controle formigas e desbaste	dh	1,5	25,00	37,50	1,28
Cultivo manual	dh	2,0	25,00	50,00	1,70
Aplicação bio inseticidas	dh	3,0	25,00	75,00	2,55
Catação estruturas frutíferas	dh	2,0	25,00	50,00	1,70
Capação (extirpação broto apical)	dh	0,5	25,00	12,50	0,43
Colheita	@	214	4,00	856,00	29,15
Beneficiamento	@	214	2,00	428,00	14,57
Destruição soqueiras	hm	0,6	90,00	54,00	1,84
<b>TOTAL (1+ 2)</b>				2936,60	100,0

- hm = hora máquina; da= dia animal; dh= dia homem.

- produtividade experimento= 214 @ algodão caroço ou 79,4 @ algodão em pluma

- Custo de produção por arroba de algodão em pluma = R\$ 36,98.

- Observação: Não foram considerados os custos relativos a administração, juros de custeio, assistência técnica, seguro agrícola, seguridade social, transporte e certificação.

**Tabela 27 - Estimativa do custo variável de produção do algodão branco (BRS ITAÚBA), por hectare, no sistema orgânico em Cáceres-MT, safra 2008/2009**

Componentes do custo	Unid.	Qtde.	Preço R\$	Valor R\$	Participação (%)
<b>1 - INSUMOS</b>				884,10	24,58
Sementes algodão	kg	15,0	8,74	131,10	3,64
Sementes pl. cobertura	kg	25,0	4,00	100,00	2,78
Termofosfato	kg	200,0	1,80	360,00	10,01
Sulfato de potássio	kg	25,0	5,00	125,00	3,47
Bio inseticidas	L/kg	2,0	80,00	160,00	4,45
Formicida	kg	1,0	8,00	8,00	0,22
<b>2 - OPERAÇÕES AGRÍCOLAS</b>				2.712,50	75,42
Preparo bio fertilizante	dh	6,0	25,00	150,00	4,17
Transporte interno	hm	1,0	90,00	90,00	2,5
Limpeza área	hm	0,6	90,00	54,00	1,5
Semeadura pl. cobertura	dh	2,0	25,00	50,00	1,39
Manejo pl. cobertura	hm	1,2	90,00	108,00	3,00
Semeadura/adubação alg.	dh	1,5	25,00	37,50	1,04
Controle formigas e desbaste	dh	1,5	25,00	37,50	1,04
Cultivo manual	dh	2,0	25,00	50,00	1,39
Aplicação bio inseticidas	dh	3,0	25,00	75,00	2,08
Catação estruturas frutíferas	dh	2,0	25,00	50,00	1,39
Capação (extirpação broto apical)	dh	0,5	25,00	12,50	0,35
Colheita	@	324	4,00	1296,00	36,03
Beneficiamento	@	324	2,00	648,00	18,02
Destruição soqueiras	hm	0,6	90,00	54,00	1,50
<b>TOTAL (1+ 2)</b>				3596,60	100,0

- hm = hora máquina; da= dia animal; dh= dia homem.

- produtividade experimento= 324 @ algodão caroço ou 120 @ algodão em pluma

- Custo de produção por arroba de algodão em pluma = R\$ 29,97.

- Observação: Não foram considerados os custos relativos a administração, juros de custeio, assistência técnica, seguro agrícola, seguridade social, transporte e certificação.

**Tabela 28 - Estimativa do custo variável de produção do milho safrinha, por hectare, no sistema plantio direto, em Cáceres-MT, safra 2008/2009.**

Componentes do custo	Unid.	Qtde.	Preço R\$	Valor R\$	Participação (%)
<b>1 - INSUMOS</b>				238,00	36,44
Sementes pl. cobertura	kg	25,0	4,00	100,00	11,40
Sementes de milho	kg	20,0	2,50	50,00	6,04
Bio inseticidas	L/kg	1,0	80,00	80,00	8,62
Formicidas	kg	1,0	8,00	8,00	0,86
<b>2 - OPERAÇÕES AGRÍCOLAS</b>				639,50	63,56
Limpeza de área	hm	0,6	90,00	54,00	5,82
Transporte interno	hm	1,0	90,00	90,00	9,70
Semeadura pl. cobertura	dh	2,0	25,00	50,00	6,04
Manejo pl. cobertura	hm	1,2	90,00	108,00	11,64
Semeadura milho	dh	1,5	25,00	37,50	4,04
Cultivo manual e combate formiga	dh	2,0	25,00	50,00	6,04
Aplicação bio inseticida	dh	2,0	25,00	50,00	6,04
Colheita	hm	2,0	100,00	200,00	16,17
<b>TOTAL (1 + 2)</b>				877,50	100,0

- hm = hora máquina; da= dia animal; dh= dia homem.

- produtividade experimento= 85 sacas de milho por hectare.

- Custo de produção por saca de milho= R\$ 10,32

- Observação: Não foram considerados os custos relativos a administração, juros de custeio, assistência técnica, seguro agrícola, seguridade social e transporte.