FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MATO GROSSO

Programa de Monitoramento de Adubação

RELATÓRIO TÉCNICO DE PESQUISA

SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE FIBRA E GRÃOS COM ROTAÇÃO DE CULTURAS EM PLANTIO DIRETO NO MATO GROSSO – SAFRA 2014/2015

Dr. Claudinei Kappes

Rondonópolis – MT

Dezembro de 2015

APRESENTAÇÃO

O sucesso da expansão da agricultura em Mato Grosso é fruto do trabalho dos produtores e do trabalho desenvolvido pela pesquisa agrícola. Nesse contexto, a Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso (FUNDAÇÃO MT) teve um papel importante. Ela é fruto da ação coletiva dos principais produtores de sementes de soja e algodão do Estado. Preocupados com o futuro da sojicultura, esses produtores perceberam a necessidade de ter uma instituição de pesquisa em seus negócios, para que pudessem ter em um espaço curto de tempo soluções para os problemas da sojicultura e cultivares produtivas e adaptadas às condições do Cerrado. No início, as atividades da FUNDAÇÃO MT eram realizadas em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) que não dispunha de unidade de pesquisa em Mato Grosso. Depois de sete anos dando suporte para as pesquisas oficiais, a FUNDAÇÃO MT se tornou independente, direcionando seus trabalhos para o Mato Grosso.

Os trabalhos de pesquisa e difusão de tecnologias geradas pela FUNDAÇÃO MT e de conhecimento gerado pelas empresas parceiras, universidades, institutos de pesquisa, etc., permitiu à empresa ter papel destacado no planejamento das atividades das propriedades agrícolas do Mato Grosso que cultivam soja, milho e algodão.

A missão da entidade reflete o objetivo de sua criação: "Melhorar a vida das pessoas através do desenvolvimento de tecnologias aplicadas à agricultura". Os resultados de pesquisa nas áreas de conhecimento de manejo da correção do solo, da adubação e nutrição das culturas, manejo de sistemas de produção, mecanização agrícola, agricultura de precisão, manejo de doenças, de insetos, e a de nematologia comprovam o motivo do qual a FUNDAÇÃO MT foi criada.

A FUNDAÇÃO MT é uma empresa privada de cunho tecnológico que conta atualmente com mais de 300 funcionários e um quadro associativo que envolve, praticamente, todas as empresas de máquinas e equipamentos agroquímicos, fertilizantes e sementes que atuam na cadeia produtiva de Mato Grosso. Além disso, os produtores de grãos estão ligados a esta instituição através das tecnologias e sementes geradas pela instituição. É a FUNDAÇÃO MT melhorando as vidas das pessoas, contribuindo com a missão dos produtores que é a de produzir alimento para a humanidade.

PMA – PROGRAMA DE MONITORAMENTO E ADUBAÇÃO

A pesquisa aplicada do PMA atua na busca de inovações tecnológicas em Sistemas de Produção Agrícola. Enfatiza práticas agronômicas como rotação de culturas, manejo do solo e da fertilidade do solo. O objetivo é gerar informações que possam auxiliar no processo de produção de grãos e fibra no Cerrado matogrossense de maneira eficaz, sustentável, econômica e ambientalmente correta.

O PMA conta com duas Estações de Pesquisas localizadas no município de Itiquira – MT, em um Latossolo Vermelho distrófico, de textura muito argilosa. Na Estação Experimental Cachoeira são 68 ha destinados a instalação de experimentos em solo considerado de alta fertilidade. Experimentos relevantes envolvendo: estudo do efeito residual da adubação potássica e fosfatada na cultura da soja; avaliação de doses de gesso agrícola sobre as características químicas do solo e desenvolvimento radicular e produtivo da soja, milho e algodão; estudo da produção de grãos e fibra com rotação de culturas em sistema plantio direto; avaliação da calagem superficial em sistema plantio direto sob rotação de culturas para produção de grãos e fibra; e avaliação de sistemas que possam contribuir para a elevação da produtividade de milho. Na Estação Experimental Santa Maria são 20 ha destinados a instalação de experimentos em solo considerado de baixa fertilidade. Além das Estações Experimentais Cachoeira e Santa Maria, o PMA desenvolve pesquisas em outras localidades do Estado, através de parcerias com agricultores: Nova Mutum, Pedra Preta, Primavera do Leste e Sapezal.

São pesquisadas culturas consideradas “chaves” para a região Centro Oeste do País, como a soja, o milho e o algodão. Culturas para a cobertura do solo como milheto, crotalária, braquiária, feijão-guandú, mucuna, capim-sudão e outras, são pesquisadas quanto à sua contribuição agronômica para o sistema de produção, alterações promovidas nas características físicas, químicas e biológicas do solo. Anualmente, são testados ao redor de 800 tratamentos, num total aproximado de 3.500 parcelas experimentais.

Todas as etapas de execução dos experimentos são acompanhadas por uma equipe de profissionais extremamente capacitada na área agronômica, proporcionando segurança, confiabilidade e qualidade na emissão e divulgação dos resultados.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 5

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 7

3. OBJETIVOS E METAS 11

4. MATERIAL E MÉTODOS 12

4.1. Experimento 1 – Sistemas de produção de grãos 14

4.2. Experimento 2 – Sistemas de produção de fibra 18

5. RESULTADOS 25

5.1. Experimento 1 – Sistemas de produção de grãos 25

5.1.1. Considerações gerais 27

5.2. Experimento 2 – Sistemas de produção de fibra 29

5.2.1. Considerações gerais 34

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 37

ANEXOS 39

1. INTRODUÇÃO

A cada safra, Mato Grosso vem se destacando mais na produção nacional de grãos, na adoção de novas tecnologias e na expansão de novas áreas agrícolas, fatores que contribuem para eleger o Estado como o "Celeiro Agrícola Brasileiro". Porém, o atual modelo de exploração agrícola predominante no Estado, que é basicamente marcado pela monocultura de soja ou pelo cultivo sucessivo de soja/milho safrinha e/ou soja/algodão, tem induzido à insustentabilidade agronômica e econômica dos sistemas de produção, por provocar degradação física, química e biológica do solo; bem como queda de produtividade das culturas e desequilíbrio nutricional que em resumo, elevam os custos de produção (KAPPES et al., 2013).

O monocultivo em grande escala tem favorecido o aparecimento de problemas de solução complicada como: a susceptibilidade ao ataque de pragas e doenças imprevistas, por exemplo, a ferrugem asiática da soja; a distribuição geográfica de nematoides parasitas de plantas, que infestam novas áreas e tem difícil controle, e pragas como o bicudo do algodoeiro; e a degradação do recurso natural solo susceptível ao manejo agrícola indevido que prejudica o desenvolvimento radicular das plantas e promove erosão causando o assoreamento dos mananciais e cursos d'água.

A rotação de culturas (RC) é uma estratégia agrícola, na qual são cultivadas diferentes espécies de plantas sob uma sequência planejada no decorrer do tempo em uma mesma área. Esta é uma prática cultural benéfica, desde que seja corretamente inserida e utilizada nos sistemas de produção vigentes no Estado de Mato Grosso. A RC influi positivamente na recuperação, manutenção e melhoria dos recursos naturais; viabiliza produtividades mais elevadas das culturas, com mínima alteração ambiental; além de preservar e melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo e auxiliar no manejo de plantas daninhas, doenças e insetos-praga das culturas. Além disso, repõe os restos orgânicos e protege o solo da ação dos agentes climáticos, ajudando a viabilização do sistema plantio direto (EMBRAPA, 2011).

No cenário agrícola atual, em que a soja e o milho vêm sendo as mais importantes commodities no Estado de Mato Grosso, fica evidente a necessidade de avaliar os sistemas de produção que se baseiam na RC, visando desenvolver modelos agrícolas alternativos,

produtivos, sustentáveis e capazes de oferecer melhorias ao modelo agrícola vigente no Estado. A maioria das pesquisas, com RC, tem sido desenvolvidas na região Sul do Brasil, o que, de certo modo, limita a extrapolação dos resultados para a região dos Cerrados. Diante da necessidade de estudos específicos que minimizem os efeitos maléficos provocados pela monocultura, a Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso (Fundação MT), desde a safra de 2008/2009, vem pesquisando sistemas de RC que sejam eficientes nas condições edafoclimáticas predominantes nos Cerrados.

A Fundação MT teve função importante na transformação das terras consideradas inaptas para o cultivo mediante a reformulação dos processos de tecnologia, metodologia, experimentação e de pesquisa para o clima tropical. Um dos principais lemas da Fundação MT é lutar ao lado do produtor pela sobrevivência da atividade agrícola no Mato Grosso. Desde a sua criação, a Fundação MT colocou à disposição dos produtores mais de trinta cultivares de soja e cinco de algodão. Para atender as necessidades dos produtores quanto às doenças e pragas, nutrição e adubação e tratamento de sementes, os pesquisadores da Fundação MT realizam periodicamente diagnóstico preciso nas lavouras de soja e algodão do estado, fazem acompanhamento das safras ano a ano, elaboram relatórios e pesquisam sobre as atividades da sojicultura e cotonicultura no Mato Grosso.

O intuito do projeto em andamento, do qual este relatório apresenta os resultados da sétima safra (2014/2015), é avançar no conhecimento científico e tecnológico acerca das interações solo-planta em sistemas de produção de fibra e grãos com RC em sistema de plantio direto, visando desenvolver modelos agrícolas alternativos sustentáveis capazes de oferecer melhorias ao sistema de produção vigente no Estado de Mato Grosso, em resposta à demanda social por alimentos e fibra com qualidade e produzidos com responsabilidade ambiental.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Estado de Mato Grosso ocupa hoje um lugar de destaque na produção brasileira de grãos, posicionando-se como o maior produtor nacional de soja, cuja área cultivada, na safra de 2014/2015, foi de 8,93 milhões de hectares (CONAB, 2015), o que representa 27,8% da área nacional cultivada com essa leguminosa. O cultivo de milho safrinha no estado tem adquirido importância nos últimos anos, constituindo-se em instrumento fundamental para o complemento no abastecimento do milho no País. Em 2015, a área matogrossense cultivada com milho safrinha, após a colheita da soja, atingiu 3,35 milhões de ha, sendo que a produção de grãos foi de 20,3 milhões de toneladas (CONAB, 2015). Toda essa pujança produtiva encontra respaldo nas seguintes condições: adaptabilidade geográfica; condições favoráveis de solo e clima; aquecimento do mercado internacional, que acompanha a demanda crescente por proteína, em função do aumento da população mundial economicamente ativa; e nos avanços agronômicos conquistados pela pesquisa nas últimas décadas. Em substituição ao modelo agrícola, marcado pela monocultura ou pelo cultivo sucessivo de culturas anuais, a adoção de sistemas de RC deve ser priorizada.

A RC, estratégia agrícola na qual espécies de plantas são cultivadas sob uma sequência cronológica planejada, tem como princípio básico a criação e manutenção de diversidade biológica no agroecossistema como um meio de estabelecimento de equilíbrio. Além de proporcionar a produção diversificada de alimentos e outros produtos agrícolas, se adotada e conduzida de modo adequado e por um período suficientemente longo, essa prática melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo; auxilia no controle de plantas daninhas, doenças e pragas; repõe matéria orgânica e protege o solo da ação dos agentes climáticos e ajuda a viabilização do sistema de plantio direto (SPD) e dos seus efeitos benéficos sobre a produção agropecuária e sobre o ambiente como um todo (EMBRAPA, 2006). Os problemas relacionados aos nematoides fitopatogênicos são os que mais têm impulsionado o uso da RC com espécies não hospedeiras, visando à redução da população desses patógenos no solo. A alta incidência de nematoides nas lavouras conduzidas dentro do modelo agrícola atual já era prevista; entretanto, em muitas situações, este problema tardou em ser considerado como responsável pelas altas perdas de produção (KAPPES et al., 2013).

O esquema de RC é dinâmico e o seu planejamento deve ser feito a médio e longo prazo; o que exige conhecimento e responsabilidade técnica. O sistema deve ser flexível, de modo a atender as particularidades regionais e as perspectivas de comercialização dos produtos, pois, além dos aspectos técnicos conhecidos, os aspectos econômicos também influenciam e podem variar em um curto espaço de tempo (KAPPES et al., 2013).

Há certas estratégias, no delineamento e na eficiência de uso da RC, que devem ser consideradas: (i) uma cultura com sistema radicular profundo deve suceder outra cultura, cujas raízes não se aprofundam muito, para que haja a manutenção adequada da estrutura do solo; (ii) alternar culturas que tenham elevada biomassa radicular com culturas que tenham essa biomassa reduzida, a fim de favorecer a atividade microbiana do solo; (iii) incluir plantas de cobertura que produzam grandes quantidades de biomassa, cultivadas em condição "solteira", ou em consórcio com culturas comerciais (p.ex.: milho + braquiária), para prevenir a erosão do solo e as perdas de nutrientes por lixiviação; (iv) incluir culturas fixadoras de nitrogênio atmosférico, alternando-as com as culturas comerciais, a fim de acumular nitrogênio e reduzir a demanda de fertilizantes nitrogenados; (v) utilizar culturas com reconhecido potencial de reduzir a multiplicação de nematoides e outras doenças radiculares; e (vi) atentar para a qualidade da matéria seca deixada pelas plantas de cobertura, como a dinâmica de decomposição e a liberação de nutrientes para a cultura comercial que a segue na rotação (KAPPES, 2012).

As gramíneas contribuem mais para a manutenção de maiores níveis de matéria orgânica no solo, quando comparadas às leguminosas. Isto se deve à sua maior relação C:N e também ao alto teor de lignina presente na sua composição, formando húmus de maior estabilidade; porém, podem apresentar problemas, em relação à disponibilidade de nitrogênio, devido à lenta decomposição de seus resíduos e à imobilização microbiana. Dentre as gramíneas utilizadas como cobertura vegetal, o milheto e a braquiária devem ser destacados, devido ao alto acúmulo de nutrientes (principalmente de potássio) e à elevada produção de matéria seca (KAPPES et al., 2013).

A RC pode proporcionar: produção diferenciada de alimentos e de outros produtos agrícolas; extração e exportação diferenciada de nutrientes, pois culturas diferentes podem apresentar exigências nutricionais distintas; e utilização de diferentes ingredientes ativos durante o manejo químico de insetos-praga, doenças e plantas daninhas, deste modo

reduzindo a probabilidade de surgimento de resistência aos produtos aplicados, por parte destes agentes bióticos, que causam perdas de produção. Durante seis anos, no Estado do Rio Grande do Sul, Santos et al. (2006) estudaram a RC e constataram maior produtividade de soja, quando esta leguminosa foi cultivada sob rotação com milho ou sorgo, em relação à monocultura. Segundo Altmann (2006), em cinco ciclos completos de RC no verão, com algodão e milho, incrementou a produtividade média da soja em 16,2 e 6,7%, respectivamente. O algodão também foi bastante beneficiado, quando semeado sobre a palhada do consórcio de milho + *Brachiaria ruziziensis*, pois demonstrou redução significativa na infecção por fungos de solo, o que causou redução drástica no apodrecimento das maçãs.

Sendo a cultura da soja a mais importante no Estado de Mato Grosso e a RC um fundamento do sistema plantio direto, o estudo de diferentes rotações ou sucessões de culturas adaptadas a essa condição de plantio, resultará em subsídios para a adoção do SPD como sistema de produção com sustentabilidade.

Sistemas de rotação envolvendo as culturas de soja, algodão e milho começaram a ser estudados na década de 40, pelo Instituto Agronômico de Campinas, e também em décadas posteriores, como demonstram os trabalhos de Miyasaka et al. (1983), Bertoni et al. (1972), Dechen et al. (1981), mencionados por Lombardi-Neto et al. (2002). Mascarenhas et al. (1993), estudaram sistemas de RC de soja, milho e algodão por dez anos em duas localidades do Estado de São Paulo, Mococa e Ribeirão Preto, e verificaram que houve incremento na produtividade de grãos de milho com a adoção de RC, comparado ao monocultivo, contudo o mesmo não ocorreu para as culturas de algodão e soja. Santos et al. (2006) estudaram o efeito do manejo do solo e da RC sobre o rendimento de grãos de soja por seis anos no Rio Grande do Sul e constataram o maior rendimento de grãos de soja sob rotação com milho ou sorgo, comparada com o monocultivo. Corrêa & Sharma (2004), avaliaram o efeito da RC na produtividade do algodoeiro em plantio direto na região do Cerrado e verificaram que houve maior produção de pluma em sistema de RC, principalmente, quando as culturas associadas eram a soja e o milheto, que proporcionou o melhor controle de plantas daninhas.

A sustentabilidade técnico-econômica do sistema de produção para Altmann (2007) deve ser a principal preocupação no planejamento da RC, ou seja, o produtor precisa ter

lucro imediato e ao longo do processo produtivo. O autor sugere que os sistemas de produção sejam dinâmicos o suficiente para atender às oscilações do mercado e, ao mesmo tempo, prever eventuais retiradas quando houver sinais evidentes de prejuízos consideráveis na continuidade do projeto original.

Para Zancanaro & Tessaro (2006), o modelo de cultivo sucessivo do algodoeiro nos mesmos talhões (monocultura) praticado na maioria das lavouras de algodão do Estado de Mato Grosso, e que implica na obrigatoriedade de destruição mecânica da soqueira com revolvimento do solo, é o maior entrave para a implantação definitiva da cotonicultura em SPD. Segundo os autores, a adoção da RC nas áreas de algodão, não realizada em larga escala devido à falta de opções de culturas comerciais com viabilidade econômica, apresenta pontos favoráveis como o aproveitamento de adubo residual, reciclagem de nutrientes, redução na população de ervas daninhas e diminuição específica de problemas fitossanitários.

Estudos específicos são necessários para avaliar sistemas de produção baseados na RC em plantio direto visando sua viabilidade econômica e agronômica nas condições edafoclimáticas de Mato Grosso. Bem como identificar os empecilhos intransponíveis, quer sejam temporários quer permanentes, para a adoção concreta da RC em SPD.

Diante dos inúmeros problemas, decorrentes do atual modelo agrícola, são necessários estudos mais específicos para avaliar a eficiência da RC nas condições edafoclimáticas do Estado de Mato Grosso. Entretanto, para isso, devem ser desenvolvidos modelos agrícolas alternativos, produtivos, sustentáveis e capazes de oferecer melhorias ao sistema de produção vigente no Estado. Com esses objetivos, e com o apoio financeiro do International Plant Nutrition Institute (IPNI Brasil), a Fundação MT tem pesquisado, desde a safra de 2008/09, a produção de grãos e fibra utilizando sistemas de RC desenvolvidos especificamente para os Cerrados. São dois projetos: um com ênfase na avaliação de sistemas de rotação para a cultura da soja, e outro para a cultura do algodão.

3. OBJETIVOS E METAS

Este relatório apresenta os resultados do sétimo ano (safra 2014/2015) do projeto intitulado "Sistemas de produção de fibra e grãos com rotação de culturas em plantio direto no Mato Grosso" que tem como objetivo avaliar o efeito da RC em plantio direto na sustentabilidade agronômica e econômica do sistema de produção de fibra e grãos no Mato Grosso. Para isso, é necessário:

a) mensurar o rendimento agrícola de fibra e grãos em sistemas de produção com RC em plantio direto nas condições edafoclimáticas de Mato Grosso; e
b) quantificar a produção de biomassa de culturas de cobertura em esquema de rotação sob plantio direto nas condições edafoclimáticas de Mato Grosso.

Os resultados almejados com a execução deste projeto são:

a) desenvolver modelos agrícolas sustentáveis para produção de fibra e grãos nas condições edafoclimáticas do Estado de Mato Grosso;
b) promover a difusão tecnológica dos resultados futuramente obtidos através de dias-de-campo, palestras e boletins técnicos para os produtores agrícolas visando à conscientização e valorização de sistemas sustentáveis de produção agrícola e que atendam à demanda social de responsabilidade ambiental;
c) fortalecer e criar novas parcerias com empresas e instituições de ensino e pesquisa, públicas e privadas, relacionadas ao estudo do ambiente agrícola;
d) aprofundar o conhecimento técnico-científico da equipe de pesquisadores da Fundação MT acerca das interações entre solo-planta existentes em sistemas de produção agrícola alicerçados na RC em plantio direto; e
e) divulgar o conhecimento técnico-científico adquirido a nível nacional e internacional via publicações científicas com elevado índice de impacto.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Para alcançar os objetivos propostos, estão sendo conduzidos dois experimentos: (i) Sistemas de Produção de Grãos e; (ii) Sistemas de Produção de Fibra. Os experimentos foram instalados na safra 2008/2009 na Estação Experimental Cachoeira (Figura 1) da Fundação MT/PMA (17° 09' S, 54° 45' W e 490 m de altitude), localizada na Fazenda Cachoeira, às margens da BR-163, km 40, no município de Itiquira – MT.

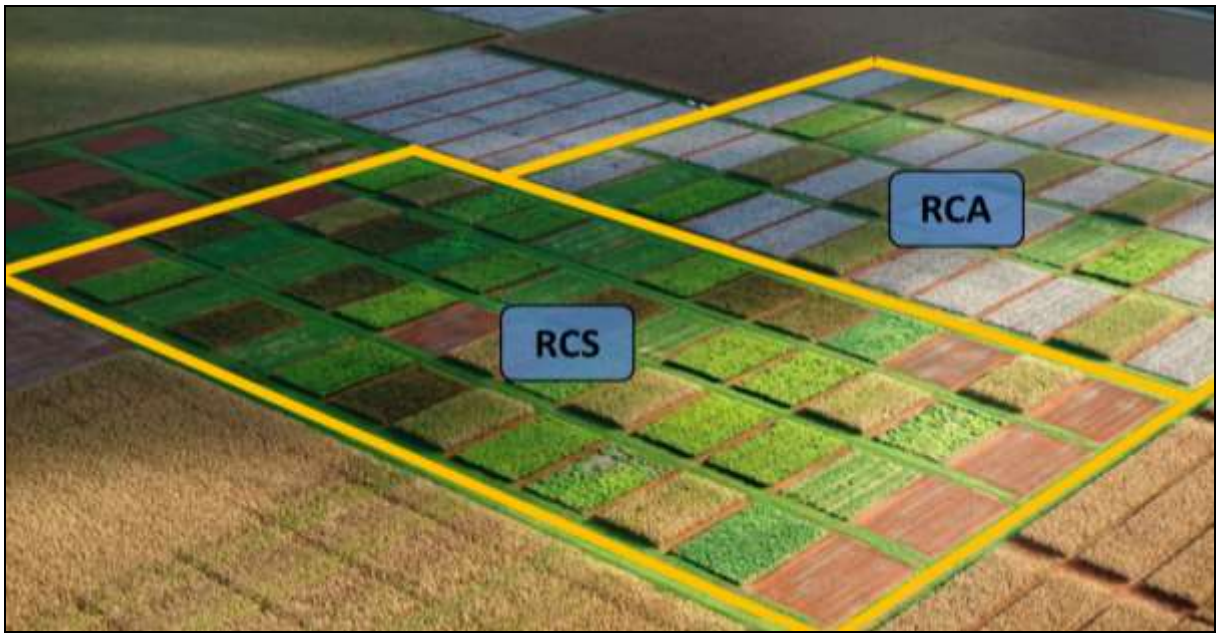

Figura 1. Estação Experimental Cachoeira, local onde os experimentos estão sendo conduzidos (Itiquira – MT). RCA – rotação de culturas para algodão (sistemas de produção de fibra); RCS – rotação de culturas para soja (sistemas de produção de grãos).

A região está sob bioma de Cerrado, cujo clima predominante, segundo classificação de Köppen, é o do tipo Aw, de inverno seco (RIBEIRO; WALTER, 1998). A precipitação média é entre 1.200 e 1.800 mm e a temperatura média anual entre 22 e 23 °C. Os valores diários de precipitação pluvial e de temperatura mínima e máxima do ar durante a safra 2014/2015 podem ser observados na Figura 2. Houve veranico de oito dias, compreendido entre 06 e 13/01/2015 para a cultura da soja. As condições climáticas foram registradas pela estação meteorológica (WatchDog™ serie 2000), localizada ao lado dos experimentos.

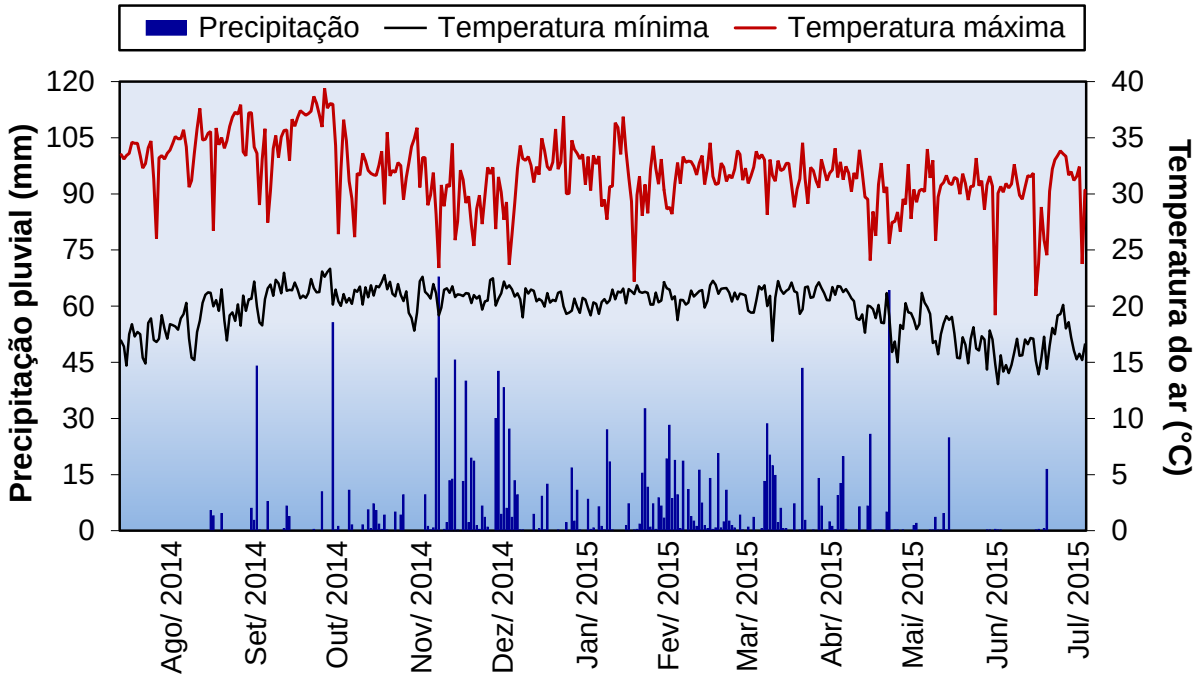

Figura 2. Valores diários de precipitação pluvial e de temperatura mínima e máxima do ar, registrados durante a condução do experimento na safra 2014/2015. Estação Experimental Cachoeira, Itiquira – MT.

O solo da Estação Experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico e de textura muito argilosa (EMBRAPA, 2006), cujas características químico-físicas, antes da instalação dos experimentos, na camada de 0 a 20 cm foram: pH ($CaCl_2$) = 5,2; MO = 31,3 g kg^{-1}; P disponível (Mehlich-1) = 18,5 mg dm^{-3}; Ca, Mg e K trocáveis = 2,91, 0,98 e 0,2 $cmol_c$ dm^{-3}, respectivamente; CTC= 8,3 $cmol_c$ dm^{-3}; V = 49%; m = 0%; argila, silte e areia = 639, 152 e 209 g kg^{-1}, respectivamente. O solo experimental esteve sob cultivo de culturas anuais há 25 anos. No outono de 2008, o solo foi subsolado na profundidade de 30 cm e gradeado com niveladora para proporcionar o nivelamento do terreno.

Antes da instalação dos experimentos, na safra 2008/2009, por não se conhecer detalhadamente o histórico de uso do solo e o possível impacto em suas propriedades físicas, tomou-se a decisão de efetuar o rompimento da camada de solo compactada em subsuperfície, através da operação de subsolagem do solo com o uso de haste subsoladora operando a 40 cm de profundidade. Em seguida, uma operação de gradagem com o uso de grade niveladora pesada (discos de 32” de diâmetro) foi necessária para fragmentar os torrões de terra presentes. Por fim, uma operação de nivelamento com o uso de grade niveladora foi realizada para a correção de imperfeições de nível na superfície do solo.

4.1. Experimento 1 – Sistemas de produção de grãos

O experimento que enfatiza a avaliação de sistemas de produção de grãos está implantado obedecendo ao delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições, cujas unidades experimentais têm dimensões de 20 m de largura por 30 m de comprimento (600 m^2 de área) (Anexo 5). Estão sendo avaliados oito tratamentos, resultantes da combinação de esquemas de sucessão e RC, os quais podem ser observados mais detalhadamente na Tabela 1. Os tratamentos enfatizam a cultura da soja e do milho, para produção de grãos, sob sistema de plantio direto. As parcelas experimentais são constituídas por 44 linhas, espaçadas em 0,45 m entre si, para a cultura da soja e para o milho verão e milho safrinha.

Tabela 1. Tratamentos utilizados para a avaliação de sistemas de produção de grãos em diferentes esquemas de sucessão e rotação de culturas, no Estado de Mato Grosso[1]. Estação Experimental Cachoeira, Itiquira – MT.

T	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Manejo do solo
1[a]	Soja / Pousio	Soja / Pousio	Soja / Pousio	PD
2[b]	Soja / Milheto	Soja / Milheto	Soja / Milheto	PD
3[c]	Soja / Braquiária	Soja / Braquiária	Soja / Braquiária	PD
4[d]	Soja / Milheto	Soja / Crotalária	Milho verão + Braquiária	PD
5[e]	Soja / Crotalária	Milho verão + Braquiária	Soja / Crotalária	PD
6[f]	Soja / Crotalária	Soja / Milho + Braquiária	Braquiária	PD
7	Soja / Milho safrinha	Soja / Milho safrinha	Soja / Milho safrinha	PD
8[g]	Soja / Pousio	Soja / Pousio	Soja / Pousio	PC

[1]Projeto conduzido com apoio financeiro do IPNI Brasil.
Safra 2014/2015 = Soja: cv TMG 7262 RR; Milho: híbrido DKB 310 PRO, no verão e na safrinha.
Legenda: T – tratamento. PD – plantio direto. PC – preparo convencional (revolvimento anual do solo com grade aradora, durante a entressafra).
[a] Monocultivo de soja sem cultura de cobertura do solo na safrinha (sem revolvimento do solo na entressafra);
[b] Milheto cv ADR-300, semeado na safrinha;
[c] *Brachiaria ruziziensis*, semeada na safrinha;
[d] Milheto cv ADR-300, semeado na safrinha; *Crotalaria ochroleuca*, semeada na safrinha; e *Brachiaria ruziziensis*, semeada simultaneamente ao milho verão;
[e] *Crotalaria ochroleuca*, semeada na safrinha; e *Brachiaria ruziziensis*, semeada simultaneamente ao milho verão;
[f] *Crotalaria ochroleuca*, semeada na safrinha; *Brachiaria ruziziensis*, semeada simultaneamente ao milho safrinha e mantida no verão da safra posterior (cultivada por 18 meses);
[g] Monocultivo de soja sem cultura de cobertura do solo na safrinha (com revolvimento do solo na entressafra).

A fim de possibilitar a obtenção anual de resultados de cada cultura presente nos esquemas de rotação (tratamentos 4, 5 e 6), replicou-se o número de parcelas em função de cada esquema de RC. Por exemplo, o tratamento 4 [(soja/milheto)] / [(soja/crotalária)] / [(milho verão + braquiária)] possui, em cada repetição (bloco), três parcelas experimentais (Anexo 5), onde cada uma delas é cultivada diferentemente, respeitando a sequência programada para os anos seguintes. Com isso, ao final do ciclo trianual, será possível ter informações de todo o processo de rotação.

Na semeadura da soja, na safra 2014/2015, realizada no dia 30/10/2014, foram aplicados 45 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 25 kg ha^{-1} de S, via superfosfato simples no sulco e logo após a semeadura, a aplicação de 90 kg ha^{-1} de K_2O, via cloreto de potássio (KCl), a lanço. A cultivar utilizada foi a TMG 7262 RR (grupo de maturação 6.2). As sementes foram tratadas com Cruiser® (0,5 mL kg^{-1}), Standak Top® (1,0 mL kg^{-1}), Derosal Plus® (2,0 mL kg^{-1}), CoMo® (3,0 mL kg^{-1}) e inoculante contendo estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* (2,0 mL kg^{-1}). O manejo de pragas foi feito através do monitoramento frequente e, quando necessário, foram feitas aplicações de inseticidas.

O processo de semeadura do milho verão ocorreu no dia 04/12/2014, nas parcelas dos tratamentos 4 e 5, e a semeadura do milho safrinha no dia 25/02/2015 nas parcelas dos tratamentos 6 e 7. Em ambos os casos utilizaram-se sementes do híbrido comercial DKB 310 PRO com população programada de 65.000 e 60.000 plantas ha^{-1} no verão e na safrinha, respectivamente.

Na adubação de semeadura (sulco) do milho verão foram aplicados 40 kg ha^{-1} de N, 50 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 2,5 kg ha^{-1} de Zn, quantidades supridas pela mistura de ureia, MAP e Zincodur. Logo após a semeadura, aplicou-se 50 kg ha^{-1} de K_2O via KCl e quando as plantas encontravam-se no estádio de desenvolvimento V_4 – quarta folha expandida (RITCHIE et al., 2003), houve a aplicação de 120 kg ha^{-1} de N, via ureia. Na adubação de semeadura (sulco) nas parcelas de milho safrinha foram aplicados 40 kg ha^{-1} de N, 40 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 2,5 kg ha^{-1} de Zn, quantidades supridas pela mistura de ureia, MAP e Zincodur. Logo após a semeadura, aplicou-se 30 kg ha^{-1} de K_2O via KCl e quando as plantas encontravam-se no estádio de desenvolvimento V_4 – quarta folha expandida (RITCHIE et al., 2003), houve a aplicação de 60 kg ha^{-1} de N, via ureia.

No milho verão houve forte fitotoxicidade de herbicida aplicado em pós-emergência, o que comprometeu a continuação do desenvolvimento da cultura. Assim, as plantas que se encontravam em fase de pré-pendoamento foram roçadas com Triton e uma nova semeadura foi realizada em 25/02/2015, cuja adubação de no sulco foi de 40 kg ha^{-1} de N via ureia e 30 kg ha^{-1} de P_2O_5 via MAP. E, em cobertura, quando as plantas encontravam-se no estádio de desenvolvimento V_4 – quarta folha expandida (RITCHIE et al., 2003), houve a aplicação de 60 kg ha^{-1} de N, via ureia.

Na adubação, tanto da soja e quanto do milho, são levadas em consideração as quantidades de reposição dos nutrientes. O processo de semeadura da soja e do milho verão e safrinha é realizado com semeadora-adubadora Tatu Marchesan PST4 Flex® com haste sulcadora (tipo "botinha") e com mecanismo de distribuição de sementes pneumático.

Na Tabela 2 estão inseridas as cultivares de soja e os híbridos de milho, no verão e na safrinha, e espécies de culturas de cobertura utilizadas ao longo do tempo no experimento que enfatiza a avaliação de sistemas de produção de grãos.

Tabela 2. Cultivares de soja e híbridos de milho, no verão e na safrinha, e espécies de culturas de cobertura utilizadas ao longo do tempo no experimento que enfatiza a avaliação de sistemas de produção de grãos. Estação Experimental Cachoeira, Itiquira – MT.

Safra	Soja	Milho		Culturas de cobertura		
		Verão	Safrinha	Milheto	Braquiária	Crotalária
2008/2009	TMG 123 RR	P30F35	30K75Y	ADR-300	*B. ruziziensis*	*C. ochroleuca*
2009/2010	TMG 123 RR	DKB 390 Y	DKB 390 Y	ADR-300	*B. ruziziensis*	*C. ochroleuca*
2010/2011	TMG 1176 RR	P30F35 Hx	P30F35 Hx	ADR-300	*B. ruziziensis*	*C. ochroleuca*
2011/2012	TMG 1176 RR	P30F35 Hx	P30F35 Hx	ADR-300	*B. ruziziensis*	*C. spectabilis*
2012/2013	TMG 1176 RR	P30F35 Hx	P30F35 Hx	ADR-300	*B. ruziziensis*	*C. ochroleuca*
2013/2014	TMG 1176 RR	P30F35 YH	P30F35 YH	ADR-300	*B. ruziziensis*	*C. ochroleuca*
2014/2015	TMG 7262 RR	DKB 310 PRO	DKB 310 PRO	ADR-300	*B. ruziziensis*	*C. ochroleuca*

As colheitas da soja e do milho foram realizadas nos dias 12/02/2015 e 05/08/2015, respectivamente. Nesta ocasião, foram avaliados os seguintes parâmetros agronômicos na soja e no milho:

i) População final de planta: na pré-colheita, determinada pela contagem do número de plantas presentes em dois pontos com duas linhas adjacentes de 5,0 m de comprimento. Os valores médios entre os dois pontos amostrais foram extrapolados para plantas ha^{-1};

ii) Altura final de planta: na pré-colheita, obtida pela medição da região do "colo" até a extremidade superior das plantas de soja. No caso do milho, a altura final de planta foi obtida pela medição do comprimento do colmo (distância entre a superfície do solo e a base da folha "bandeira"). Foram avaliadas dez plantas representativas de soja e de milho da área útil de cada parcela, com os resultados expressos em centímetros;

iii) Peso de mil grãos: determinado pela pesagem de cinco subamostras de 100 grãos por parcela, as quais foram submetidas à pesagem em balança de precisão. Os resultados foram extrapolados para mil grãos e o peso corrigido para 13% de umidade (base úmida – b.u.); e

iv) Produtividade de grãos: para a determinação da produtividade da soja e do milho (verão e safrinha) foi demarcado um ponto representativo por parcela, o qual foi constituído por 36 linhas de 5,0 m de comprimento (81,0 m^2). Assim, as produtividades de soja e de milho foram obtidas a partir da trilha mecânica e pesagem dos grãos oriundos das plantas colhidas na área útil das parcelas, a qual foi convertida para sacas ha^{-1} e corrigida para 13% de umidade (b.u.).

As culturas de cobertura (milheto, crotalária e braquiária), empregadas na modalidade de cultivo "solteiro" após a soja (cultivo de "safrinha"), foram semeadas a lanço (milheto: 18 kg ha^{-1}; crotalária: 25 kg ha^{-1} e braquiária: 12 kg ha^{-1} de sementes), seguida de incorporação das sementes com o uso de "correntão". No sistema consorciado nos tratamentos 4, 5 e 6, a braquiária foi semeada na linha do milho (8,5 kg ha^{-1} de sementes, equivalente a 400 pontos de VC ha^{-1}), junto com o fertilizante no sulco de semeadura. No florescimento pleno do milheto e da crotalária procedeu-se a coleta de amostras da parte aérea das culturas de cobertura na modalidade de cultivo "solteiro" mediante o corte da massa vegetal presente em 1,0 m^2 em dois pontos de cada parcela. As amostras foram secas

em estufa e os valores obtidos extrapolados para t ha^{-1} de massa seca, para cada espécie de cobertura.

A determinação da produção de massa seca da braquiária nos tratamentos em que esta é consorciada com o milho não foi realizada após a colheita do cereal, devido à produção insignificante de massa, consequência gerada por três motivos: (i) uso de nicosulfuron em subdoses (5,2 g ha^{-1} do i.a., equivalente a 7,0 g ha^{-1} do herbicida Accent); (ii) própria característica do híbrido utilizado (folhas largas, crescimento inicial muito rápido e pouca entrada de luz no dossel), suprimindo o desenvolvimento da braquiária; e (iii) grande quantidade de palha ofertada pelo híbrido após a colheita, suprimindo novamente o seu desenvolvimento.

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste F da análise de variância (ANOVA), comparando-se as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade (PIMENTEL GOMES; GARCIA, 2002). O aplicativo computacional utilizado foi o SISVAR (FERREIRA, 2003).

4.2. Experimento 2 – Sistemas de produção de fibra

O experimento em que se avaliam sistemas de produção de fibra está implantado sob o delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas e quatro repetições. A parcela principal é constituída pelo esquema de RC e as subparcelas, por dois sistemas de preparo do solo (convencional e plantio direto). A parcela principal tem dimensões de 20 m de largura por 45 m de comprimento (Anexo 6), totalizando área de 900 m^2, enquanto que a subparcela tem dimensões de 10 m de largura por 45 m de comprimento (área total de 450 m^2). Os tratamentos consistem em seis esquemas de RC, enfatizando a cultura do algodoeiro, e dois sistemas de manejo do solo – “preparo convencional” e “plantio direto”. O preparo convencional do solo é realizado após as primeiras chuvas da primavera e antes da semeadura das plantas de cobertura, mediante o uso de grade aradora e niveladora na metade das parcelas, conforme a subdivisão dos tratamentos. Maiores detalhes dos tratamentos estudados nos seis primeiros anos do estudo são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Tratamentos utilizados para a avaliação de sistemas de produção de fibra em diferentes esquemas de sucessão e rotação de culturas, no Estado de Mato Grosso[1]. Estação Experimental Cachoeira, Itiquira – MT.

T	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Manejo do solo
1[a]	Pousio / Algodão	Pousio / Algodão	Pousio / Algodão	PC e PD
2[b]	Milheto / Algodão	Milheto / Algodão	Milheto / Algodão	PC e PD
3[c]	Braq. / Algodão	Braq. / Algodão	Braquiária / Algodão	PC e PD
4[d]	Crotalária / Algodão	Milheto / Algodão	Soja / Milho safrinha + Braq.	PC e PD
5[e]	Milheto / Algodão	Soja / Milho safrinha	Milheto / Algodão	PC e PD
6[f]	Milheto / Algodão	Soja / Crotalária	Milho verão + Braquiária	PC e PD

[1]Projeto conduzido com apoio financeiro do IPNI Brasil.

Legenda: T – tratamento. PD – plantio direto. PC – preparo convencional (revolvimento anual do solo com grade aradora, durante a entressafra).

[a] Monocultivo de algodão sem cultura de cobertura do solo no inverno;

[b] Milheto ADR-300, semeado na primavera;

[c] *Brachiaria ruziziensis*, semeada na primavera;

[d] *Crotalaria ochroleuca*, semeada na primavera; Milheto ADR-300, semeado na primavera, e *Brachiaria ruziziensis*, semeada simultaneamente ao milho safrinha;

[e] Milheto ADR-300, semeado na primavera;

[f] Milheto ADR-300, semeado na primavera; *Crotalaria ochroleuca*, semeada na safrinha; e *Brachiaria ruziziensis*, semeada simultaneamente ao milho verão.

Para possibilitar a obtenção anual de resultados de cada cultura nos esquemas de rotação (tratamentos 4, 5 e 6), replicou-se o número de parcelas em função de cada esquema de RC. Por exemplo, o tratamento 4 [(crotalária/algodão)] / [(milheto/algodão)] / [(soja/milho safrinha + braquiária)] possui, em cada repetição, três parcelas experimentais (Anexo 6), onde cada uma delas é cultivada diferentemente, respeitando a sequência programada para os anos seguintes. Com isso, ao final do ciclo trianual, será possível ter informações de todo o processo de rotação. As parcelas experimentais são constituídas de 22 linhas espaçadas em 0,9 m entre si, para a cultura do algodoeiro, e de 44 linhas, espaçadas em 0,45 m entre si para as culturas da soja e do milho verão e safrinha.

No sétimo ano do estudo, safra 2014/2015, houve alterações nos tratamentos 3, 4 e 6, as quais podem ser observadas na Tabela 4. As alterações foram realizadas visando se aproximar ainda mais às reais condições de campo.

Tabela 4. Tratamentos utilizados para a avaliação de sistemas de produção de fibra em diferentes esquemas de sucessão e rotação de culturas, no Estado de Mato Grosso[1], a partir do sétimo ano de estudo (safra 2014/2015). Estação Experimental Cachoeira, Itiquira – MT.

T	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Manejo do solo
1[a]	Pousio / Algodão	Pousio / Algodão	Pousio / Algodão	PC e PD
2[b]	Milheto / Algodão	Milheto / Algodão	Milheto / Algodão	PC e PD
3[c]	Milheto / Algodão	Milheto / Algodão	Milheto / Algodão	PC* e PD*
4[d]	Algodão	Milheto / Algodão	Soja / Milho safrinha + Braq.	PC e PD
5[e]	Milheto / Algodão	Soja / Milho safrinha	Milheto / Algodão	PC e PD
6[f]	Algodão	Soja / Crotalária	Milho verão + Braquiária	PC e PD

[1]Projeto conduzido com apoio financeiro do IPNI Brasil.
Safra 2014/2015 = Algodão: cv TMG 81WS; Soja: cv TMG 7262 IPRO; Milho: híbrido DKB 310 PRO, no verão e na safrinha.
Legenda: T – tratamento. PD – plantio direto. PC – preparo convencional (revolvimento anual do solo com grade aradora, durante a entressafra).
[a] Monocultivo de algodão sem cultura de cobertura do solo no inverno;
[b] Milheto semeado na primavera;
[c] Milheto semeado na primavera; *Subsolagem anual no PD e grade no PC apenas em anos de calagem;
[d] Milheto semeado na primavera, e Braquiária semeada simultaneamente ao milho safrinha;
[e] Milheto semeado na primavera;
[f] Crotalária semeada na safrinha; e Braquiária semeada simultaneamente ao milho verão.

As semeaduras da crotalária após a soja (tratamento 6) e do milheto antecedendo o cultivo do algodão (tratamentos 2, 3, 4 e 5) foram realizadas na safrinha e na primavera, respetivamente. As sementes foram aplicadas manualmente à lanço (milheto: 18 kg ha^{-1} e crotalária: 25 kg ha^{-1} de sementes), procedendo-se posteriormente a incorporação com equipamento do tipo "correntão". No florescimento pleno do milheto e da crotalária procedeu-se a coleta de amostras da parte aérea das culturas de cobertura mediante o corte da massa vegetal presente em 1,0 m^2 em dois pontos de cada parcela. Em seguida, procedeu-se a dessecação da cobertura vegetal mediante a aplicação de herbicida glifosato para a semeadura do algodoeiro. As amostras foram secas em estufa e os valores obtidos extrapolados para t ha^{-1} de massa seca, para cada espécie de cobertura.

A braquiária, empregada na modalidade de cultivo consorciado nos tratamentos 4 e 6, foi semeada na linha do milho (8,5 kg ha^{-1} de sementes, equivalente a 400 pontos de VC ha^{-1}), junto com o fertilizante no sulco de semeadura. Após a colheita do milho, em 30/07/2015, a braquiária permaneceu em desenvolvimento até 13/11/2015, momento em que se determinou a massa seca em tais tratamentos (corte da massa vegetal presente em 1,0 m^2 em dois pontos de cada parcela). As amostras foram secas em estufa e os valores obtidos extrapolados para t ha^{-1} de massa seca.

Na semeadura da soja, realizada no dia 29/10/2014, foram aplicados 45 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 25 kg ha^{-1} de S, via superfosfato simples no sulco e logo após a semeadura, a aplicação de 90 kg ha^{-1} de K_2O, via cloreto de potássio, a lanço. A cultivar utilizada foi a TMG 7262 IPRO (grupo de maturação 6.2). As sementes foram tratadas com Cruiser® (0,5 mL kg^{-1}), Standak Top® (1,0 mL kg^{-1}), Derosal Plus® (2,0 mL kg^{-1}), CoMo® (3,0 mL kg^{-1}) e inoculante contendo estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* (2,0 mL kg^{-1}). O manejo de pragas foi feito através do monitoramento frequente e, quando necessário, foram feitas aplicações de inseticidas.

O processo de semeadura do milho verão ocorreu no dia 04/12/2014, nas parcelas do tratamento 4, e a semeadura do milho safrinha no dia 25/02/2015 nas parcelas dos tratamentos 4 e 5. Em ambos os casos utilizaram-se sementes do híbrido comercial DKB 310 PRO com população programada de 65.000 e 60.000 plantas ha^{-1} no verão e na safrinha, respectivamente.

Na adubação de semeadura (sulco) do milho verão foram aplicados 40 kg ha^{-1} de N, 50 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 2,5 kg ha^{-1} de Zn, quantidades supridas pela mistura de ureia, MAP e Zincodur. Logo após a semeadura, aplicou-se 50 kg ha^{-1} de K_2O via KCl e quando as plantas encontravam-se no estádio de desenvolvimento V_4 – quarta folha expandida (RITCHIE et al., 2003), houve a aplicação de 120 kg ha^{-1} de N, via ureia. Na adubação de semeadura (sulco) nas parcelas de milho safrinha foram aplicados 40 kg ha^{-1} de N, 40 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 2,5 kg ha^{-1} de Zn, quantidades supridas pela mistura de ureia, MAP e Zincodur. Logo após a semeadura, aplicou-se 30 kg ha^{-1} de K_2O via KCl e quando as plantas encontravam-se no estádio de desenvolvimento V_4 – quarta folha expandida (RITCHIE et al., 2003), houve a aplicação de 60 kg ha^{-1} de N, via ureia.

O manejo inicial de plantas invasoras foi realizado através do uso do herbicida atrazina e o manejo de pragas foi feito através do monitoramento frequente e, quando necessário, foram feitas aplicações de inseticidas. Na adubação, tanto da soja e quanto do milho, são levados em consideração as quantidades de reposição dos nutrientes.

No milho verão houve forte fitotoxicidade de herbicida aplicado em pós-emergência, o que comprometeu a continuação do desenvolvimento da cultura. Assim, as plantas que se encontravam em fase de pré-pendoamento foram roçadas com Triton e uma nova semeadura foi realizada em 25/02/2015, cuja adubação de no sulco foi de 40 kg ha^{-1} de N via ureia e 30 kg ha^{-1} de P_2O_5 via MAP. E, em cobertura, quando as plantas encontravam-se no estádio de desenvolvimento V_4 – quarta folha expandida (RITCHIE et al., 2003), houve a aplicação de 60 kg ha^{-1} de N, via ureia.

As colheitas da soja e do milho foram realizadas nos dias 16/02/2015 e 30/07/2015, respectivamente. Nesta ocasião, foram avaliados os seguintes parâmetros agronômicos na soja e no milho:

i) População final de planta: na pré-colheita, determinada pela contagem do número de plantas presentes em dois pontos com duas linhas adjacentes de 5,0 m de comprimento. Os valores médios entre os dois pontos amostrais foram extrapolados para plantas ha^{-1};

ii) Altura final de planta: na pré-colheita, obtida pela medição da região do "colo" até a extremidade superior das plantas de soja. No caso do milho, a altura final de planta foi obtida pela medição do comprimento do colmo (distância entre a superfície do solo e a base da folha "bandeira"). Foram avaliadas dez plantas representativas de soja e de milho da área útil de cada parcela, com os resultados expressos em centímetros;

iii) Peso de mil grãos: determinado pela pesagem de cinco subamostras de 100 grãos por parcela, as quais foram submetidas à pesagem em balança de precisão. Os resultados foram extrapolados para mil grãos e o peso corrigido para 13% de umidade (b.u.); e

iv) Produtividade de grãos: para a determinação da produtividade da soja e do milho (verão e safrinha), foi demarcado um ponto representativo por parcela, o qual foi constituído por 14 linhas de 5,0 m de comprimento (31,5 m^2). Assim, as produtividades de soja e de milho foram obtidas a partir da trilha mecânica e pesagem dos grãos oriundos das plantas colhidas na área útil das parcelas, a qual foi convertida para sacas ha^{-1} e corrigida para 13% de umidade (b.u.).

Para o cultivo do algodoeiro, sementes da variedade TMG 81 WS foram tratadas com fungicida e inseticidas (Carbendazin + Thiram: 30 + 70 g do i.a./100 kg de sementes; e Tiametoxan: 70 g do i.a./100 kg de sementes). O algodão foi semeado no dia 18/12/2014. No sulco de semeadura foram aplicados 40 kg ha^{-1} de N, 70 kg ha^{-1} de P_2O_5, 38 kg ha^{-1} de S e 2,0 kg ha^{-1} de B, quantidades supridas pela mistura de ureia, superfosfato simples e Borogran.

O controle inicial de plantas invasoras e o manejo de pragas foram realizados através do monitoramento frequente e, quando necessário, realizadas aplicações de inseticidas, fungicidas e, conforme o desenvolvimento das plantas, de regulador de crescimento. Logo após a semeadura, foram aplicados 120 kg ha^{-1} de K_2O, via KCl a lanço. Aos 20 e 50 dias após a emergência das plântulas foram aplicados 60 kg ha^{-1} de N na forma de sulfato de amônio e ureia, respectivamente.

Na Tabela 5 estão inseridas as cultivares de algodão e de soja, de híbridos de milho, no verão e na safrinha, e espécies de culturas de cobertura utilizadas ao longo do tempo no experimento que enfatiza a avaliação de sistemas de produção de fibra.

Tabela 5. Cultivares de algodão e de soja e de híbridos de milho, no verão e na safrinha, e espécies de culturas de cobertura utilizadas ao longo do tempo no experimento que enfatiza a avaliação de sistemas de produção de fibra. Estação Experimental Cachoeira, Itiquira – MT.

Safra	Algodão	Soja	Milho		Culturas de cobertura		
			Verão	Safrinha	Milheto	Braquiária	Crotalária
2008/2009	FMT 701	TMG 123 RR	P30F35	30K75Y	ADR-300	*B. ruziziensis*	*C. ochroleuca*
2009/2010	FMT 707	TMG 123 RR	DKB 390 Y	DKB 390 Y	ADR-300	*B. ruziziensis*	*C. ochroleuca*
2010/2011	FMT 701	TMG 1176 RR	P30F35 Hx	P30F35 Hx	ADR-300	*B. ruziziensis*	*C. ochroleuca*
2011/2012	FMT 709	TMG 1176 RR	P30F35 Hx	P30F35 Hx	ADR-300	*B. ruziziensis*	*C. spectabilis*
2012/2013	FMT 709	TMG 1176 RR	P30F35 Hx	P30F35 Hx	ADR-300	*B. ruziziensis*	*C. ochroleuca*
2013/2014	TMG 81 WS	TMG 1176 RR	P30F35 YH	P30F35 YH	ADR-300	*B. ruziziensis*	*C. ochroleuca*
2014/2015	TMG 81 WS	TMG 7262 RR	DKB310 PRO	DKB310 PRO	ADR-300	*B. ruziziensis*	*C. ochroleuca*

Durante a pré-colheita e na colheita da cultura, realizada nos dias 16, 17, 18, 19 e 20/06/2015, foram avaliadas as seguintes características agronômicas no algodoeiro:

i) População final de plantas: na pré-colheita, determinada pela contagem do número de plantas presentes em dois pontos com duas linhas adjacentes de 5,0 m de comprimento. Os valores médios entre os dois pontos amostrais foram extrapolados para plantas ha^{-1};

ii) Altura final de planta: a determinação da altura média de planta foi realizada quando a cultura apresentava-se com 90% dos capulhos abertos. Foram avaliadas 10 plantas representativas da área útil de cada parcela, com auxílio de régua graduada e os resultados expressos em centímetros;

iii) Rendimento de algodão em fibra: na colheita (presença de todos os capulhos abertos), foram coletadas as amostras padrões (coleta aleatória de 20 capulhos representativos por parcela). Assim, o rendimento de algodão em fibra foi obtido após as amostras padrões terem sido beneficiadas (separação da fibra e do caroço). Os resultados foram expressos em percentual; e

iv) Rendimento de algodão em caroço: quando todos os capulhos das plantas estavam abertos, procedeu-se a colheita da cultura. Para a determinação do rendimento de algodão em caroço, foi demarcado um ponto representativo por parcela, o qual foi constituído por sete linhas de 5,0 m de comprimento (31,5 m^2). Os capulhos presentes neste espaço foram coletados e agrupados em sacos separados. Em seguida, as amostras foram processadas para determinação da massa e umidade (corrigida para 6% de umidade). Os resultados foram extrapolados em @ ha^{-1}.

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste F da análise de variância (ANOVA), comparando-se as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade (PIMENTEL GOMES; GARCIA, 2002). O aplicativo computacional utilizado foi o SISVAR (FERREIRA, 2003).

5. RESULTADOS

5.1. Experimento 1 – Sistemas de produção de grãos

O resumo da análise de variância e os valores médios dos parâmetros agronômicos mensurados, na safra 2014/2015, no experimento em que se avaliam diferentes sistemas de sucessão e rotação de culturas no Estado de Mato Grosso, são apresentados na Tabela 6.

A produtividade, a altura final de planta e o peso de mil grãos de soja foram influenciados pelos diferentes sistemas de sucessão e rotação de culturas. O mesmo comportamento não foi verificado para a população final de plantas. As médias de produtividade de soja e de altura de planta foram estatisticamente semelhantes entre a maioria dos tratamentos. Os tratamentos que contemplam o baixo aporte de palhada, ou seja, os tratamentos sob monocultivo de soja (T1 = soja/pousio sem revolvimento do solo e T2 = soja/pousio com revolvimento anual do solo, com grade aradora, na entressafra), apresentaram menores produtividades de grãos e altura de planta em relação aos demais tratamentos. Menor peso de mil grãos foi constatado no tratamento 1 (soja/pousio sem revolvimento do solo).

Apenas a população e altura final de planta do milho verão consorciado com braquiária sofreram influências dos tratamentos estabelecidos, 4 e 5 (Tabela 6). Maior população de planta foi obtida no tratamento 4 (Sm/Sc/M+B), ao passo que maior altura de planta foi constatada no tratamento 5 (Sc/M+B).

A análise de variância não acusou diferenças significativas entre os tratamentos para os parâmetros produtividade de grãos, população final de plantas, altura final de planta e peso de mil grãos de milho safrinha na safra 2014/2015 (Tabela 6). Do mesmo modo, tanto a massa seca de parte aérea do milheto quanto da crotalária não foi influenciada pelo sistema de rotação e sucessão de culturas.

Tabela 6. Resumo da análise de variância e valores médios de produtividade (PROD), população final de plantas (PFP), altura final de planta (AFP) e peso de mil grãos (PMG) de soja (cv TMG 7262 IPRO) e de milho verão*** e safrinha (híbrido DKB 310 PRO) e produção de massa seca da parte aérea de milheto (cv ADR-300), *Crotalaria ochroleuca* e *braquiaria ruziziensis* na safra 2014/2015, sob diferentes sistemas de sucessão e rotação de culturas no Estado de Mato Grosso[1]. Estação Experimental Cachoeira, Itiquira – MT.

Parâmetros agronômicos	T1	T2	T3	T4			T5		T6			T7	T8	Análise de variância		
	Sp	Sm	Sb	---------- Sm/Sc/M+B ----------			----- Sc/M+B ----		---------- Sc/SMi+b/B --------			SMi	Sp*	P>F	CV (%)	DMS (10%)
				Sm	Sc	M+B	Sc	M+B	Sc	SMi+b	B**					
Cultura da soja (safra 2014/2015)																
PROD (sc ha^{-1})	29 b	59 a	59 a	57 a	50 a	-	58 a	-	55 a	59 a	-	58 a	23 b	<0,0001	12,19	14
PFP (x 10.000)	43,0 a	40,9 a	45,6 a	44,1 a	43,6 a	-	38,1 a	-	42,3 a	38,8 a	-	39,9 a	41,8a	0,2265	9,56	8,8
AFP (cm)	57,1 c	89,3ab	95,0 a	96,0 a	88,3 ab	-	95,7 a	-	92,1ab	87,4ab	-	84,0 a	49,7c	<0,0001	5,54	10,2
PMG (g)	140 b	160ab	160 ab	162 ab	147 ab	-	156 ab	-	163 a	166 a	-	159ab	154ab	0,0298	6,31	21,8
Milho verão* (safra 2014/2015)**																
PROD (sc ha^{-1})	-	-	-	-	-	157,1 a	-	155,6 a	-	-	-	-	-	0,6818	2,91	7,6
PFP (x 10.000)	-	-	-	-	-	5,83 a	-	5,50 b	-	-	-	-	-	0,0462	2,53	0,24
AFP (cm)	-	-	-	-	-	231,4 b	-	244,8 a	-	-	-	-	-	0,0832	3,12	12,4
PMG (g)	-	-	-	-	-	347,3 a	-	352,6 a	-	-	-	-	-	0,4598	2,55	14,9
Milho safrinha (safra 2014/2015)																
PROD (sc ha^{-1})	-	-	-	-	-	-	-	-	-	156 a	-	154 a	-	0,4497	2,55	6,5
PFP (x 10.000)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,06 a	-	6,19 a	-	0,1411	1,61	0,16
AFP (cm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	239 a	-	233 a	-	0,4861	4,58	18,0
PMG (g)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	348 a	-	344 a	-	0,5243	2,72	15,6
Massa seca da parte aérea (safra 2014/2015)																
Milheto (t ha^{-1})	-	10,5 a	-	11,4 a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4635	15,29	2,79
Crotalária (t ha^{-1})	-	-	-	-	3,84 a	-	3,98 a	-	3,59 a	-	-	-	-	0,7767	20,57	1,39
Braquiária (t ha^{-1})	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,0	-	-	-	-	-

[1]Projeto conduzido com apoio financeiro do IPNI Brasil. Médias seguidas por mesma letra nas linhas não diferem pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade.

Legenda: Sp = soja/pousio, sem revolvimento do solo na entressafra; Sp* = soja/pousio, com revolvimento anual do solo, com grade aradora, na entressafra; Sm = soja/milheto na safrinha; Sb = soja/braquiária na safrinha; Sc = soja/crotalária na safrinha; M+B = milho verão + braquiária; SMi+b = soja/milho safrinha + braquiária; SMi – soja/milho safrinha; B** = braquiária restabelecida do consórcio com milho safrinha e cultivada por 18 meses. ***Milho ressemeado em 25/02/2015 (mesma data de semeadura do milho safrinha).
CV = coeficiente de variação experimental. DMS = diferença mínima significativa. PFP = população final, em plantas ha^{-1} (x 10.000).

5.1.1. Considerações gerais

Após seis safras agrícolas, ou seja, desde a instalação do experimento até a safra 2013/2014, o efeito do poder tampão do solo sobre os tratamentos em avaliação ficou muito evidente. Sendo assim, até o sexto ano do estudo, o risco de concluir sobre a superioridade de algum dos sistemas de produção são muito altos, se forem embasados apenas nos resultados obtidos em um curto período de tempo. Daí a importância de realizar pesquisas com RC de longa duração, e analisar os resultados de forma sistemática e minuciosa. Logo, tomando-se como referência a produtividade de grãos de soja, no sexto ano do estudo foi possível notar o início do declínio do sistema soja/pousio, quando associado ao revolvimento anual do solo no período de entressafra.

Em síntese, os dados pré-eliminares, até o sexto ano, utilizando-se cultivares de soja de ciclo médio, na maioria dos anos a TMG 1176 RR (cultivar com hábito de crescimento determinado), apontam a ausência de diferença entre quaisquer tratamentos que contemplam monocultura, sucessão ou rotação de culturas; com cobertura ou sem cobertura; e com revolvimento anual ou sem revolvimento do solo. No entanto, no sétimo ano de experimentação (safra 2014/2015), com o uso de cultivar de soja superprecoce (TMG 7262 RR, cultivar com hábito de crescimento semi-determinado, cujo ciclo foi de 98 dias na ausência de dessecação em pré-colheita), em ano de precipitação irregular em janeiro/2015, foi possível evidenciar que o monocultivo de soja, sem revolvimento do solo na entressafra, produziu entre 25 e 30 sacas ha^{-1} de soja a menos que os tratamentos que contemplam palhada ou algum esquema de sucessão e/ou rotação de culturas (Tabela 6). Sob monocultivo de soja, com revolvimento anual do solo na entressafra, as diferenças foram ainda maiores (entre 32 e 36 saca ha^{-1} de soja a menos que os tratamentos com palhada ou com sucessão e/ou rotação de culturas), fato que demonstra o quanto a prática da gradagem anual pode ser maléfica ao sistema produtivo ao longo dos anos, comprometendo sua sustentabilidade e eficiência no aproveitamento de nutrientes, por exemplo.

No Anexo 2 é possível observar, visualmente, as diferenças existentes no desenvolvimento da soja entre alguns tratamentos. O que mais chamou atenção, nesta última safra, 2014/2015, foram as diferenças visuais entre os tratamentos sob monocultivo de soja (tratamentos 1 e 8) e os tratamentos com sucessão de culturas, seja este

soja/milheto, soja/braquiária ou soja/milho safrinha. Lembrando que a diferença visual também se manifestou na produtividade da soja, conforme mencionado anteriormente. Em outras palavras, foram necessários sete anos de estudo para que os problemas oriundos de um tratamento "agressivo", que é o monocultivo de soja, começassem a aparecer.

Fica evidente o quanto a cobertura do solo, o aporte de carbono, a formação de palha na superfície do solo, a matéria orgânica do solo, etc., são importantes para a estabilidade do sistema de produção e eficiência nos fatores de produção que culminam em ganhos de produtividade. As drásticas diferenças entre os tratamentos mencionados muito provavelmente não se deve a fertilidade química do solo, pois a adubação é a mesma em todos os tratamentos. Acontece que o monocultivo de soja, quando adotado por longo período de tempo, leva à obtenção de um sistema ineficiente no aproveitamento de nutrientes, água, exploração do solo e ineficiente no combate ao manejo dos nematoides, doenças radiculares, etc. Ou seja, para estes casos, a adubação em si não resolve os problemas e não é ela que devolverá ao produtor maiores patamares produtivos, mas sim, uma série de práticas que visam a obtenção de um sistema de produção eficaz, dentre elas, por exemplo, a adoção do sistema plantio direto, rotação de culturas e uso de culturas de cobertura visando aporte de carbono e matéria orgânico no solo. É evidente que o efeito do sistema de produção "fala muito alto", mais que a própria acidez do solo ou o fornecimento de altas doses de fertilizantes, fato que é comprovado também em outros experimentos que a FUNDAÇÃO MT/PMA tem conduzido ao longo desses últimos sete anos de pesquisa em sistemas de produção e manejo do solo. Do mesmo modo, não se tem dúvida de que o sistema de produção adotado ao longo do tempo interfere na estabilidade de produção, principalmente em safras com chuvas irregulares.

Apesar de ser o sétimo ano desta pesquisa a campo, ainda não há diferenças significativas entre os tratamentos com sucessão ou rotação de culturas (Tabela 6). Infelizmente ou felizmente os tratamentos que contemplam sucessão de culturas, dentre eles o mais adotado no estado do Mato Grosso, sistema soja/milho safrinha. Logo, não há dúvidas de que o solo local apresenta um poder tampão muito alto (alto teor de argila e boa fertilidade, principalmente), fazendo com que as respostas aos esquemas de rotação de culturas sejam percebidas tardiamente, demandando muito tempo. Por isso, ensaios de rotação de culturas devem ser planejados a longo prazo.

5.2. Experimento 2 – Sistemas de produção de fibra

O resumo da análise de variância e os valores médios de rendimento de algodão em caroço, rendimento de algodão em fibra, população final de plantas, altura final de planta e peso de capulho de algodão (cv TMG 81 WS) na safra 2014/2015, sob diferentes sistemas de sucessão e rotação de culturas e manejo do solo no Estado de Mato Grosso, são apresentados na Tabela 7. Observa-se que o rendimento de algodão em caroço foi influenciado, isoladamente, pelos diferentes sistemas de sucessão e rotação de culturas e manejo do solo. O rendimento de algodão em fibra e a altura final de planta foram influenciados, respectivamente, pelos sistemas de sucessão/rotação de culturas e manejo do solo. Já a população final de plantas e o peso de capulho não foram aletrados pelos tratamentos estabelecidos no estudo. Não houve interação significativa entre os fatores rotação de culturas e manejo do solo para nenhum parâmetro avaliado no algodão.

Na sucessão milheto/algodão (tratamento 2) e no esquema de rotação A/mA/SMi+b (tratamento 4), os rendimentos médios de algodão em caroço foram estatisticamente maiores no preparo convencional do solo (Tabela 7). Nos demais esquemas de sucessão e rotação de culturas não houve diferença entre os manejos do solo. Por outro lado, o sistema de monocultivo de algodão (T1: pousio/algodão), tanto sob preparo convencional do solo quanto em plantio direto, apresentou os menores rendimentos médios de algodão em caroço.

O rendimento de algodão em fibra foi maior no plantio direto, no sistema de monocultivo de algodão (T1: pousio/algodão) (Tabela 7), sendo que nos demais esquemas de sucessão e rotação de culturas não houve diferença entre os manejos do solo. No tocante a altura de planta, o sistema de monocultivo de algodão (T1: pousio/algodão) em plantio direto apresentou a menor média. Não houve diferença entre os esquemas de rotação e sucessão de culturas na presença do preparo convencional do solo.

O resumo da análise de variância e os valores médios de produtividade, população final de plantas, altura final de planta e peso de mil grãos de soja (cv TMG 7262 IPRO) mensurados, na safra 2014/2015, no experimento em que se avaliam diferentes sistemas de sucessão e rotação de culturas e manejo do solo no Estado de Mato Grosso, são apresentados na Tabela 8.

A produtividade de grãos e a altura de planta de soja foram influenciadas, isoladamente, pela rotação de culturas e pelo manejo do solo (Tabela 8). Nos três esquemas de rotação de culturas em que a soja está iserida, maiores produtividades de grãos e altura de planta foram obtidas no sistema plantio direto. Sob preparo convencional do solo, maior altura de planta foi obtida no esquema de rotação 6 (A/Sc/M+B), enquanto sob sistema plantio direto, maiores alturas de planta foram evidenciadas nos esquemas de rotação 4 (A/mA/SMi+b) e 6 (A/Sc/M+B).

Houve efeito isolado do manejo do solo sobre o peso de mil grãos de soja (Tabela 8), em que maiores valores foram obtidos no sistema plantio direto, independente do esquema de rotação de culturas. A população final de plantas não foi alterada pelos tratamentos estabelecidos no estudo. Não houve interação significativa entre os fatores rotação de culturas e manejo do solo para nenhum parâmetro avaliado na cultura da soja.

O resumo da análise de variância e os valores médios de produtividade, população final de plantas, altura final de planta e peso de mil grãos de milho verão e safrinha e produção de massa seca da parte aérea de milheto, *Crotalaria ochroleuca* e *Brachiaria ruziziensis* na safra 2014/2015, sob diferentes sistemas de sucessão e rotação de culturas e manejo do solo no Estado de Mato Grosso, são apresentados na Tabela 9.

Apenas a população final de planta e o peso de mil grãos do milho verão consorciado com a braquiária foram influenciados pelo manejo do solo, em que o sistema plantio direto propiciou maioes médias (Tabela 9). A produtividade de grãos e a altura de planta não foram alteradas pelos tratamentos propostos. Dos parâmetros agronômicos avaliados no milho safrinha, somente a população final de plantas sofreu influência, isoladamente, do manejo do solo adotado. Na presença do esquema de rotação 4 (A/mA/SMi+b), o sistema plantio direto resultou em maior população de planta.

A massa seca de parte aérea do milheto foi alterada, isoladamente, pelos sistemas de sucessão e rotação de culturas, enquanto a massa seca de braquiária foi influenciada pelos sistemas de sucessão e rotação de culturas e manejo do solo (Tabela 9). Sob plantio direto, maior quantidade de massa seca de milheto foi obtida no sistema de sucessão milheto/algodão (tratamento 2), enquanto que sob preparo convencional do solo, não houve direrença entre sistemas de sucessão e rotação de culturas. A massa seca da parte aérea da crotalária não foi alterada pelo manejo do solo.

Tabela 7. Resumo da análise de variância e valores médios de rendimento de algodão em caroço (RAC), rendimento de algodão em fibra (RAF), população final de plantas (PFP), altura final de planta (AFP) e peso de capulho (PC) de algodão (cv TMG 81 WS) na safra 2014/2015, sob diferentes sistemas de sucessão e rotação de culturas e manejo do solo no Estado de Mato Grosso[1]. Estação Experimental Cachoeira, Itiquira – MT.

Parâmetro agronômico	Manejo do solo	T1	T2	T3	T4			T5		T6			Análise de variância			CV (%)
					---------- A/mA/SMi+b ----------			---- mA/SMi ----		---------- A/Sc/M+B ----------			---------- P>F ----------			
		pA	mA	mA**	A	mA	SMi+b	mA	SMi	A	Sc	M+B	Rotação	Manejo	R x M	
							Cultura do algodão (safra 2014/2015)									
RAC (@ ha^{-1})	PC	211 bA	267 aA	256 aA	252 aA	261 aA	-	258 aA	-	278 aA	-	-	<0,0001	0,0688	0,4176	5,99
	PD	218 cA	244 abcB	248 abcA	232 bcB	258 abA	-	260 abA	-	270 aA	-	-				
RAF (%)	PC	44,3 aB	45,6 aA	44,7 aA	44,7 aA	45,3 aA	-	45,2 aA	-	44,9 aA	-	-	0,2189	0,0077	0,7585	1,78
	PD	45,2 aA	45,8 aA	45,7 aA	45,6 aA	45,3 aA	-	46,1 aA	-	45,2 aA	-	-				
PFP (x 10.000)*	PC	7,61 aA	7,36 aA	8,47 aA	7,58 aA	6,92 aA	-	7,56 aA	-	8,89 aA	-	-	0,2837	0,8596	0,9784	17,2
	PD	7,97 aA	7,17 aA	7,97 aA	7,89 aA	7,34 aA	-	8,00 aA	-	8,50 aA	-	-				
AFP (cm)	PC	126 aA	129 aA	135 aA	132 aA	128 aA	-	126 aA	-	130 aA	-	-	0,0487	0,2885	0,8495	6,68
	PD	116 bA	123 abA	136 aA	131 abA	126 abA	-	127 abA	-	129 abA	-	-				
PC (g)	PC	4,14 aA	4,41 aA	4,37 aA	4,41 aA	4,46 aA	-	4,44 aA	-	4,43 aA	-	-	0,7477	0,8552	0,8745	6,49
	PD	4,35 aA	4,23 aA	4,38 aA	4,31 aA	4,47 aA	-	4,47 aA	-	4,34 aA	-	-				

[1]Projeto conduzido com apoio financeiro do IPNI Brasil. Médias seguidas por mesma letra minúscula nas linhas e por mesma letra maiúscula nas colunas, em cada parâmetro agronômico, não diferem pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade. *PFP = população final, em plantas ha^{-1} (x 10.000). **A partir da safra 2014/2015 passou a receber subsolagem anualmente no PD e grade no PC apenas em anos de calagem.

Legenda: pA = pousio/Algodão; mA = milheto/Algodão; A = Algodão; SMi+b = Soja/Milho safrinha + braquiária; SMi – Soja/Milho safrinha; Sc – Soja/crotalária; M+B = Milho verão + Braquiária; PC = preparo convencional; PD = plantio direto.

Tabela 8. Resumo da análise de variância e valores médios de produtividade, população final de plantas (PFP), altura final de planta (AFP) e peso de mil grãos (PMG) de soja (cv TMG 7262 IPRO) na safra 2014/2015, sob diferentes sistemas de sucessão e rotação de culturas e manejo do solo no Estado de Mato Grosso[1]. Estação Experimental Cachoeira, Itiquira – MT.

Parâmetro agronômico	Manejo do solo	T1	T2	T3	T4			T5		T6			Análise de variância			CV (%)
					---------- A/mA/SMi+b ----------			------- mA/SMi -------		--------- A/Sc/M+B ---------			---------- P>F ----------			
		pA	mA	mA**	A	mA	SMi+b	mA	SMi	A	Sc	M+B	Rotação	Manejo	R x M	
	Cultura da soja (safra 2014/2015)															
PROD (sc ha^{-1})	**PC**	-	-	-	-	-	59 aB	-	55 aB	-	58 aB	-	0,0983	<0,0001	0,6941	3,65
	PD	-	-	-	-	-	64 aA	-	62 aA	-	63 aA	-				
PFP (x 10.000)*	**PC**	-	-	-	-	-	45,8 aA	-	45,3 aA	-	44,0 aA	-	0,3657	0,1252	0,5686	6,37
	PD	-	-	-	-	-	48,7 aA	-	45,4 aA	-	46,8 aA	-				
AFP (cm)	**PC**	-	-	-	-	-	66,3 bB	-	65,8 bB	-	72,2 aB	-	0,0008	<0,0001	0,5222	5,02
	PD	-	-	-	-	-	76,0 aA	-	73,1 bA	-	83,7 aA	-				
PMG (g)	**PC**	-	-	-	-	-	153,4 aB	-	151,7 aB	-	154,4 aB	-	0,5703	0,0018	0,9004	2,24
	PD	-	-	-	-	-	158,5 aA	-	158,0 aA	-	159,2 aA	-				

[1]Projeto conduzido com apoio financeiro do IPNI Brasil. Médias seguidas por mesma letra minúscula nas linhas e por mesma letra maiúscula nas colunas, em cada parâmetro agronômico, não diferem pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade. *PFP = população final, em plantas ha^{-1} (x 10.000). **A partir da safra 2014/2015 passou a receber subsolagem anualmente no PD e grade no PC apenas em anos de calagem.

Legenda: pA = pousio/Algodão; mA = milheto/Algodão; A = Algodão; SMi+b = Soja/Milho safrinha + braquiária; SMi – Soja/Milho safrinha; Sc – Soja/crotalária; M+B = Milho verão + Braquiária; PC = preparo convencional; PD = plantio direto.

Tabela 9. Resumo da análise de variância e valores médios de produtividade (PROD), população final de plantas (PFP), altura final de planta (AFP) e peso de mil grãos (PMG) de milho verão*** e safrinha (DKB 310 PRO) e produção de massa seca da parte aérea de milheto, *Crotalaria ochroleuca* e *Brachiaria ruziziensis* na safra 2014/2015, sob diferentes sistemas de sucessão e rotação de culturas e manejo do solo no Estado de Mato Grosso[1]. Estação Experimental Cachoeira, Itiquira – MT.

Parâmetros agronômicos	Manejo do solo	T1	T2	T3	T4			T5		T6			Análise de variância			CV (%)
					---------- A/mA/SMi+b ----------			----- mA/SMi -----		---------- A/Sc/M+B ----------			---------- P>F ----------			
		pA	mA	mA**	A	mA	SMi+b	mA	SMi	A	Sc	M+B	Rotação	Manejo	R x M	
	Milho verão* (safra 2014/2015)**															
PROD (sc ha^{-1})	PC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	148 A	-	0,2518	-	5,37
	PD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	140 A				
PFP (x 10.000)*	PC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,61 B	-	0,0163	-	1,12
	PD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,83 A				
AFP (cm)	PC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	239,2 A	-	0,4497	-	0,58
	PD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	238,4 A				
PMG (g)	PC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	342,4 A	-	0,0184	-	0,47
	PD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	337,1 B				
	Milho safrinha (safra 2014/2015)															
PROD (sc ha^{-1})	PC	-	-	-	-	-	145 aA	-	141 aA	-	-	-	0,5147	0,9226	0,6396	4,55
	PD	-	-	-	-	-	144 aA	-	143 aA	-	-	-				
PFP (x 10.000)*	PC	-	-	-	-	-	5,31 aB	-	5,61 aA	-	-	-	0,7996	0,0138	0,1321	5,59
	PD	-	-	-	-	-	6,06 aA	-	5,83 aA	-	-	-				
AFP (cm)	PC	-	-	-	-	-	229 aA	-	234 aA	-	-	-	0,5012	0,6054	0,3928	2,76
	PD	-	-	-	-	-	230 aA	-	229 aA	-	-	-				
PMG (g)	PC	-	-	-	-	-	346 aA	-	345 aA	-	-	-	0,4936	0,2214	0,7949	1,80
	PD	-	-	-	-	-	343 aA	-	340 aA	-	-	-				
	Massa seca da parte aérea (safra 2014/2015)															
Milheto (t ha^{-1})	PC	-	5,53 aA	5,40 aA	-	5,61 aA	-	4,83 aA	-	-	-	-	0,0183	0,8719	0,3768	14,66
	PD	-	6,09 aA	4,73bcA	-	5,89abA	-	4,45 cA	-	-	-	-				
Crotalária (t ha^{-1})	PC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,90 a	-	-	0,1033	-	5,62
	PD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,56 a	-				
Braquiária (t ha^{-1})	PC	-	-	-	-	-	8,70 aA	-	-	-	-	7,33 bA	0,0105	0,0204	0,7935	10,56
	PD	-	-	-	-	-	7,49 aB	-	-	-	-	6,32 bA				

[1]Projeto conduzido com apoio financeiro do IPNI Brasil. Médias seguidas por mesma letra minúscula nas linhas e por mesma letra maiúscula nas colunas, em cada parâmetro agronômico, não diferem pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade. *PFP = população final, em plantas ha^{-1} (x 10.000). **A partir da safra 2014/2015 passou a receber subsolagem anualmente no PD e grade no PC apenas em anos de calagem. **Legenda:** pA = pousio/Algodão; mA = milheto/Algodão; A = Algodão; SMi+b = Soja/Milho safrinha + braquiária; SMi – Soja/Milho safrinha; Sc – Soja/crotalária; M+B = Milho verão + Braquiária; PC = preparo convencional; PD = plantio direto. ***Milho ressemeado em 25/02/2015 (mesma data de semeadura do milho safrinha).

5.2.1. Considerações gerais

Na média de seis safras percebeu-se que a produtividade de algodão em caroço não tem sido afetada significativamente pelo sistema de manejo do solo ao longo do tempo: preparo convencional *vs* plantio direto. Em outras palavras, o sistema plantio direto está conseguindo manter, na média de seis anos, patamares produtivos similares aos constatados com o preparo convencional do solo (revolvimento anual do solo na entressafra).

O tratamento 6, no qual contempla o esquema de rotação [(milheto/algodão) / (soja/crotalária) / (milho verão + braquiária)], é o que mais tem se destacado em termos de produtividade de algodão em caroço na média de seis safras, independente do manejo do solo adotado. Tal tratamento aponta superioridade de 30 @ ha^{-1} em relação ao tratamento pousio/algodão e de 20 @ ha^{-1} comparativamente ao tratamento milheto/algodão.

Por incrível que pareça, na média de seis safras agrícolas, a produtividade de grãos de soja não foi alterada quando comparada os sistemas de manejo do solo: preparo convencional *vs* plantio direto. Fazendo uma breve comparação com o experimento anterior, embora não seja este o objetivo, é possível inferir, portanto, que o preparo convencional do solo é muito mais "agressivo" ao sistema de produção quando neste há a presença mínima de palha em superfície (ex. monocultivo de soja). Quando o sistema tem produções consideráveis de palha durante o ano safra, o efeito maléfico que o preparo convencional traz ao sistema é reduzido. Por outro lado, se analisarmos exclusivamente as produtividades de grãos de soja obtidas na safra 2014/2015 (Tabela 7), devido ao uso de uma cultivar de ciclo superprecoce (TMG 7262 RR), é possível notarmos significativamente os efeitos maléficos do preparo convencional no sistema. Pode-se inferir, indiretamente, que quanto mais precoce fora cultivar, mais suscetível ou mais exigente ela será às práticas adequadas de manejo do solo.

Por fim, os estudos de sistemas de produção de fibra e de grãos é fundamental para a sustentabilidade agronômica e econômica do setor produtivo da agricultura em Mato Grosso. Novas tecnologias são colocadas à disposição anualmente e vêm para colaborar ora com a redução do custo de produção ora com o aumento do rendimento agrícola das culturas. No entanto, muitas dessas tecnologias têm tido efeitos pontuais e onerado, até certo ponto, o custo de produção da lavoura. As informações levantadas ao longo destes

projetos de pesquisas serão de grande valia para aumentar a eficiência do uso de nutrientes e dos demais fatores de produção, sabendo-se que o uso de fertilizantes é indispensável para a obtenção de elevadas produtividades e que o custo destes insumos tem grande impacto no custo de produção.

A tendência atual de redução de ciclo de produção das cultivares modernas de soja tem impacto direto na sustentabilidade dos sistemas de produção de fibra e grãos, principalmente, nas regiões onde o regime hídrico exerce grande influência na janela de semeadura de verão. Nesse contexto, foi observada a possibilidade de obtenção de grandes rendimentos de grãos de soja e milho cultivados em uma sequência anual. Também, é correto levantar a indagação quanto ao impacto no setor produtivo causado pela possibilidade de se cultivar o algodoeiro como segunda safra após o cultivo da soja de ciclo superprecoce.

Os problemas proporcionados pela monocultura e/ou pelo cultivo sucessivo de determinadas espécies não se restringem à degradação física, química e biológica do solo, mas também à vulnerabilidade da propriedade agrícola às adversidades econômicas e climáticas. Outros exemplos de problemas adversos podem ser citados, como a ampla distribuição geográfica dos nematoides [nematoide das galhas (*Meloidogyne javanica* e *M. incognita*), nematoide de cisto da soja (*Heterodera glycines*) e nematoide das lesões (*Pratylenchus brachyurus*)] que, a cada safra, infestam novas áreas. Os problemas relacionados aos nematoides fitopatogênicos são os que mais têm impulsionado o uso da RC com espécies não hospedeiras, visando à redução da população desses patógenos no solo. A alta incidência de nematoides nas lavouras conduzidas dentro do modelo agrícola atual já era prevista; entretanto, em muitas situações, este problema tardou em ser considerado como responsável pelas altas perdas de produção.

A definição dos esquemas de RC, bem como o estudo a seu respeito, é muito dinâmico e o seu planejamento deve ser feito a médio e longo prazo. Infelizmente, o produtor não tem essa percepção e os “bons resultados”, obtidos em curto prazo (“efeito imediatismo”), devido ao revolvimento anual do solo ou com certa periodicidade, em situações em que ocorre limitação física sobre o desenvolvimento do sistema radicular das culturas, situação observada no presente estudo, em plantas de algodão, associados aos

sistemas sucessivos de culturas, por exemplo, acabam contribuindo para que esta prática não seja adotada na propriedade.

Além disso, alguns esquemas de RC, por proporcionar grandes quantidades de biomassa seca em superfície, podem dificultar o rendimento e qualidade operacional, principalmente no que se refere à semeadura das culturas posteriores.

Grandes questionamentos exigem projetos dinâmicos e focalizados. Dessa maneira, a continuação desse projeto é de extrema importância para obtenção de embasamento técnico-científico capaz de produzir alternativas viáveis e factíveis para a sustentabilidade agronômica e econômica do setor agrícola de fibra e de grãos do Estado de Mato Grosso.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTMANN, N. Rotação, sucessão e consórcio de espécies para agricultura sustentável. In: Fundação MT. **Boletim de pesquisa de soja 2006**. Rondonópolis: Fundação MT, 2006. p.236-240.

ALTMANN, N. Rotação, sucessão e consórcio de espécies para agricultura sustentável. In: Fundação MT. **Boletim de pesquisa de soja 2007**. Rondonópolis: Fundação MT, 2007. p.252-258.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira:** grãos, décimo segundo levantamento, setembro/2015. Brasília: Conab, 2015. 134p.

CORRÊA, J.C.; SHARMA, R.D. Produtividade do algodoeiro herbáceo em plantio direto no Cerrado com rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.1, p.41-46, 2004.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja:** Região Central do Brasil 2007. Embrapa Soja: Londrina, 2006. 225p. (Sistemas de Produção, 11).

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja:** região central do Brasil 2012 e 2013. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 261p. (Sistemas de Produção, 15).

FERREIRA, D.F. **Sisvar:** sistema de análise de variância para dados balanceados. Versão 5.0. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003.

KAPPES, C. **Coberturas vegetais, manejo do solo e doses de nitrogênio em cobertura na cultura do milho**. 2012. 204f. Tese (Doutorado em Agronomia – Sistemas de Produção) – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2012.

KAPPES, C.; ZANCANARO, L.; CORADINI, D.; VALENDORFF, J.D.P.; VERONESE, M.; DAVID, M.A.; FRANCISCO, E.A.B. Sistemas de produção de grãos no Estado de Mato Grosso. In: FUNDAÇÃO MT. (Org.). **Boletim de pesquisa de soja 2013/2014**. 16.ed. Rondonópolis: Primeira Página Editora, 2013. p.288-299.

LOMBARDI-NETO, F.; DECHEN, S.C.F.; CONAGIN, A.; BERTONI, J. Rotação de culturas: análise estatística de um experimento de longa duração em Campinas (SP). **Bragantia**, v.61, n.2, p.127-141, 2002.

MASCARENHAS, H.A.A.; NAGAI, V.; GALLO, P.B.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; TANAKA, R.T. Sistemas de rotação de culturas de milho, algodão e soja e seu efeito sobre a produtividade. **Bragantia**, v.52, n.1, p.53-61, 1993.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14.ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000. 477p.

PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais:** exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. (Eds.). **Cerrado:** ambiente e flora. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1998. p.89-166.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. **Como a planta de milho se desenvolve**. Piracicaba: POTAFÓS, 2003. 20p. (Informações Agronômicas, 103).

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; THOMPSON, H.E. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service, 1994.

SANTOS, H.P.; LHAMBY, J.C.B.; SPERA, S.T. Rendimento de grãos de soja em função de diferentes sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.21-29, 2006.

SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M. **Deficiências e toxicidades de nutrientes em plantas de soja:** descrição dos sintomas e ilustração com fotos. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 44p. (Documentos, 231).

ZANCANARO, L.; TESSARO, L.C. Calagem e adubação. In: FACUAL. **Algodão:** pesquisas e resultados para o campo. Cuiabá: Facual, 2006. p.36-55.

ANEXOS

Anexo 1. Estação Experimental Cachoeira, local onde os experimentos estão sendo conduzidos. Itiquira – MT.

T1 – Soja / pousio, sem revolvimento do solo na entressafra (monocultivo).

T2 – Soja / milheto na safrinha (sucessão de culturas).

T8 – Soja / pousio, com revolvimento anual do solo na entressafra com grade aradora (monocultivo).

T3 – Soja / braquiária na safrinha (sucessão de culturas).

T6A – (Soja/crotalária) / (soja/milho+braq.) / (braquiária) – rotação de culturas.

T7 – Soja / milho safrinha (sucessão de culturas).

Anexo 2. Vista geral da soja (cultivar superprecoce) em alguns tratamentos que contemplam monocultivo, sucessão e rotação de culturas no experimento RCS na safra 2014/2015. Estação Experimental Cachoeira, Itiquira – MT.

Anexo 3. Vista geral do experimento de sistemas de produção de fibra na safra 2014/2015. Estação Experimental Cachoeira, Itiquira – MT.

Anexo 4. Vista geral do experimento de sistemas de produção de fibra na safra 2014/2015. Estação Experimental Cachoeira, Itiquira – MT.

Experimento RCS
Estação Experimental Cachoeira

SAFRA 2014/2015

296 m

	20 m	3	20 m	3	20 m	3	20 m	3	20 m	3	20 m	3	20 m	3	20 m	3	20 m	3	20 m	3	20 m	3	20 m	3	20 m	
144 m	8 Soja 96		3 Soja / Braquiária 95		7 Soja / Milho 94		6C Braquiária 93		6A Soja / Crotalária 92		6B Soja/Milho+ Braquiária 91		2 Soja / Milheto 90		5B Milho + Brachiaria 89		5A Soja / Crotalária 88		4A Soja / Milheto 87		4C Milho + Braquiária 86		4B Soja / Crotalária 85		1 Soja 84	30 m
	corredor - 8 m								corredor - 8 m												corredor - 8 m					
	8 Soja 71		5A Soja / Crotalária 72	corredor - 3 m	5B Milho + Brachiaria 73		6A Soja / Crotalária 74	corredor - 3 m	6B Soja/Milho+B raquiária 75		6C Braquiária 76	corredor - 3 m	7 Soja / Milho 77		1 Soja 78	corredor - 3 m	4B Soja / Crotalária 79		4A Soja / Milheto 80	corredor - 3 m	4C Milho + Braquiária 81		3 Soja / Braquiária 82	corredor - 3 m	2 Soja / Milheto 83	30 m
	corredor - 8 m								corredor - 8 m												corredor - 8 m					
	8 Soja 70		6C Braquiária 69		6B Soja/Milho+ Braquiária 68		6A Soja / Crotalária 67		4B Soja / Crotalária 66		4C Milho + Braquiária 65		4A Soja / Milheto 64		5A Soja / Crotalária 63		5B Milho + Brachiaria 62		3 Soja / Braquiária 61		2 Soja / Milheto 60		7 Soja / Milho 59		1 Soja 58	30 m
	corredor - 8 m								corredor - 8 m												corredor - 8 m					
	8 Soja 45		7 Soja / Milho 46		1 Soja 47		3 Soja / Braquiária 48		2 Soja / Milheto 49		4A Soja / Milheto 50		4B Soja / Crotalária 51		4C Milho + Braquiária 52		5A Soja / Crotalária 53		5B Milho + Brachiaria 54		6C Braquiária 55		6B Soja/Milho+ Braquiária 56		6A Soja / Crotalária 57	30 m

Rodovia BR - 163

Anexo 5. Croqui demonstrativo da disposição dos tratamentos no experimento de sistemas de produção de grãos na safra 2014/2015. Estação Experimental Cachoeira, Itiquira – MT.

Experimento RCA
Estação Experimental Cachoeira

SAFRA 2014/2015

250 m

	20 m	3	20 m	3	20 m	3	20 m	3	20 m	3	20 m	3	20 m	3	20 m	3	20 m	3	20 m	3	20 m	
204 m	**3** Milheto / Algodão * 44		**4C** Soja/Milho+ Braquiária 43	corredor - 3 m	**4A** Algodão 42		**4B** Milheto / Algodão 41	corredor - 3 m	**1** Algodão 40		**5A** Milheto / Algodão 39	corredor - 3 m	**5B** Soja / Milho 38		**2** Milheto / Algodão 37	corredor - 3 m	**6B** Soja / Crotalária 36		**6C** Milho + Braquiária 35	corredor - 3 m	**6A** Algodão 34	45 m
	corredor - 8 m								corredor - 8 m								corredor - 8 m					8 m
	2 Milheto / Algodão 23		**6A** Algodão 24		**6B** Soja / Crotalária 25		**6C** Milho + Braquiária 26		**4A** Algodão 27		**4B** Milheto / Algodão 28		**4C** Soja/Milho+ Braquiária 29		**5B** Soja / Milho 30		**5A** Milheto / Algodão 31		**3** Milheto / Algodão * 32		**1** Algodão 33	45 m
	corredor - 8 m								corredor - 8 m								corredor - 8 m					8 m
	1 Algodão 22		**3** Milheto / Algodão * 21		**4B** Milheto / Algodão 20		**4C** Soja/Milho+ Braquiária 19		**4A** Algodão 18		**5A** Milheto / Algodão 17		**5B** Soja / Milho 16		**6A** Algodão 15		**6C** Milho + Braquiária 14		**6B** Soja / Crotalária 13		**2** Milheto / Algodão 12	45 m
	corredor - 8 m								corredor - 8 m								corredor - 8 m					8 m
	6C Milho + Braquiária 1		**6A** Algodão 2		**6B** Soja / Crotalária 3		**3** Milheto / Algodão * 4		**1** Algodão 5		**2** Milheto / Algodão 6		**4B** Milheto / Algodão 7		**4A** Algodão 8		**4C** Soja/Milho+ Braquiária 9		**5A** Milheto / Algodão 10		**5B** Soja / Milho 11	45 m

Rodovia BR - 163

Nota:
* Tratamento 3 = até a safra 2013/2014 (Braquiária/Algodão); Passa a receber subsolagem anualmente no SPD e grade no PC apenas em anos de calagem;
Tratamento 4A = até a safra 2013/2014 (Crotalária/Algodão);
Tratamento 6A = até a safra 2013/2014 (Milheto/Algodão).

Anexo 6. Croqui demonstrativo da disposição dos tratamentos no experimento de sistemas de produção de fibras na safra 2014/2015. Estação Experimental Cachoeira, Itiquira – MT.

REALIZAÇÃO:

FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MATO GROSSO
Av. Antônio Teixeira dos Santos, 1559 - Parque Universitário
Rondonópolis - MT - CEP: 78.750-000
Telefone/Fax: (66) 3439-4100
Home Page: www.fundacaomt.com.br

Eng. Agr. Dr. Claudinei Kappes
Pesquisador – Fundação MT/PMA
Sistemas de Produção e Fertilidade do Solo
claudineikappes@fundacaomt.com.br