



Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso



Programa de Monitoramento de Adubação



IPNI Brasil

RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

**SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE FIBRA E GRÃOS COM ROTAÇÃO
DE CULTURAS EM PLANTIO DIRETO NO MATO GROSSO**

Leandro Zancanaro
Eros Artur Bohac Francisco
Claudinei Kappes

Rondonópolis - MT
Dezembro de 2011

RELATÓRIO DE PESQUISA

Título:

Sistemas de produção de fibra e grãos com rotação de culturas em plantio direto no Mato Grosso

Instituição Executora:

Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso - FUNDAÇÃO MT

Apoio Especial:



IPNI Brasil

Safra de execução do projeto:

2010/2011

Equipe Técnica PMA/Fundação MT:

Eng. Agrônomo, M.Sc. Leandro Zancanaro

Eng. Agrônomo, Dr. Eros Artur Bohac Francisco

Eng. Agrônomo, M.Sc. Claudinei Kappes

DEZEMBRO/2011

SUMÁRIO

Resumo	3
1. Introdução	4
2. Fundamentação teórica	5
3. Objetivos e metas	7
4. Metodologia	8
5. Resultados e discussão	17
6. Conclusões	38
7. Referências bibliográficas	39
ANEXOS	41

Resumo

A monocultura, com o passar dos anos, tende a provocar a degradação física, química e biológica do solo, a redução da produtividade das culturas e a proporcionar condições favoráveis para o desenvolvimento de doenças, pragas e plantas daninhas; por isso, há que se pensar no planejamento de uma seqüência de espécies dentro de um programa de rotação de culturas visando, além do potencial de rentabilidade econômica da seqüência: (i) a suscetibilidade de cada cultura à infestação de pragas, de plantas daninhas e de doenças, (ii) a disponibilidade de equipamentos para o manejo das culturas e de resíduos vegetais, e (iii) o histórico e o estado atual da lavoura, atentando para os aspectos de fertilidade do solo e de exigência nutricional das plantas. Este relatório apresenta os resultados de dois experimentos conduzidos sobre um Latossolo Vermelho distrófico, textura muito argilosa, localizado no município de Itiquira-MT, que objetiva estudar esquemas de rotação de culturas para o sistema de produção de fibra e grãos, bem como o sistema de preparo do solo para algodão. As seqüências de cultivo para o experimento com algodão, para as safras 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011, foram: (1) algodão / algodão / algodão; (2) milheto / algodão / milheto / algodão / milheto / algodão; (3) braquiária / algodão / braquiária / algodão / braquiária / algodão; (4) braquiária / algodão / milheto / algodão / soja / milho safrinha+braquiária; (5) milheto / algodão / soja / milho safrinha; e (6) milheto / algodão / soja / crotalária / milho safra + braquiária; conduzidas em sistema de preparo convencional do solo e de plantio direto do solo. As seqüências de cultivo para o experimento com soja, para as safras 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011, foram: (1) soja / soja/ soja; (2) soja / milheto / soja / milheto/ soja / milheto; (3) soja / braquiária / soja / braquiária / soja / braquiária; (4) soja / milheto / soja / crotalária / milho safra + braquiária; (5) soja / crotalária / milho safra + braquiária / soja / crotalária; (6) soja / crotalária / soja / milho safrinha + braquiária / braquiária; (7) soja / milho safrinha / soja / milho safrinha / soja / milho safrinha; conduzidas em sistema de plantio direto do solo. Foram avaliados os parâmetros: produtividade agrícola de fibra e grãos, biomassa das culturas de cobertura, ciclagem dos nutrientes na rotação de culturas, e avaliação econômica dos sistemas

de produção. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de comparação de médias para a interpretação dos resultados utilizando-se o programa estatístico SAS. Espera-se com esse trabalho desenvolver modelos agrícolas sustentáveis de produção de fibra e grãos adaptados às condições edafo-climáticas e econômicas do Estado de Mato Grosso.

1. Introdução

O Estado de Mato Grosso ocupa hoje o lugar de destaque na produção brasileira de grãos e de fibra, posicionando-se como o maior produtor nacional de algodão e soja, cujas áreas de cultivo na safra 2009/2010 foram de 0,43 e 6,22 milhões de hectares, respectivamente, e o segundo maior produtor de milho com 1,95 milhão de hectares, sendo 96% destes em “safrinha” (BRASIL, 2010). Toda essa pujança produtiva encontra respaldo nas condições geográficas, de solo e clima, favoráveis, no aquecimento do mercado internacional, que acompanha a demanda crescente em função do aumento da população mundial economicamente ativa, e nos avanços agronômicos conquistados nas últimas décadas.

A Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso (Fundação MT) teve função importante na transformação dessas 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. A Fundação MT conta com mais de 200 colaboradores, sendo 17 agrônomos e 20 técnicos agrícolas que desenvolvem projetos de pesquisas com as seguintes instituições: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (Fapemat), Fundo de Apoio à Cultura do Algodão (Facual), Associação dos Produtores de Soja de Mato Grosso (Aprosoja).

Atualmente, a agricultura de Mato Grosso utiliza tecnologias bastante aprimoradas como sementes geneticamente modificadas, moléculas químicas (defensivos agrícolas) de baixa

toxicidade, fertilizantes industrializados com objetivo de liberação lenta do nutriente, máquinas agrícolas capazes de se comunicar com satélites para determinação exata da localização na superfície da terra etc. Contudo, 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 nematóides 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.

O intuito do projeto em andamento, do qual este relatório apresenta os resultados da primeira safra, é avançar no conhecimento científico e tecnológico acerca das interações solo-planta em sistemas de produção de fibra e grãos com rotação de culturas 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

A rotação de culturas (RC), estratégia agrícola na qual espécies de plantas são cultivadas sob uma seqüência cronológica planejada, tem como princípio básico a criação e manutenção de diversidade biológica no agroecossistema como um meio de estabelecimento de equilíbrio (ACQUAAH, 2002). 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).

De acordo com Acquaah (2002), há certas estratégias no delineamento e na eficiência de uso da RC: (i) uma cultura com sistema radicular profundo deve suceder outra cujas raízes não se aprofundam para a manutenção de adequada estrutura do solo; (ii) alternar culturas com elevada e reduzida biomassa radicular a fim de favorecer a atividade microbiana do solo;

(iii) incluir “adubos verdes” e culturas de cobertura para prevenir a erosão do solo e a perda de nutrientes por lixiviação; e (iv) incluir culturas fixadoras de nitrogênio, alternando-as com as culturas comerciais a fim de acumularem nitrogênio e reduzir a demanda de fertilizantes nitrogenados.

Sendo a cultura da soja a mais importante no Estado de Mato Grosso e a rotação de culturas 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 Agrônomo 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 rotação de culturas 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 e 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. Segundo Altmann (2006), em cinco ciclos completos, a RC no verão, com algodão e milho, incrementou em 16,2 e 6,7 %, respectivamente, a produtividade média da cultura da soja, enquanto o algodão foi bastante beneficiado quando semeado sobre a palhada do consórcio de milho com *Brachiaria ruziziensis*, que mostrou redução significativa na infecção por fungos de solo deixando de haver apodrecimento de maçãs.

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 e Tessaro (2006a), 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 rotação de culturas em plantio direto visando sua viabilidade econômica e agrônômica nas condições edafoclimáticas de Mato Grosso. Bem como identificar os empecilhos intransponíveis, quer sejam temporários quer permanentes, para a adoção concreta da rotação de culturas em SPD.

3. Objetivos e metas

Este relatório apresenta os resultados da primeira safra agrícola 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 rotação de culturas em sistema de plantio direto na sustentabilidade agrônômica e econômica do sistema de produção de fibra e grãos nas condições edafoclimáticas de Mato Grosso. Para isso, é necessário:

- a) mensurar o rendimento agrícola de fibra e grãos em sistemas de produção com rotação de culturas em plantio direto nas condições edafoclimáticas de Mato Grosso;
- b) quantificar a produção de biomassa de culturas de cobertura em esquema de rotação sob plantio direto nas condições edafoclimáticas de Mato Grosso;
- c) determinar a ciclagem de nutrientes em sistemas de produção de fibra e grãos com rotação de culturas em plantio direto, nas condições edafoclimáticas de Mato Grosso;
- d) avaliar as alterações químicas do solo submetido à rotação de culturas em plantio direto e quantificar seu efeito no rendimento agrícola de fibra e grãos;

- e) avaliar as alterações físicas do solo submetido à rotação de culturas em plantio direto e quantificar seu efeito no rendimento agrícola de fibra e grãos;
- f) avaliar as alterações biológicas do solo submetido à rotação de culturas em plantio direto e quantificar seu efeito no rendimento agrícola de fibra e grãos;

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 rotação de culturas em plantio direto;
- e) divulgar o conhecimento técnico-científico adquirido a nível nacional e internacional via publicações científicas com elevado índice de impacto;

4. Metodologia

Para alcançar o objetivo proposto foram instalados, e estão em execução, dois experimentos em Latossolo Vermelho distrófico, textura muito argilosa, com as seguintes características químicas e composição granulométrica, antes da instalação dos ensaios: pH (CaCl₂) 5,2; MO 31,3 g kg⁻¹; P disponível (Mehlich1) 18,5 mg dm⁻³; Ca, Mg e K trocáveis 2,91, 0,98 e 0,2 cmol_c dm⁻³; CTC 8,3 cmol_c dm⁻³; V, 49%; m, 0%; argila, silte e areia 639, 152 e 209 g kg⁻¹, respectivamente. Os experimentos estão localizados no Campo Experimental Cachoeira, da Fundação MT/PMA, que se situa às margens da BR-163 km 40, no município de Itiquira-MT, com as coordenadas geográficas 17° 09' 40" S e 54° 45' 25" O e altitude de 490 metros acima

do nível médio do mar. O solo esteve sob cultivo de soja e, eventualmente, milho safrinha, nos últimos 20 anos.

Antes da instalação dos experimentos, 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.

Experimento 1 – Sistemas de produção de fibra

Este experimento está implantado sob o delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas e quatro repetições. A parcela principal é constituída pelo esquema de rotação de culturas e as subparcelas pelo sistema de preparo do solo (convencional e plantio direto). A parcela principal tem dimensões de 20 m de largura por 45 m de comprimento, totalizando uma área de 900 m², enquanto a subparcela tem dimensões de 10 x 45 m (450 m²). Os tratamentos consistem em seis esquemas de rotação de culturas, focando a cultura do algodoeiro, e dois sistemas de manejo do solo – preparo convencional com arado e grade e plantio direto do solo; conforme apresentado na Tabela 1. 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. As culturas de cobertura foram semeadas com semeadora-adubadora utilizando 0,45 m entre linhas de plantas.

A fim de possibilitar a obtenção anual de dados de produtividade de cada cultura presente nos esquemas de rotação, replicou-se o número de parcelas em função de cada esquema. Por exemplo, o esquema 4 (crotalária / algodão / milheto / algodão / soja / milho safrinha+braquiária) possui, em cada repetição (bloco), três parcelas experimentais, onde cada uma delas é cultivada diferentemente, respeitando a seqüência programada para os anos seguintes. Com isso, ao final do ciclo trianual, será possível ter informações de todo o processo de rotação.

Tabela 1. Esquemas de rotação de culturas, focando o cultivo do algodoeiro, em execução e propostos para as safras agrícolas 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011.

T	2008/2009	2009/2010	2010/2011
1 ^a	Algodão	Algodão	Algodão
2 ^b	Milheto / Algodão	Milheto / Algodão	Milheto / Algodão
3 ^c	Braquiária / Algodão	Braquiária / Algodão	Braquiária / Algodão
4 ^d	Crotalária / Algodão	Milheto / Algodão	Soja / Milho safrinha+Braquiária
	Milheto / Algodão	Soja / Milho safrinha+Braquiária	Crotalária / Algodão
	Soja / Milho safrinha+Braquiária	Crotalária / Algodão	Milheto / Algodão
5 ^e	Milheto / Algodão	Soja / Milho safrinha	Milheto / Algodão
	Soja / Milho safrinha	Milheto / Algodão	Soja / Milho safrinha
6 ^f	Milheto / Algodão	Soja / Crotalária	Milho safra+Braquiária
	Soja / Crotalária	Milho safra+Braquiária	Milheto / Algodão
	Milho safra+Braquiária	Milheto / Algodão	Soja / Crotalária

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

^b Milheto cultivar ADR300, semeado na primavera;

^c *Brachiaria ruziziensis*, semeada na primavera;

^d *Crotalaria ochroleuca*, semeada na primavera; Milheto cultivar ADR300, semeado na primavera, e *Brachiaria ruziziensis*, semeada junto com o milho safra;

^e Milheto cultivar ADR300, semeado na primavera;

^f Milheto cultivar ADR300, semeado na primavera; *Crotalaria ochroleuca*, semeada no outono; e *Brachiaria ruziziensis*, semeada junto com o milho safra.

Após as primeiras chuvas da primavera e antes da semeadura das culturas de cobertura, foi realizado o preparo do solo com grades aradora e niveladora na metade das parcelas, conforme a subdivisão dos tratamentos.

A semeadura das culturas de cobertura (milheto, braquiária e crotalária) foi realizada em 25 de setembro de 2010 nas parcelas a serem cultivadas com algodoeiro dos tratamentos 2, 3, 4, 5 e 6. As sementes foram aplicadas manualmente à lanço, procedendo-se posteriormente a incorporação com equipamento do tipo “correntão”. No dia 30 de novembro de 2010, procedeu-se a coleta de amostras da parte aérea das culturas de cobertura mediante o corte da massa vegetal presente em 0,5 m² 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.

Para o cultivo do algodoeiro, sementes da variedade FMT 701 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 processo de semeadura ocorreu no dia 20 de dezembro, aplicando-se a adubação de plantio de 20, 60, 50 e 1 kg/ha de N, P₂O₅, K₂O e B, respectivamente. O controle inicial de plantas invasoras e o manejo de pragas foram realizados através do monitoramento freqüente e, quando necessário, realizadas aplicações de inseticidas, fungicidas e, conforme o desenvolvimento das plantas, de regulador de crescimento. Aos 15 dias após a emergência das plântulas foram aplicados 100 kg/ha de K₂O, via cloreto de potássio.

Aos 25 e 55 dias após a emergência das plântulas foram aplicados 150 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia, tendo sido essa dose dividida em 40 e 60%, respectivamente.

Quando as plantas apresentavam-se com 50% das flores abertas foram coletadas amostras de folhas diagnose (quinta folha madura a partir do ápice) em número de 20 por parcela experimental e encaminhadas ao laboratório para análise química visando a avaliação nutricional das plantas.

No dia 10 de junho de 2011, quando as plantas se apresentavam com 90% dos capulhos abertos foi determinada a altura final das plantas em três pontos de cada parcela experimental e calculada uma média aritmética da parcela. Em seguida, foram coletados 16 capulhos de cada parcela experimental para determinação do rendimento de fibras e do peso de capulho. Também, realizou-se a contagem do número de capulhos por metro linear. As amostras de capulhos foram pesadas e processadas para separação dos caroços. Uma amostra de fibra e caroço foi separada de cada parcela experimental e encaminhada ao laboratório para determinação da concentração de macro e micronutrientes.

Quando todos os capulhos das plantas estavam abertos, procedeu-se a colheita dos capulhos. Foram delimitados quatro pontos por parcela sendo, em cada ponto, duas linhas adjacentes com 4 metros de comprimento. Os capulhos presentes neste espaço foram coletados e agrupados em sacos separados. Em seguida, as amostras processadas para determinação da massa e umidade (corrigida para 6% de umidade, posteriormente). O rendimento agrícola de algodão em caroço de cada parcela experimental foi obtido, dessa maneira, através da média aritmética entre os quatro pontos amostrados.

Após a colheita mecanizada do algodoeiro, da soja, ou do milho safrinha, das parcelas experimentais, foram coletadas amostras de solo, na profundidade de 0 a 20 cm, retirando-se

12 sub amostras dentro de cada parcela, na entrelinha de semeadura, para compor uma amostra. As amostras foram então encaminhadas ao laboratório para análise química da terra.

Na semeadura da soja, realizada no dia 25 de outubro de 2010, foram aplicados 225 kg ha⁻¹ da formulação 00-20-18 e aos 15 dias após a emergência foram adicionados 50 kg ha⁻¹ de K₂O. Sementes de soja da variedade TMG-1176 foram tratadas com fungicida e inseticidas (Carbendazin + Thiram: 30 + 70 g do i.a./100 kg de sementes; Fipronil: 50 g do i.a./100 kg de sementes; e Tiametoxan: 70 g do i.a./100 kg de sementes), receberam a adição de Co e Mo (2 e 25 g/ha, respectivamente) e foram inoculadas com células de *Bradyrhizobium japonicum* mediante a aplicação de produto comercial líquido e turfoso.

O controle inicial de plantas invasoras foi realizado através do uso do herbicida glifosato e o manejo de pragas foi feito através do monitoramento freqüente e, quando necessário, foram feitas aplicações de inseticidas. A aplicação de fungicidas foi realizada visando o controle preventivo da Ferrugem Asiática da Soja, da seguinte maneira: estágio fenológico R1: Piori Xtra (0,3 L/ha) + Nimbus (0,5%); 17 dias após primeira aplicação: Ópera (0,5 L/ha); 17 dias após a segunda aplicação: Piori Xtra (0,3 L/ha) + Nimbus (0,5%).

Quando a soja se encontrava no estágio fenológico R2 (pleno florescimento) foram coletadas amostras de folha diagnose (4^o trifólio a partir do ápice da planta), em número de 20 folhas por parcela experimental, e encaminhadas para análise laboratorial para avaliação do estado nutricional das plantas.

No dia 10 de fevereiro quando as plantas de soja se apresentavam em ponto de colheita (estádio fenológico R₈), foram determinadas a altura final das plantas e a população final em três pontos de cada parcela experimental e calculada uma média da parcela. Em seguida, foram delimitados quatro pontos para colheita das plantas sendo, em cada ponto, duas linhas adjacentes com 4 metros de comprimento. As plantas presentes neste espaço foram arrancadas e agrupadas em quatro feixes distintos que, em seguida, foram trilhados e coletados os grãos de soja para determinação da massa e umidade (corrigida para 13% de umidade, posteriormente). O rendimento agrícola da soja de cada parcela experimental foi obtido, dessa maneira, através da média aritmética entre os dois pontos amostrados. Posteriormente, determinou-se o peso de mil grãos para cada parcela experimental através da média aritmética de três amostras de cem grãos. Uma amostra de 100 g dos grãos colhidos de cada parcela foi encaminhada para análise laboratorial da concentração dos nutrientes.

Para o cultivo do milho verão, o processo de semeadura ocorreu no dia 25 de novembro de 2010, nas parcelas a serem cultivadas com milho do tratamento 6, e no dia 15 de fevereiro de 2011 nas parcelas a serem cultivadas com milho safrinha dos tratamentos 4 e 5. Para o cultivo de milho verão e safrinha utilizaram-se sementes do híbrido comercial Pioneer 30F35H com população programada de 65.000 e 60.000 plantas ha⁻¹, respectivamente. Para a adubação de plantio nas parcelas de milho foram utilizados 10, 45 e 1 kg/ha de N, P₂O₅ e Zn, respectivamente, com adição posterior de 160 e 30 kg/ha de N e K₂O em cobertura, quando as plantas estavam no estágio V4 (quatro folhas maduras). Nas parcelas cultivadas com o milho safrinha foi utilizada a mesma adubação de semeadura e aplicados 80 e 30 kg ha⁻¹ de N e K₂O em cobertura.

O controle inicial de plantas invasoras foi realizado através do uso do herbicida atrazina e o manejo de pragas foi feito através do monitoramento freqüente e, quando necessário, foram feitas aplicações de inseticidas. A fim de avaliar o estado nutricional das plantas, amostras do terço médio da folha diagnose (folha imediatamente abaixo e oposta à espiga) foram coletadas no estágio fenológico R1 (florescimento e polinização) em número de 20 por parcela experimental e encaminhadas para análise laboratorial.

No dia 10 de abril de 2011, quando as plantas de milho verão se apresentavam no estágio fenológico R6 (maturidade fisiológica) foi determinada a altura final das plantas em três pontos de cada parcela experimental e calculada uma média aritmética da parcela. Em seguida, foram delimitados quatro pontos para colheita das plantas sendo, em cada ponto, duas linhas adjacentes com 4 metros de comprimento. As espigas presentes neste espaço foram arrancadas e agrupadas em sacos separados e deixadas para secar sob o sol. Quando secas, as espigas foram trilhadas e os grãos de milho coletados para determinação da massa e umidade (corrigida para 14% de umidade, posteriormente). O rendimento agrícola do milho de cada parcela experimental foi obtido, dessa maneira, através da média aritmética entre os quatro pontos amostrados. Após a determinação da massa e umidade, uma amostra dos grãos foi acondicionada e encaminhada para análise laboratorial. O mesmo procedimento foi adotado para a colheita das parcelas com o milho safrinha no dia 10 de julho de 2011.

Experimento 2 – Sistemas de produção de grãos

Este experimento 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, totalizando 600 m² de área. Os tratamentos consistem em sete esquemas de rotação de culturas, focando a cultura da soja, sob sistema de plantio direto, conforme a Tabela 2. A parcela experimental é constituída de 44 linhas, espaçadas em 0,45 m entre si, para a soja e para o milho.

Tabela 2. Esquemas de rotação de culturas, focando o cultivo da soja, em execução e propostos para as safras agrícolas 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011.

T	2008/2009	2009/2010	2010/2011
1 ^a	Soja	Soja	Soja
2 ^b	Soja / Milheto	Soja / Milheto	Soja / Milheto
3 ^c	Soja / Braquiária	Soja / Braquiária	Soja / Braquiária
4 ^d	Soja / Milheto Soja / Crotalária Milho+Braquiária	Soja / Crotalária Milho+Braquiária Soja / Milheto	Milho+Braquiária Soja / Milheto Soja / Crotalária
5 ^e	Soja / Crotalária Milho+Braquiária	Milho+Braquiária Soja / Crotalária	Soja / Crotalária Milho+Braquiária
6 ^f	Soja / Crotalária Soja / Milho + Braquiária Braquiária	Soja / Milho + Braquiária Braquiária Soja / Crotalária	Braquiária Soja / Crotalária Soja / Milho + Braquiária
7	Soja / Milho safrinha	Soja / Milho safrinha	Soja / Milho safrinha

^a Monocultivo de soja sem cultura de cobertura do solo no inverno;

^b Milheto cultivar ADR300, semeado no outono;

^c *Brachiaria ruziziensis*, semeada no outono;

^d *Crotalaria ochroleuca*, semeada no outono; Milheto cultivar ADR300, semeado no outono, e *Brachiaria ruziziensis*, semeada junto com o milho safra;

^e *Brachiaria ruziziensis*, semeada junto com o milho safra;

^f *Brachiaria ruziziensis*, semeada junto com o milho safra e mantida no verão do terceiro ano;

Na semeadura da soja, realizada no dia 25 de outubro de 2010, foram aplicados 225 kg ha⁻¹ da formulação 00-20-18 e aos 15 dias após a emergência foram adicionados 50 kg ha⁻¹ de K₂O. Sementes de soja da variedade TMG-1176 foram tratadas com fungicida e inseticidas (Carbendazin + Thiram: 30 + 70 g do i.a./100 kg de sementes; Fipronil: 50 g do i.a./100 kg de

sementes; e Tiametoxan: 70 g do i.a./100 kg de sementes), receberam a adição de Co e Mo (2 e 25 g/ha, respectivamente) e foram inoculadas com células de *Bradyrhizobium japonicum* mediante a aplicação de produto comercial líquido e turfoso.

O controle inicial de plantas invasoras foi realizado através do uso do herbicida glifosato e o manejo de pragas foi feito através do monitoramento freqüente e, quando necessário, foram feitas aplicações de inseticidas. A aplicação de fungicidas foi realizada visando o controle preventivo da Ferrugem Asiática da Soja, da seguinte maneira: estágio fenológico R1: Piori Xtra (0,3 L/ha) + Nimbus (0,5%); 17 dias após primeira aplicação: Ópera (0,5 L/ha); 17 dias após a segunda aplicação: Piori Xtra (0,3 L/ha) + Nimbus (0,5%).

Quando a soja se encontrava no estágio fenológico R2 (pleno florescimento) foram coletadas amostras de folha diagnose (4º trifólio a partir do ápice da planta), em número de 20 folhas por parcela experimental, e encaminhadas para análise laboratorial para avaliação do estado nutricional das plantas.

No dia 10 de fevereiro quando as plantas se apresentavam em ponto de colheita (estádio fenológico R8), foram determinadas a altura final das plantas e a população final em três pontos de cada parcela experimental e calculada uma média da parcela. Em seguida, foram delimitados quatro pontos para colheita das plantas sendo, em cada ponto, duas linhas adjacentes com 4 metros de comprimento. As plantas presentes neste espaço foram arrancadas e agrupadas em quatro feixes distintos que, em seguida, foram trilhados e coletados os grãos de soja para determinação da massa e umidade (corrigida para 13% de umidade, posteriormente). O rendimento agrícola da soja de cada parcela experimental foi obtido, dessa maneira, através da média aritmética entre os dois pontos amostrados. Posteriormente, determinou-se o peso de mil grãos para cada parcela experimental através da média aritmética de três amostras de cem grãos. Uma amostra de 100 g dos grãos colhidos de cada parcela foi encaminhada para análise laboratorial da concentração dos nutrientes.

Após a colheita mecanizada da soja, ou do milho safrinha, das parcelas experimentais, foram coletadas amostras de solo, na profundidade de 0 a 20 cm, retirando-se 12 sub amostras dentro de cada parcela, na entrelinha de semeadura, para compor uma amostra. As amostras foram então encaminhadas ao laboratório para análise química da terra.

A semeadura das culturas de cobertura (milheto, braquiária e crotalária) foi realizada após a colheita da soja. As sementes foram aplicadas manualmente à lança procedendo-se posteriormente a incorporação com equipamento do tipo “correntão”. No dia

15 de maio de 2011, procedeu-se a coleta de amostras da parte aérea das culturas de cobertura mediante o corte da massa vegetal presente em 0,5 m² em dois pontos de cada parcela.

Para o cultivo do milho verão e safrinha, o processo de semeadura ocorreu nos dias 25 de novembro de 2010, nas parcelas dos tratamentos 4 e 5, e no dia 15 de fevereiro de 2011 nas parcelas dos tratamentos 6 e 7. Em ambos os casos utilizaram-se sementes do híbrido comercial Pioneer 30F35H com população programada de 65.000 e 60.000 plantas ha⁻¹, respectivamente. Para a adubação de plantio nas parcelas de milho verão foram utilizados 10, 40, e 1 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e Zn, respectivamente, com adição posterior de 160 e 30 kg ha⁻¹ de N e K₂O em cobertura, quando as plantas estavam no estágio V4 (quatro folhas maduras). Nas parcelas de milho safrinha foram utilizados 80 e 30 kg ha⁻¹ de N e K₂O em cobertura.

O controle inicial de plantas invasoras foi realizado através do uso do herbicida atrazina e o manejo de pragas foi feito através do monitoramento freqüente e, quando necessário, foram feitas aplicações de inseticidas. A fim de avaliar o estado nutricional das plantas, amostras do terço médio da folha diagnose (folha imediatamente abaixo e oposta à espiga) foram coletadas no estágio fenológico R1 (florescimento e polinização) em número de 20 por parcela experimental e encaminhadas para análise laboratorial.

No dia 10 de abril de 2011, quando as plantas de milho verão se apresentavam no estágio fenológico R6 (maturidade fisiológica), foi determinada a altura final das plantas em três pontos de cada parcela experimental e calculada uma média aritmética da parcela. Em seguida, foram delimitados quatro pontos para colheita das plantas sendo, em cada ponto, duas linhas adjacentes com 4 metros de comprimento. As espigas presentes neste espaço foram arrancadas e agrupadas em sacos separados e deixadas para secar sob o sol. Quando secas, as espigas foram trilhadas e os grãos de milho coletados para determinação da massa e umidade (corrigida para 14% de umidade, posteriormente). O rendimento agrícola do milho de cada parcela experimental foi obtido, dessa maneira, através da média aritmética entre os quatro pontos amostrados. Após a determinação da massa e umidade, uma amostra dos grãos foi acondicionada e encaminhada para análise laboratorial. O mesmo procedimento foi adotado para a colheita das parcelas com o milho safrinha no dia 10 de julho de 2011.

Todas as amostras de terra e de tecido vegetal foram encaminhadas ao laboratório Agroanálise, em Cuiabá-MT, para procedimento das análises químicas de acordo com as metodologias descritas em Embrapa (1997) e Malavolta et al. (1997).

Os dados referentes aos parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância e ao teste de comparação de médias de Tukey a 10% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 1996).

5. Resultados e discussão

5.1. Experimento 1 – Sistemas de produção de fibra

Os resultados obtidos na segunda safra de experimentação 2010/2011 foram submetidos à análise da variância utilizando-se o procedimento “*proc glm*” do programa estatístico SAS (SAS Institute, 1996).

Os valores do rendimento de algodão em caroço e da densidade do solo estão apresentados na Tabela 3. Pode-se observar que houve variação nos valores do rendimento de algodão em caroço em função do esquema de RC adotado, enquanto que o sistema de cultivo do solo influenciou a sua densidade.

De acordo com o teste de comparação de médias empregado, o esquema de RC 6 apresentou maior rendimento de algodão em caroço do que os esquemas 1 e 3. Todos os demais esquemas apresentaram rendimentos de algodão em caroço semelhantes entre si. O rendimento médio obtido para o sistema de preparo convencional do solo foi de 4.268 kg ha⁻¹, que representa 284,5 @ ha⁻¹, enquanto para o sistema de plantio direto o rendimento médio de algodão em caroço foi de 4.330 kg ha⁻¹, equivalente a 289 @ ha⁻¹ (Tabela 3). Considerando-se que o rendimento de fibras médio obtido foi de 40,82%, observou-se uma produtividade de fibras de algodão média de 1.750 kg ha⁻¹ ou 117 @ ha⁻¹. Esse valor pode ser considerado normal se comparado com as médias históricas de rendimento obtido em lavouras comerciais da região sul (baixa altitude) do Estado de Mato Grosso.

A densidade do solo, afetada pelo sistema de cultivo, apresentou maior valor no sistema de plantio direto, 1,195 g cm⁻³, do que no sistema de preparo convencional, 1,155 g cm⁻³ (Tabela 3). A menor densidade do solo no sistema de preparo convencional é resultado do efeito da mecanização no rompimento da estrutura do solo, incrementando a porosidade do solo. Contudo, em longo prazo, acredita-se que a perda de estruturação do solo resultará em desvantagem para a qualidade do solo, afetando o adequado crescimento radicular.

Tabela 3. Rendimento de algodão em caroços (RAC) e densidade do solo (Ds) em função do esquema de rotação de culturas (ERC) e do sistema de cultivo do solo (SCS), na safra agrícola 2010/2011, com a cultivar FMT-701.

ERC	Parâmetro				
	RAC	Ds			
	kg ha ⁻¹	g cm ⁻³			
<i>SCS - Preparo convencional</i>					
1	A-p-A-p-A-p	4.018	c	1,168	
2	m-A-m-A-m-A	4.165	abc	1,162	
3	b-A-b-A-b-A	4.056	bc	1,164	
4	c-A-m-A-S-M-b	4.452	ab	1,140	
5	m-A-S-M-m-A	4.359	abc	1,151	
6	m-A-S-c-M-b	4.558	a	1,148	
	Média	4.268		1,155	B
<i>SCS - Sistema Plantio Direto</i>					
1	A-p-A-p-A-p	4.042	c	1,211	
2	m-A-m-A-m-A	4.512	abc	1,188	
3	b-A-b-A-b-A	4.205	bc	1,179	
4	c-A-m-A-S-M-b	4.484	ab	1,206	
5	m-A-S-M-m-A	4.160	abc	1,201	
6	m-A-S-c-M-b	4.576	a	1,177	
	Média	4.330		1,194	A
	C.V. (%)	4,4		3,6	
	P>F (ERC)	0,0002		0,8810	
	P>F (SCS)	0,2781		0,0063	
	P>F (ERC*SCS)	0,1702		0,8576	

¹ Esquemas de rotação de culturas: (1) algodão /pousio /algodão /pousio /algodão /pousio; (2) milho /algodão /milho /algodão /milho /algodão; (3) braquiária /algodão /braquiária /algodão /braquiária /algodão; (4) crotalaria /algodão /milho /algodão /soja /milho+braquiária; (5) milho /algodão /soja /milho /milho /algodão; (6) milho /algodão /soja /crotalaria /milho + braquiária.

Na Tabela 4 estão apresentados os valores do rendimento de fibras, da altura final de plantas, do peso médio de capulhos e do número de capulhos por metro linear em função do esquema de rotação de culturas (RC). O rendimento de fibras, o peso e o número médio de capulhos não variaram em função do esquema de RC e apresentaram valores médios de 40,82%, 6,56 g capulho⁻¹ e 74,5 cap m⁻¹. A altura final de plantas, no entanto, sofreu variação

em função do esquema de RC adotado, tendo o esquema 6 apresentado maiores valores que os esquemas 1, 2, 3 e 5. O esquema 4 apresentou valores superiores ao do esquema 2, porém semelhantes aos demais. A altura final de plantas média observada nesta safra foi de 1,14 m. O esquema de RC 6 que obteve o maior valor de rendimento de algodão em caroço também apresentou o maior valor de altura final de plantas.

Tabela 4. Rendimento de fibras (RF), peso médio de capulhos (PC), número de capulhos por metro linear (NC) e altura final de plantas (ALT) em função do esquema de rotação de culturas, na safra agrícola 2010/2011, com a cultivar FMT-701.

Esquema	Parâmetro					
	RF	PMC	NMC	ALT		
	%	g	cap m ⁻¹	m		
1	A-p-A-p-A-p	40,04	6,25	72,4	112,0	bc
2	m-A-m-A-m-A	40,76	6,61	77,0	106,2	c
3	b-A-b-A-b-A	41,05	6,66	72,8	112,9	bc
4	c-A-m-A-S-M-b	40,68	6,83	70,8	120,8	ab
5	m-A-S-M-m-A	40,63	6,33	72,1	111,3	bc
6	m-A-S-c-M-b	40,99	6,60	80,4	125,3	a
	Médias	40,82	6,56	74,5	114,11	
	C.V. (%)	1,8	3,9	8,4	4,4	
	P > F	0,4470	0,0505	0,2869	0,0009	

¹ Esquemas de rotação de culturas: (1) algodão /pousio /algodão /pousio /algodão /pousio; (2) milho /algodão /milho /algodão /milho /algodão; (3) braquiária /algodão /braquiária /algodão /braquiária /algodão; (4) crotalaria /algodão /milho /algodão /soja /milho+braquiária; (5) milho /algodão /soja /milho /milho /algodão; (6) milho /algodão /soja /crotalaria /milho + braquiária.

A concentração foliar de macro e micronutrientes no algodoeiro em função do esquema de RC está apresentada na Tabela 5. A análise da variância não identificou alteração nos dados devido aos esquemas de RC adotados. A avaliação nutricional das plantas de algodoeiro através da concentração foliar de macro e micronutrientes, comparando-se com a tabela de interpretação dos teores adequados de nutrientes de Silva e Raj (1996) e Malavolta (1987), citada por Carvalho et al. (2007), indica que os valores observados estão dentro do considerado adequado para o algodoeiro de 35-43; 2,5-4,0; 15-25; 20-35; 3-8; 4-8 g kg⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e

S, respectivamente, e de 30-50; 5-25; 40-250; 25-300; e 25-200 g kg⁻¹ de B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente. As concentrações de Zn na folha do algodoeiro apresentaram-se pouco abaixo da faixa adequada, no entanto, nenhum sintoma visual de deficiência nas plantas foi identificado.

Tabela 5. Concentração foliar de macro e micronutrientes no algodoeiro em função do esquema de rotação de culturas, na safra agrícola 2010/2011, com a cultivar FMT-701.

	Esquema RC ¹	Concentração foliar										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
		g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
1	A-p-A-p-A-p	46,2	2,9	29,3	25,4	3,6	5,8	22,7	7,3	106	32,5	42,4
2	m-A-m-A-m-A	43,4	2,9	27,2	24,3	3,4	5,6	21,8	7,4	95	31,5	43,5
3	b-A-b-A-b-A	47,6	3,0	26,0	26,0	3,5	5,6	22,1	7,8	102	35,5	46,4
4	c-A-m-A-S-M-b	44,8	3,0	29,2	29,4	4,2	6,6	24,5	7,8	96	40,3	42,7
5	m-A-S-M-m-A	44,5	2,9	26,5	24,9	3,3	6,4	22,8	7,6	117	32,8	45,2
6	m-A-S-c-M-b	46,2	3,4	26,0	25,1	3,6	5,9	24,2	7,7	100	34,5	45,7
	Médias	45,4	3,0	27,4	25,8	3,6	6,0	23,0	7,6	102,7	34,5	44,3
	C.V. (%)	5,2	10,8	12,4	16,6	14,4	9,4	10,6	8,0	13,7	15,8	12,3
	P > F	0,21	0,24	0,56	0,60	0,28	0,11	0,87	0,81	0,33	0,29	0,85

¹ Esquemas de rotação de culturas: (1) algodão /pousio /algodão /pousio /algodão /pousio; (2) milho /algodão /milho /algodão /milho /algodão; (3) braquiária /algodão /braquiária /algodão /braquiária /algodão; (4) crotalaria /algodão /milho /algodão /soja /milho+braquiária; (5) milho /algodão /soja /milho /milho /algodão; (6) milho /algodão /soja /crotalaria /milho + braquiária.

A quantidade exportada de macro e micronutrientes pelo algodoeiro em função do esquema de RC pode ser observada na Tabela 6. Não foi identificada nenhuma variação em função do esquema de RC adotado, de acordo com a análise da variância. Os valores observados da exportação de macronutrientes, em média, foram diferentes dos apresentados por Carvalho et al. (2007). Segundo os autores, a exportação de N, P, K, Ca, Mg e S por diferentes cultivares de algodoeiro é, em média, de 28,4; 3,2; 15,3; 4,0; 3,4 e 4,1 kg t⁻¹ de algodão em caroço, respectivamente. As quantidades exportadas de N, K, Ca, Mg e S observadas foram diferentes daquelas apresentadas pelos autores citados. Em média, a exportação de macro e micronutrientes observada neste estudo foi de 26,7; 4,8; 8,0; 1,4; 3,1; e

2,3 kg t⁻¹ de N, P K, Ca, Mg e S, respectivamente, e de 26,8; 4,9; 79; 9,7 e 22,1 g t⁻¹ de Zn, Cu, Fe, Mn e B, respectivamente, referente ao algodão em caroço.

Tabela 6. Quantidade exportada de macro e micronutrientes pelo algodoeiro em função do esquema de rotação de culturas, na safra agrícola 2010/2011, com a cultivar FMT-701.

	Esquema RC ¹	Exportação (caroço + fibra)										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
		kg t ⁻¹ de algodão em caroço						g t ⁻¹ de algodão em caroço				
1	A-p-A-p-A-p	37,9	6,5	14,6	2,8	3,6	3,6	33,8	15,6	227	22,3	44,0
2	m-A-m-A-m-A	37,4	5,8	14,0	3,2	3,7	3,5	33,7	14,5	252	23,8	47,9
3	b-A-b-A-b-A	38,0	6,6	14,2	3,0	3,9	4,0	37,6	16,6	277	23,8	45,7
4	c-A-m-A-S-M-b	38,6	6,5	14,6	2,9	3,9	4,0	34,9	16,7	257	26,5	48,9
5	m-A-S-M-m-A	39,9	6,3	14,5	2,8	3,9	3,7	36,4	15,5	268	23,3	42,3
6	m-A-S-c-M-b	37,9	5,8	13,5	3,2	4,0	3,7	35,9	16,1	248	25,3	46,4
	Médias	34,4	5,9	9,4	1,6	3,1	3,1	30,2	10,2	149,3	17,0	23,8
	C.V. (%)	7,2	9,1	7,4	13,2	9,1	9,2	8,6	15,9	10,9	11,5	16,3
	P > F	0,83	0,26	0,63	0,65	0,60	0,28	0,44	0,83	0,24	0,36	0,82

¹ Esquemas de rotação de culturas: (1) algodão /pousio /algodão /pousio /algodão /pousio; (2) milho /algodão /milho /algodão /milho /algodão; (3) braquiária /algodão /braquiária /algodão /braquiária /algodão; (4) crotalaria /algodão /milho /algodão /soja /milho+braquiária; (5) milho /algodão /soja /milho /milho /algodão; (6) milho /algodão /soja /crotalaria /milho + braquiária.

Quanto aos atributos químico-físico-biológicos do solo, foram avaliados os parâmetros teor no solo de P, S, Ca, Mg, K, Al, Zn, Cu, Fe, Mn e B, os valores de pH em água e solução de CaCl₂, a acidez potencial (H⁰), a capacidade de troca de cátions (CTC), a saturação por bases (V) e por alumínio (m) e o conteúdo de matéria orgânica (MO), cujos resultados estão apresentados na Tabela 7. A análise da variância dos dados não identificou nenhuma alteração devida ao efeito dos tratamentos estudados.

Os teores de S, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn e B observados não são limitantes ao desenvolvimento do algodoeiro. Segundo Zancanaro e Tessaro (2006b), o nível crítico de Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mn e B no solo para o algodoeiro é de 2,5 e 1,0 cmol_c dm⁻³ e de 10, 1,7, 0,8, 5 e 0,5 mg dm⁻³ de solo, respectivamente. Quanto aos teores de P e K, ambos apresentam-se em níveis classificados como alto: > 6 mg dm⁻³ de P (argila > 600 g kg⁻¹) e > 0,17 cmol_c dm⁻³ de K.

Tabela 7. Teores dos nutrientes e atributos químico-físico-biológicos do solo em função do esquema de rotação de culturas, na safra agrícola 2010/2011, com a cultivar FMT-701.

Esquema RC ¹		Parâmetros ²										
		Teores no solo										
		<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>K</i>	<i>Al</i>	<i>Zn</i>	<i>Cu</i>	<i>Fe</i>	<i>Mn</i>	<i>B</i>
		mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³					mg dm ⁻³			
1	A-p-A-p-A-p	16,2	9,6	2,8	1,0	0,14	0,0	6,5	1,7	62	21,8	0,49
2	m-A-m-A-m-A	15,4	10,4	2,9	1,0	0,16	0,0	5,7	1,4	62	21,8	0,48
3	b-A-b-A-b-A	18,3	10,4	2,8	1,0	0,15	0,1	6,9	1,5	63	24,0	0,50
4	c-A-m-A-S-M-b	17,0	8,6	2,8	1,0	0,20	0,0	7,4	1,7	65	24,6	0,41
5	m-A-S-M-m-A	16,3	9,1	2,9	1,0	0,20	0,0	7,0	1,4	70	23,3	0,50
6	m-A-S-c-M-b	13,3	9,1	2,9	1,0	0,18	0,0	5,2	1,5	61	20,0	0,46
	Médias	16,1	9,5	2,8	1,0	0,17	0,0	6,4	1,5	64	22,6	0,47
	C.V. (%)	12,5	9,9	9,3	11,7	19,2	-	20,8	18,7	17,6	11,5	13,5
	P > F	0,06	0,09	0,98	0,98	0,14	-	0,22	0,34	0,86	0,19	0,42
		Atributos químico-físico-biológicos										
		<i>pH</i>	<i>pH</i>	<i>H</i>	<i>CTC</i>	<i>V</i>	<i>m</i>	<i>MO</i>				
		água	CaCl ₂	cmol _c dm ⁻³		%		g kg ⁻¹				
1	A-p-A-p-A-p	5,8	5,0	4,7	8,6	45,4	0	36,3				
2	m-A-m-A-m-A	5,8	5,1	4,6	8,6	46,5	0	37,1				
3	b-A-b-A-b-A	5,8	5,0	4,9	8,8	44,6	2,5	38,6				
4	c-A-m-A-S-M-b	5,8	5,1	4,5	8,4	46,6	0	36,3				
5	m-A-S-M-m-A	5,9	5,1	4,4	8,4	47,6	0	36,4				
6	m-A-S-c-M-b	5,8	5,0	4,8	8,8	45,6	0	37,6				
	Médias	5,8	5,0	4,6	8,6	46,1	0	37,0				
	C.V. (%)	3,4	3,0	8,1	2,4	9,4	-	4,4				
	P > F	0,96	0,96	0,64	0,08	0,94	-	0,32				

¹ Esquemas de rotação de culturas: (1) algodão /pousio /algodão /pousio /algodão /pousio; (2) milho /algodão /milho /algodão /milho /algodão; (3) braquiária /algodão /braquiária /algodão /braquiária /algodão; (4) crotalaria /algodão /milho /algodão /soja /milho+braquiária; (5) milho /algodão /soja /milho /milho /algodão; (6) milho /algodão /soja /crotalaria /milho + braquiária.

² Metodologias utilizadas: P, K, Zn, Cu, Fe e Mn extraídos com solução Mehlich-1 (HCl 0,05 N e H₂SO₄ 0,025 N); Ca, Mg e Al extraídos com solução KCl 1 N; B em água quente; MO via oxidação com solução K₂Cr₂O₇ e determinação colorimétrica; pH em água (1:2,5); pH em solução de CaCl₂ 0,01 M (1:2,5); H⁰ extraído com solução (CH₃COO)₂Ca a pH 7,0

A quantidade de matéria seca (MS) produzida pelas culturas de cobertura na primavera e as quantidades de nutrientes extraídas estão apresentadas na Tabela 8. Pode-se observar que houve diferença na quantidade de MS produzida pelas culturas. O milho produziu

diferentemente nos três esquemas de RC: 2, 5 e 6. Provavelmente, essa diferença pode estar associada aos efeitos das culturas presentes no ano anterior, mas é necessário confirmar essa informação com mais safras agrícolas. A braquiária produziu acima de 7.000 kg ha⁻¹ de MS em virtude do início mais chuvoso da estação de crescimento da safra 2010/2011. O crescimento de culturas de cobertura do solo semeadas no período de primavera na região Sul de Mato Grosso é bastante dependente da precipitação pluvial, tanto pela data de início quanto pelo volume. Diferente da safra anterior, na safra 2010/2011, na região Sul de Mato Grosso, as chuvas iniciaram no meio do mês de setembro e regularizaram durante o mês de outubro. Essa condição foi favorável ao estabelecimento das plântulas e seu rápido crescimento. A crotalária do esquema de RC 4 expressou bom desenvolvimento acumulando quase 3.000 kg ha⁻¹ de MS.

Na condição de crescimento das culturas de cobertura, ou seja, durante a primavera, a quantidade de nutrientes extraídos pela MS foi elevada, especialmente quanto às quantidades de K₂O. O milho extraiu, em média, 19,4; 3,8; 46; 5,5; 2,0 e 3,8 kg t⁻¹ de MS de N, P₂O₅, K₂O, Ca, Mg e S, respectivamente, e 29, 6, 512, 61 e 23 g t⁻¹ de MS de Zn, Cu, Fe, Mn e B, respectivamente. A braquiária extraiu, em média, 14,3; 3,2; 53,5; 5,6; 2,4 e 3,2 kg ha⁻¹ de MS de N, P₂O₅, K₂O, Ca, Mg e S, respectivamente, e 25, 5, 557, 69 e 25 g t⁻¹ de MS de Zn, Cu, Fe, Mn e B, respectivamente. A crotalária, da mesma maneira, em média, 30,1; 7,9; 61,3; 9,5; 4,0 e 7,8 kg t⁻¹ de MS de N, P₂O₅, K₂O, Ca, Mg e S, respectivamente, e 41, 12, 115, 65 e 51 g t⁻¹ de MS de Zn, Cu, Fe, Mn e B, respectivamente.

As quantidades extraídas por tonelada de MS produzida de N, P₂O₅ e K₂O pelo milho equivalem, em média, a 43, 19 e 77 kg de uréia, superfosfato simples (SSP) e cloreto de potássio (KCl), respectivamente. Para as quantidades extraídas por tonelada de MS da braquiária, a equivalência em média, é de 32, 16 e 89 kg de uréia, SSP e KCl, respectivamente. Para as quantidades extraídas por tonelada de MS da crotalária, a equivalência em média, é de 67, 40 e 102 kg de uréia, SSP e KCl, respectivamente.

Tabela 8. Matéria seca produzida (MS), extração de macro e micronutrientes pela matéria seca e equivalente em fertilizantes das culturas de cobertura em função do esquema de rotação de culturas, na safra agrícola 2010/2011.

Esquema RC ¹	Cultura	Extração (matéria seca)												Equivalente em fertilizantes ²			
		MS	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Uréia	SSP	KCl	
		kg t ⁻¹ de MS						g t ⁻¹ de MS						kg t ⁻¹ de MS			
1	p-A-p-A-p-A	Pousio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	m-A-m-A-m-A	Milheto	7.770	21,0	4,8	56,4	5,1	2,1	4,2	32,8	7,7	506,0	61,0	27,8	47	24	94
3	b-A-b-A-b-A	Braquiária	7.045	14,3	3,2	53,5	5,6	2,4	3,2	24,9	4,8	557,0	69,0	25,4	32	16	89
4	c-A-m-A-S-M-b	Crotalária	2.973	30,1	7,9	61,3	9,5	4,0	7,8	40,7	12,4	115,0	65,0	50,7	67	40	102
5	m-A-S-M-m-A	Milheto	6.130	19,6	3,9	41,3	6,2	2,0	4,1	26,7	4,9	522,0	65,0	18,5	44	19	69
6	m-A-S-c-M-b	Milheto	6.635	17,5	2,7	40,3	5,3	2,0	3,0	26,3	4,1	509,0	56,0	22,6	39	14	67

¹ Esquemas de rotação de culturas: (1) algodão /pousio /algodão /pousio /algodão /pousio; (2) milho /algodão /milho /algodão /milho /algodão; (3) braquiária /algodão /braquiária /algodão /braquiária /algodão; (4) crotalária /algodão /milho /algodão /soja /milho+braquiária; (5) milho /algodão /soja /milho /milho /algodão; (6) milho /algodão /soja /crotalária /milho + braquiária.

² Quantidade de fertilizante (uréia, superfosfato simples – SSP, e cloreto de potássio – KCl) equivalente à quantidade de nutriente N, P₂O₅ e K₂O extraída por tonelada de MS da cultura de cobertura no esquema de rotação.

A Tabela 9 apresenta um resumo da exportação de macro e micronutrientes em função do rendimento agrícola de algodão em caroço e de grãos para cada esquema de RC estudado. As parcelas que contemplam a RC com soja e ou milho dentro de cada esquema de RC também foram avaliadas a fim de se manter um histórico de informação que será utilizado ano após ano conforme o avanço de cada esquema.

Quanto às parcelas cultivadas com o algodoeiro, a informação da exportação de macro e micronutrientes já foi apresentada na Tabela 6. Quanto às parcelas cultivadas com soja e ou milho, como a 4C, a 5B, a 6B e a 6C, pode-se notar que a exportação de nutrientes pela soja foi, em média, de 224; 42,1; 68,6; 9,8; 8,4 e 13,2 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O, Ca, Mg e S e de 1493, 48, 602, 80 e 121 g ha⁻¹ de Zn, Cu, Fe, Mn e B, respectivamente, para um rendimento médio de 3.835 kg ha⁻¹ de grãos. A exportação de nutrientes pelo milho cultivado no verão foi, em média, de 163; 122; 61,2; 6,7; 15,1 e 19,5 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O, Ca, Mg e S e de 260, 40, 868, 83 e 122 g ha⁻¹ de Zn, Cu, Fe, Mn e B, respectivamente, para um rendimento médio de 11.488 kg ha⁻¹ de grãos. Quando o sistema foi intensificado e houve o cultivo de soja seguido pelo milho safrinha, a exportação de nutrientes foi, em média, de 307, 68, 82, 12,7, 12 e 21,6 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O, Ca, Mg e S e de 234, 71, 1.562, 131 e 189 g ha⁻¹ de Zn, Cu, Fe, Mn e B, respectivamente, para um rendimento médio de 3.883 e 5.366 kg ha⁻¹ de grãos de soja e milho, respectivamente.

Tabela 9. Rendimento de algodão em caroço ou de grãos de soja e milho e exportação de macro e micronutrientes em função do esquema de rotação de culturas, na safra agrícola 2010/2011, com a cultivar TMG 1176 e o híbrido 30F35Hx.

Esquema RC ¹	Rendimento agrícola			Exportação (caroço + fibra ou grãos)											
	Algodão	Soja	Milho	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
	kg ha ⁻¹			kg ha ⁻¹						g ha ⁻¹					
1	p-A-p-A-p-A	4.030	-	-	91,5	38,0	41,4	5,7	8,5	8,9	80,1	34,6	489	56,5	96,3
2	m-A-m-A-m-A	4.339	-	-	92,4	33,7	38,8	7,3	8,9	8,7	80,2	35,3	537	61,0	95,8
3	b-A-b-A-b-A	4.130	-	-	87,8	39,2	39,6	6,5	9,7	9,8	94,3	39,9	613	56,4	98,2
4	m-A-S-M-b-c-A	4.468	-	-	98,9	38,5	41,6	6,6	9,8	10,2	88,8	39,3	601	63,6	109,4
5	m-A-S-M-m-A	4.259	-	-	95,8	38,0	39,4	6,4	9,6	9,2	91,9	40,5	610	58,4	87,6
6	m-A-S-c-M-b	4.567	-	-	95,2	35,5	41,4	7,4	10,0	9,3	94,6	42,3	603	69,9	100,9
	Média				93,6	37,1	40,3	6,7	9,4	9,4	88,3	38,7	576	61,0	98,0
4B	c-A-m-A-S-M-b	4.453	-	-	96,0	39,8	42,4	6,8	10,4	9,8	96,0	38,8	544	57,0	102,2
4C	S-M-b-c-A-m-A	-	3.861	5.148	304,7	65,5	80,4	12,9	11,9	21,3	224,0	65,4	1.470	131,4	184,9
5B	S-M-m-A-S-M	-	3.904	5.583	309,6	70,5	83,0	12,4	12,0	21,9	244,4	76,8	1.653	130,0	192,7
6B	S-c-M-b-m-A	-	3.835	-	224,0	42,1	68,6	9,8	8,4	13,2	149,4	48,1	602	79,4	120,7
6C	M-b-m-A-S-c	-	-	11.488	163,4	121,6	61,2	6,7	15,1	19,5	260,1	39,8	868	83,1	121,8

¹ Esquemas de rotação de culturas: (1) algodão /pousio /algodão /pousio /algodão /pousio; (2) milheto /algodão /milheto /algodão /milheto /algodão; (3) braquiária /algodão /braquiária /algodão /braquiária /algodão; (4) crotalária /algodão /milheto /algodão /soja /milho+braquiária; (5) milheto /algodão /soja /milho /milheto /algodão; (6) milheto /algodão /soja /crotalária /milho + braquiária. Os demais esquemas referem-se à antecipação RC no tempo.

5.2. Experimento 2 – Sistemas de produção de grãos

Os resultados obtidos nesta terceira safra de experimentação 2010/2011 foram submetidos à análise da variância utilizando-se o procedimento “*proc glm*” do programa estatístico SAS (SAS Institute, 1996).

Os valores do rendimento médio de grãos de soja, da altura final de plantas e da densidade do solo em função do esquema de rotação de culturas (RC) estudado estão apresentados na Tabela 10. A análise da variância identificou variação nos valores do rendimento de grãos de soja em função do esquema de RC e, por isso, um teste de comparação de médias foi empregado. Para a altura final de plantas e a densidade do solo nenhuma variação foi observada.

O teste de comparação de médias utilizado detectou que os esquemas de RC 1, 3 e 8 apresentaram valores de rendimento de grãos de soja superiores aos esquemas de RC 4 e 5 e que todos os demais foram semelhantes entre si. O esquema de RC 5 apresentou o menor valor para o RG. Essa diferença pode estar associada ao efeito das culturas presentes no esquema de RC anteriormente. No caso do esquema 5, as parcelas deste tratamento foram cultivadas com milho no verão anterior e tiveram a cobertura de braquiária na entressafra. Uma hipótese plausível é que a quantidade de nitrogênio exportada nesse sistema pode ter prejudicado o rendimento da soja na seqüência. Contudo, essa hipótese deve ser mais bem explorada com dados futuros para que possa ser validade ou não. Da mesma forma, o esquema de RC 4 também apresentou rendimento de grãos de soja abaixo dos demais, mas semelhante aos esquemas de RC 2, 6 e 7, de acordo com o teste estatístico utilizado, e, naquele caso, as parcelas também tiveram o cultivo do milho na safra no ano anterior. Os esquemas de RC que tiveram as culturas de cobertura milheto, braquiária e crotalária na entressafra (2 e 6) apresentaram rendimentos de grãos de soja semelhantes.

A concentração foliar de macro e micronutrientes na soja em função do esquema de RC está apresentada na Tabela 11. A análise da variância identificou variação nos resultados da concentração foliar de P, Cu, Fe e Mn devido aos esquemas de RC estudados, e, por isso, um teste de comparação de médias foi empregado. Para a concentração foliar de P, o teste de médias identificou que o esquema de RC 2, 3, 6 e 7 apresentou valores superiores aos esquemas de RC 1 e 8 e todos os demais foram semelhantes entre si.

Tabela 10. Rendimento de grãos (RG), altura final de plantas (AFP) e densidade do solo (Ds) em função do esquema de rotação de culturas, na safra agrícola 2010/2011, com a cultivar TMG 1176.

	Esquema	Parâmetro			
		RG		AFP	DS
		kg ha ⁻¹		cm	g cm ⁻³
1	S-p-S-p-S-p	4.039	a	78,00	1,213
2	S-m-S-m-S-m	3.918	ab	82,50	1,223
3	S-b-S-b-S-b	4.070	a	82,75	1,233
4	S-m-S-c-M-b	3.717	bc	81,50	1,225
5	S-c-M-b-S-c	3.635	c	80,00	1,205
6	S-c-S-M-b-b	3.834	abc	80,00	1,188
7	S-M-S-M-S-M	3.981	ab	79,75	1,233
8	S-p-S-p-S-p	4.045	a	79,75	-
	Médias	3.905		80,5	1,217
	C.V. (%)	3,3		5,7	3,4
	P > F	0,0005		0,8349	0,8520

¹ Esquemas de rotação de culturas: (1) soja /pousio /soja /pousio /soja /pousio; (2) soja /milheto /soja /milheto /soja /milheto; (3) soja /braquiária /soja /braquiária /soja /braquiária; (4) soja /milheto /soja /crotalária /milho + braquiária; (5) soja /crotalária /milho + braquiária /soja /crotalária; (6) soja /crotalária /soja /milho + braquiária /braquiária; (7) soja /milho /soja /milho /soja /milho; (8) soja /pousio /soja /pousio /soja /pousio, com preparo convencional do solo.

² Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade.

A avaliação nutricional das plantas de soja através da concentração foliar de macro e micronutrientes, comparando-se com a tabela de interpretação dos teores dos nutrientes da Embrapa (2006), citada por Zancanaro et al. (2009), indica que os valores observados são considerados para todos os nutrientes avaliados, com exceção para Mn que está abaixo da faixa considerada adequada (Tabela 11). De acordo com os autores, os valores considerados médios ou suficientes para a concentração foliar para N, P, K, Ca, Mg e S são 35 a 45, 2,4 a 3,7, 17,6 a 26,3, 7,5 a 13,1, 2,9 a 4,5, 2 a 3,1 g kg⁻¹, e para Zn, Cu, Fe, Mn e B são 33 a 68, 5 a 11, 58 a 114, 31 a 71 e 33 a 50.

Tabela 11. Concentração foliar de macro e micronutrientes na soja em função do esquema de rotação de culturas, na safra agrícola 2010/2011, com a cultivar TMG 1176.

Esquema RC		Concentração foliar de nutrientes														
		N		P	K			Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe		Mn	B
					g kg ⁻¹								mg kg ⁻¹			
1	S-p-S-p-S-p	43,8	2,8	bc	23,3	6,7	3,2	2,8	33,8	8,2	b	195,0	ab	27,3	ab	65,0
2	S-m-S-m-S-m	43,8	3,5	a	26,1	6,1	2,9	2,9	37,0	9,6	ab	165,3	bc	22,8	b	69,3
3	S-b-S-b-S-b	45,2	3,5	a	25,4	6,5	3,3	2,7	43,1	9,6	ab	122,0	d	23,5	b	64,7
4	S-m-S-c-M-b	46,6	3,2	abc	24,5	6,2	3,1	2,8	35,7	9,8	ab	129,8	cd	26,0	b	71,9
5	S-c-M-b-S-c	44,5	3,3	ab	25,3	6,2	3,0	2,7	36,6	10,2	ab	121,3	d	24,5	b	68,8
6	S-c-S-M-b-b	46,6	3,5	a	25,4	5,9	3,2	3,0	40,1	11,3	a	129,0	cd	26,8	b	68,5
7	S-M-S-M-S-M	47,3	3,6	a	25,0	6,0	3,0	2,9	39,8	10,4	ab	181,5	ab	27,8	ab	72,5
8	S-p-S-p-S-p	45,3	2,7	c	24,6	6,6	3,1	3,0	42,4	11,6	a	210,5	a	36,8	a	62,6
		45,4	3,3		25,0	6,3	3,1	2,9	38,6	10,1		156,8		26,9		67,9
	C.V. (%)	4,9	7,9		8,0	9,6	8,2	11,2	13,4	12,6		11,5		16,7		11,2
	P > F	0,25	0,01		0,67	0,57	0,69	0,88	0,17	0,03		0,01		0,01		0,55

¹ Esquemas de rotação de culturas: (1) soja /pousio /soja /pousio /soja /pousio; (2) soja /milheto /soja /milheto /soja /milheto; (3) soja /braquiária /soja /braquiária /soja /braquiária; (4) soja /milheto /soja /crotalária /milho + braquiária; (5) soja /crotalária /milho + braquiária /soja /crotalária; (6) soja /crotalária /soja /milho + braquiária /braquiária; (7) soja /milho /soja /milho /soja /milho; (8) soja /pousio /soja /pousio /soja /pousio, com preparo convencional do solo.

² Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade.

As quantidades exportadas de macro e micronutrientes pela soja em função do esquema de RC podem ser observadas na Tabela 12. Não foi verificada nenhuma variação nos resultados em função do esquema de RC adotado, com exceção para a quantidade de Cu exportada. Neste caso, um teste de comparação de médias foi empregado e identificou-se que os esquemas de RC 5, 6 e 7 apresentaram valores superiores aos esquemas de Rc 1 e 8. Contudo, essa diferença pode ser devida ao acaso uma vez que não houve aplicações desse nutriente. Os valores observados da exportação de macronutrientes, em média, foram semelhantes aos apresentados por Pauletti (2004), citado por Zancanaro et al.(2009). Segundo aquele autor, a exportação de N, P₂O₅, K₂O, Ca, Mg e S por diferentes cultivares de soja é, em média, de 59,2; 12,6; 22,6; 2,9; 2,3 e 3,0 kg t⁻¹ de grãos de soja, respectivamente, e de Fe, Cu, Zn, B e Mn é, em média, de 134, 13, 38, 22 e 34 g t⁻¹ de grãos. As quantidades exportadas de K₂O e observadas foram inferiores às apresentadas pelo autor citado. Em média, a exportação de macro e micronutrientes observada neste estudo foi de 59,0; 11,5; 17,9 2,6; 2,2 e 3,4 kg t⁻¹ de N, P₂O₅ K₂O, Ca, Mg e S, respectivamente, e de 38,2; 11,0; 181; 21,3 e 34,5 g t⁻¹ de Zn, Cu, Fe, Mn e B, respectivamente (Tabela 12).

Tabela 12. Exportação de macro e micronutrientes nos grãos de soja em função do esquema de rotação de culturas, na safra agrícola 2010/2011, com a cultivar TMG 1176.

T	Esquema de RC ¹	Exportação (grãos) ²											
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
		kg t ⁻¹						g t ⁻¹					
1	S-p-S-p-S-p	58,8	11,0	17,6	2,7	2,2	3,3	38,1	9,3	c	186,3	22,0	35,3
2	S-m-S-m-S-m	59,6	11,0	17,2	2,5	2,2	3,3	36,2	10,7	abc	183,0	20,5	32,3
3	S-b-S-b-S-b	58,9	12,4	18,9	2,6	2,2	3,5	40,2	11,3	abc	183,0	21,8	32,4
4	S-m-S-c-M-b	58,9	11,3	18,1	2,6	2,3	3,4	38,1	10,8	abc	181,5	22,3	36,1
5	S-c-M-b-S-c	58,6	11,3	17,8	2,6	2,3	3,1	39,2	11,9	ab	181,3	22,0	36,7
6	S-c-S-M-b-b	59,5	11,9	18,2	2,5	2,3	3,3	38,8	12,5	a	174,0	21,0	33,2
7	S-M-S-M-S-M	58,7	11,2	17,8	2,5	2,1	3,4	36,5	12,0	ab	188,3	21,0	33,1
8	S-p-S-p-S-p	58,8	11,5	17,8	2,6	2,3	3,5	38,3	9,9	bc	167,8	20,0	36,9
	Médias	59,0	11,5	17,9	2,6	2,2	3,4	38,2	11,0		181,0	21,3	34,5
	C.V. (%)	1,5	7,7	4,2	6,9	4,1	6,1	7,9	9,2		10,5	6,6	9,0
	P > F	0,66	0,35	0,13	0,68	0,15	0,22	0,62	0,01		0,83	0,28	0,19

¹ Esquemas de rotação de culturas: (1) soja /pousio /soja /pousio /soja /pousio; (2) soja /milheto /soja /milheto /soja /milheto; (3) soja /braquiária /soja /braquiária /soja /braquiária; (4) soja /milheto /soja /crotalária /milho + braquiária; (5) soja /crotalária /milho + braquiária /soja /crotalária; (6) soja /crotalária /soja /milho + braquiária /braquiária; (7) soja /milho /soja /milho /soja /milho; (8) soja /pousio /soja /pousio /soja /pousio, com preparo convencional do solo.

² Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto aos atributos químico-biológicos do solo, foram avaliados os parâmetros teor no solo de P, S, Ca, Mg, K, Al, Zn, Cu, Fe, Mn e B, os valores de pH em água e solução de CaCl_2 , a acidez potencial (H^0), a capacidade de troca de cátions (CTC), a saturação por bases (V) e por alumínio (m) e o conteúdo de matéria orgânica (MO), cujos resultados estão apresentados na Tabela 13. A análise da variância dos dados não identificou nenhuma alteração devida ao efeito dos esquemas de RC estudados, com exceção para os teores de P e S no solo.

Para o teor de P no solo, o teste de comparação de médias empregado identificou que o esquema de RC 3 apresentou valor superior a todos os demais esquemas de RC, que foram semelhantes entre si. Possivelmente, a presença do capim braquiária na entressafra, após três anos de experimentação, está favorecendo a disponibilidade de P no solo.

Para o teor de S no solo, o teste de comparação de médias empregado identificou que o esquema de RC 8 apresentou valores superiores aos esquemas de RC 1, 5 e 6, sendo semelhantes aos demais.

Os teores de S, Ca, Mg, Zn, Cu e Mn observados estão em níveis acima do crítico no solo, de acordo com o apresentado por Zancanaro et al. (2009). Segundo os autores, o nível crítico de Ca, Mg, S, Zn, Cu e Mn no solo para a soja é de 1,5 e 0,8 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ e de 9,0, 1,6, 0,8 e 5 mg dm^{-3} de solo, respectivamente. Quanto aos teores de P e K, ambos apresentam-se em níveis classificados como alto e médio, respectivamente: $> 6 \text{ mg dm}^{-3}$ de P, para solos com teor de argila maior que 600 g kg^{-1} , e $> 0,18 \text{ cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de K.

Quanto ao teor de B no solo, este está abaixo do nível crítico considerado pelos autores supracitados, que é de 0,5 mg de B dm^{-3} de solo. Contudo, nenhum sintoma visual de deficiência deste elemento foi identificado nas plantas.

As quantidades de matéria seca (MS) produzidas pelas culturas de cobertura no outono, após a colheita da soja, e as quantidades de nutrientes extraídas estão apresentadas na Tabela 14. Pode-se observar que houve diferença na quantidade de MS produzida pelas culturas. Em média, o milheto, a braquiária e a crotalária produziram 3.896, 6.653 e 3.330 kg ha^{-1} de MS (Tabela 14). O crescimento de culturas de cobertura do solo semeadas no período de outono, após a colheita da soja, na região Sul de Mato Grosso é bastante dependente da precipitação pluvial. Na safra 2010/2011, na região Sul de Mato Grosso, o volume de chuvas no período de março a maio foi favorável ao bom estabelecimento das plântulas e seu rápido crescimento.

Tabela 13. Teores dos nutrientes e atributos químico-biológicos do solo em função do esquema de rotação de culturas, na safra agrícola 2010/2011, com a cultivar TMG 1176.

Esquema RC ¹		Parâmetros												
		Teores no solo ²												
		<i>P</i>	<i>S</i> ³			<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>K</i> ³	<i>Al</i>	<i>Zn</i>	<i>Cu</i>	<i>Fe</i>	<i>Mn</i>	<i>B</i>
		mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³					
1	S-p-S-p-S-p	17,1	b	9,6	bc	3,0	1,0	0,21	0,0	5,7	2,0	53	24,3	0,33
2	S-m-S-m-S-m	14,0	b	10,5	abc	3,1	1,1	0,19	0,0	5,0	2,0	60	24,6	0,38
3	S-b-S-b-S-b	23,9	a	10,6	abc	3,3	1,1	0,22	0,0	6,3	2,2	67	26,4	0,36
4	S-m-S-c-M-b	13,6	b	10,4	abc	2,6	0,9	0,22	0,1	5,3	2,0	57	20,5	0,35
5	S-c-M-b-S-c	16,2	b	9,5	c	2,7	0,9	0,24	0,0	5,1	1,8	57	22,6	0,39
6	S-c-S-M-b-b	13,5	b	9,4	c	2,9	1,0	0,22	0,0	5,5	2,4	60	20,4	0,39
7	S-M-S-M-S-M	14,2	b	10,7	ab	3,0	1,0	0,15	0,0	5,9	2,2	58	22,1	0,38
8	S-p-S-p-S-p	16,8	b	11,4	a	3,0	1,0	0,21	0,0	5,9	2,4	57	23,9	0,40
	Médias	16,2		10,3		2,9	1,0	0,21	0,0	5,6	2,1	59	23,1	0,37
	C.V. (%)	14,3		5,4		12,9	13,5	19,5	-	14,2	16,5	13,0	13,2	10,5
	P > F	0,01		0,01		0,28	0,22	0,13	-	0,33	0,30	0,42	0,13	0,22
		Atributos químico-biológicos												
		<i>pH</i>	<i>pH</i>	<i>H</i>	<i>CTC</i>	<i>V</i>	<i>m</i>	<i>MO</i>						
		água	CaCl ₂	cmol _c dm ⁻³			%	g kg ⁻¹						
1	S-p-S-p-S-p	5,9	5,1	4,8	9,0	47,3	0,0	38,9						
2	S-m-S-m-S-m	6,0	5,2	4,4	8,7	49,9	0,0	37,3						
3	S-b-S-b-S-b	5,9	5,2	4,6	9,1	49,9	0,0	39,1						
4	S-m-S-c-M-b	5,7	4,9	4,8	8,5	43,1	2,5	36,9						
5	S-c-M-b-S-c	5,8	5,0	4,6	8,4	45,3	0,0	35,6						
6	S-c-S-M-b-b	5,9	5,1	4,6	8,6	46,8	0,0	37,4						
7	S-M-S-M-S-M	5,9	5,1	4,4	8,5	48,0	0,0	36,9						
8	S-p-S-p-S-p	5,8	5,1	4,6	8,7	47,5	0,0	36,9						
	Médias	5,9	5,1	4,6	8,7	47,2	0,0	36,9						
	C.V. (%)	3,7	3,2	9,1	5,3	10,2	-	6,7						
	P > F	0,64	0,58	0,79	0,32	0,53	-	0,58						

¹ Esquemas de rotação de culturas: (1) soja /pousio /soja /pousio /soja /pousio; (2) soja /milheto /soja /milheto /soja /milheto; (3) soja /braquiária /soja /braquiária /soja /braquiária; (4) soja /milheto /soja /crotalária /milho + braquiária; (5) soja /crotalária /milho + braquiária /soja /crotalária; (6) soja /crotalária /soja /milho + braquiária /braquiária; (7) soja /milho /soja /milho /soja /milho; (8) soja /pousio /soja /pousio /soja /pousio, com preparo convencional do solo.

² Metodologias utilizadas: P, K, Zn, Cu, Fe e Mn extraídos com solução Mehlich-1 (HCl 0,05 N e H₂SO₄ 0,025 N); Ca, Mg e Al extraídos com solução KCl 1 N; B em água quente; MO via oxidação com solução K₂Cr₂O₇ e determinação colorimétrica; pH em água (1:2,5); pH em solução de CaCl₂ 0,01 M (1:2,5); H⁰ extraído com solução (CH₃COO)₂Ca a pH 7,0

³ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade.

Tabela 14. Matéria seca produzida, extração de macro e micronutrientes pela matéria seca e equivalente em fertilizantes das culturas de cobertura em função do esquema de rotação de culturas, na safra agrícola 2010/2011.

Esquema RC ¹	Cultura	MS ²	Extração (matéria seca)											Equivalente em fertilizantes			
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Uréia	SSP	KCl	
			kg t ⁻¹ de MS						g t ⁻¹ de MS					kg t ⁻¹ de MS			
1	S-p-S-p-S-p	Pousio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	S-m-S-m-S-m	Milheto	4.039	16,8	3,7	47,0	5,6	2,7	2,7	20,7	5,5	331	33,0	17,8	37	18	78
3	S-b-S-b-S-b	Braquiária	6.653	15,4	2,3	34,8	4,5	2,4	1,6	22,0	4,2	102	41,0	16,6	34	11	58
4	S-m-S-c-M-b	Milheto	3.753	19,6	3,9	49,4	5,6	2,1	2,6	23,6	4,4	319	45,0	28,1	44	19	82
5	S-c-M-b-S-c	Crotalaria	3.161	29,4	4,8	30,7	8,7	2,1	2,5	29,8	8,9	177	41,0	27,5	65	24	51
6	S-c-S-M-b-b	Crotalaria	3.499	35,0	5,0	30,2	8,1	1,8	3,0	29,9	6,2	152	52,0	29,6	78	25	50
7	S-M-S-M-S-M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	S-p-S-p-S-p	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ Esquemas de rotação de culturas: (1) soja /pousio /soja /pousio /soja /pousio; (2) soja /milheto /soja /milheto /soja /milheto; (3) soja /braquiária /soja /braquiária /soja /braquiária; (4) soja /milheto /soja /crotalaria /milho + braquiária; (5) soja /crotalaria /milho + braquiária /soja /crotalaria; (6) soja /crotalaria /soja /milho + braquiária /braquiária; (7) soja /milho /soja /milho /soja /milho; (8) soja /pousio /soja /pousio /soja /pousio, com preparo convencional do solo.

² Matéria seca produzida.

³ Quantidade de fertilizante (uréia, superfosfato simples – SSP, e cloreto de potássio – KCl) equivalente à quantidade de nutriente N, P e K extraída pela cultura de cobertura no esquema de rotação.

Na condição de crescimento das culturas de cobertura, ou seja, durante o outono, a quantidade de nutrientes extraídos pela MS foi elevada, especialmente quanto às quantidades de K_2O . O milho extraiu, em média, 18; 3,8; 48; 5,6; 2,4 e 2,7 $kg\ t^{-1}$ de MS de N, P_2O_5 , K_2O , Ca, Mg e S, respectivamente, e 22, 5,0, 325, 39 e 23 $g\ t^{-1}$ de MS de Zn, Cu, Fe, Mn e B, respectivamente. A braquiária extraiu, em média, 15; 2,3; 35; 4,5; 2,4 e 1,6 $kg\ t^{-1}$ de MS de N, P_2O_5 , K_2O , Ca, Mg e S, respectivamente, e 22, 4,2; 102, 41 e 17 $g\ t^{-1}$ de MS de Zn, Cu, Fe, Mn e B, respectivamente. Já a crotalária extraiu, em média, 32; 4,9; 30; 8,4; 2,0 e 2,8 $kg\ t^{-1}$ de MS de N, P_2O_5 , K_2O , Ca, Mg e S, respectivamente, e 30, 7,6, 165, 47 e 29 $g\ t^{-1}$ de MS de Zn, Cu, Fe, Mn e B, respectivamente (Tabela 14).

As quantidades extraídas por hectare de N, P_2O_5 e K_2O pelo milho equivalem, em média, a 41, 19 e 80 $kg\ t^{-1}$ de MS de uréia, superfosfato simples (SSP) e cloreto de potássio (KCl), respectivamente. Para as quantidades extraídas pela braquiária, a equivalência em média é de 34, 11 e 58 $kg\ t^{-1}$ de MS de uréia, SSP e KCl, respectivamente. E para a crotalária, em média, de 72, 25 e 51 $kg\ t^{-1}$ de MS de uréia, SSP e KCl, respectivamente (Tabela 14).

A Tabela 15 apresenta um resumo da exportação de macro e micronutrientes em função do rendimento agrícola de grãos de soja e milho para cada esquema de RC estudado. As parcelas que completam a RC dentro de cada esquema também foram avaliadas a fim de se manter um histórico de informação que será utilizado ano após ano conforme o avanço de cada esquema.

Quanto às parcelas já comentadas anteriormente, a informação da exportação de macro e micronutrientes já foi apresentada na Tabela 12. Quanto às parcelas cultivadas com soja e ou milho, como a 4B, a 4C, a 5B, e a 6B, pode-se notar que a exportação de nutrientes pela soja foi, em média, de 233; 47; 72; 10; 8,9 e 13 $kg\ ha^{-1}$ de N, P_2O_5 , K_2O , Ca, Mg e S e de 159, 45, 651, 86 e 128 $g\ ha^{-1}$ de Zn, Cu, Fe, Mn e B, respectivamente, para um rendimento médio de 3.965 $kg\ ha^{-1}$ de grãos. A exportação de nutrientes pelo milho cultivado no verão foi, em média, de 159; 110; 50; 7; 14 e 17 $kg\ ha^{-1}$ de N, P_2O_5 , K_2O , Ca, Mg e S e de 229, 36, 659; 72 e 117 $g\ ha^{-1}$ de Zn, Cu, Fe, Mn e B, respectivamente, para um rendimento médio de 11.486 $kg\ ha^{-1}$ de grãos. Quando o sistema foi intensificado e houve o cultivo de soja seguido pelo milho safrinha, a exportação de nutrientes foi, em média, de 318; 67; 83; 13,7; 12,1 e 21,3 $kg\ ha^{-1}$ de N, P_2O_5 , K_2O , Ca, Mg e S e de 241, 77, 1.507, 125 e 197 $g\ ha^{-1}$ de Zn, Cu, Fe, Mn e B, respectivamente, para um rendimento médio de 4.045 e 5.022 $kg\ ha^{-1}$ de grãos de soja e milho, respectivamente (Tabela 15).

Tabela 15. Rendimento de grãos de soja e milho e exportação de macro e micronutrientes em função do esquema de rotação de culturas, na safra agrícola 2010/2011, com a cultivar TMG 1176 e o híbrido Pioneer 30F35Hx.

Esquema RC ¹		Soja	Milho	Exportação (grãos)										
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
		kg ha ⁻¹						g ha ⁻¹						
1	S-p-S-p-S-p	4.039	-	237,5	44,6	71,0	10,8	9,0	13,4	153,9	37,4	752	88,9	142,6
2	S-m-S-m-S-m	3.918	-	233,3	43,1	67,2	9,7	8,7	13,0	141,8	41,7	717	80,3	126,5
3	S-b-S-b-S-b	4.070	-	239,8	50,6	76,9	10,4	9,1	14,4	163,6	45,8	745	88,5	131,7
4	S-m-S-c-M-b	3.717	-	218,9	42,1	67,1	9,6	8,6	12,5	141,6	40,0	675	82,7	134,3
5	S-c-M-b-S-c	3.636	-	213,0	41,0	64,6	9,5	8,2	11,3	142,3	43,1	659	80,0	133,4
6	S-c-S-M-b-b	3.834	-	228,1	45,4	69,9	9,6	8,7	12,7	148,8	48,0	667	80,5	127,3
7	S-M-S-M-S-M	3.981	5.551	315,5	65,7	84,2	12,6	11,5	21,2	223,1	76,2	1.601	132,2	189,2
8	S-p-S-p-S-p	4.045	-	238,0	46,6	72,1	10,6	9,2	14,3	154,7	39,9	679	80,9	149,1
4B	S-c-M-b-S-m	3.965	-	233,3	47,0	71,8	10,0	8,9	13,2	159,7	45,0	651	86,2	128,2
4C	M-b-S-m-S-c	-	11.519	161,8	112,8	51,8	6,9	14,4	17,7	230,1	37,1	654	72,0	115,5
5B	M-b-S-c-M-b	-	11.452	156,6	106,2	48,8	7,0	14,1	17,2	227,6	35,5	664	71,6	118,2
6B	S-M-b-b-S-c	4.045	5.022	317,9	67,3	82,6	13,7	12,1	21,3	241,4	76,6	1.507	125,6	196,8

¹ Esquemas de rotação de culturas: (1) soja /pousio /soja /pousio /soja /pousio; (2) soja /milheto /soja /milheto /soja /milheto; (3) soja /braquiária /soja /braquiária /soja /braquiária; (4) soja /milheto /soja /crotalária /milho + braquiária; (5) soja /crotalária /milho + braquiária /soja /crotalária; (6) soja /crotalária /soja /milho + braquiária /braquiária; (7) soja /milho /soja /milho /soja /milho; (8) soja /pousio /soja /pousio /soja /pousio em sistema de preparo convencional do solo.

5.3. Considerações gerais

O estudo de sistemas de produção de fibras e 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 variável da lavoura.

As informações levantadas ao longo deste projeto de experimentação serão de grande valia para aumentar a eficiência do uso de nutrientes, sabendo-se que o uso de fertilizantes é indispensável para a obtenção de elevadas produtividades e que o custo destes insumos têm grande impacto no custo de produção.

Com os dados obtidos nesta terceira safra agrícola foi possível mensurar a reciclagem de nutrientes por diferentes culturas de cobertura antecedendo o cultivo do algodoeiro, bem como identificar que há algumas diferenças entre as quantidades exportadas de nutrientes pela produção de algodão em caroço observadas neste estudo e as quantidades relatadas na literatura.

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 seqüência 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.

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 grãos do Estado de Mato Grosso.

6. Conclusão

Os resultados obtidos nas condições agronômicas e ambientais deste estudo, nesta safra 2010/2011, permitem concluir que:

Experimento 1 – Sistemas de produção de fibra

- (a) A produção de matéria seca de culturas de cobertura na primavera, antecedendo o cultivo do algodoeiro, é suficiente para garantir a boa cobertura do solo e a reciclagem de nutrientes. Há quantidades equivalentes de N, P, K, Ca, Mg e S reciclados pelo milho e pelo capim braquiária;
- (b) A espécie de cobertura do solo utilizada na primavera não influenciou o rendimento de algodão em caroço obtido. Contudo, há uma tendência de que o cultivo do algodoeiro após uma série de espécies gramíneas com sistema radicular agressivo e volumoso pode resultar em maior rendimento de algodão em caroço, como visto nas safras 2009/10 e 2010/11 no esquema 6 em que o algodoeiro é cultivado após a sequência de milho no verão, braquiária no outono e milho na primavera;
- (c) A densidade do solo é alterada pelo sistema de cultivo. O sistema de plantio direto aumenta a densidade do solo se comparado ao sistema de preparo convencional, porém não afeta o rendimento de algodão em caroço;
- (d) O estado nutricional do algodoeiro e os atributos químicos do solo não sofrem alteração devido ao esquema de rotação de culturas;

Experimento 2 – Sistemas de produção de grãos

- (e) A utilização de espécies de cobertura do solo após a colheita da soja é fundamental para a manutenção da atividade biológica e da ciclagem de nutrientes no outono. A crotalária apresenta adequada produção de matéria seca e recicla maior quantidade de nitrogênio que o capim braquiária e o milho. Contudo, a produção de matéria seca da crotalária é bastante dependente das condições climáticas do outono, que podem ou não favorecer seu adequado desenvolvimento;

- (f) O estado nutricional da soja é influenciado pelo esquema de rotação de culturas. Menores concentrações foliares de P podem ser observadas em plantas de soja cultivadas em esquema de pousio;
- (g) O teor de P no solo é influenciado pelo cultivo do capim braquiária após a soja, apresentando incremento significativo;
- (h) A densidade do solo não é influenciada pelo esquema de rotação de culturas. Contudo, há tendência de que o cultivo de capim braquiária por tempo prolongado, maior que 12 meses, pode reduzir a densidade do solo. Sistemas de produção de grãos com integração lavoura-pecuária podem promover impacto positivo neste parâmetro do solo;
- (i) O rendimento de grãos de soja é afetado pelo esquema de rotação de culturas. A soja cultivada após o milho safra apresenta redução significativa de rendimento de grãos, possivelmente, devido à imobilização de nitrogênio para decomposição da palhada do milho;
- (j) A intensificação do sistema de produção de grãos, através do cultivo de soja no verão e milho no outono (soja/milho safrinha) acarreta em grandes quantidades de nutrientes exportados, especialmente de nitrogênio, cuja mensuração deve ser levada em consideração para o planejamento das adubações subsequentes. É possível que a exportação elevada de nitrogênio em sistema de produção de soja e milho safrinha comprometa a sustentabilidade do sistema no longo prazo.

7. Referências bibliográficas

- ACQUAAH, G. **Principles of crop production**: theory, techniques, and technology. Upper Saddle River: Pearson Education Inc., 2002. 460p.
- 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.

- BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/12_levantamento_set2010.pdf. Acesso em: 20 dezembro 2010.
- CARVALHO, M.C.S.; FERREIRA, G.B.; STAUT, L.A. Nutrição, calagem e adubação do algodoeiro. In: FREIRE, E.C. **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: ABRAPA, 2007. 918p.
- 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. **Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil – 2007**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 225p.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ed Rio de Janeiro. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997. 212p.
- 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.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. B. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2ed. Piracicaba. Potafós. 1997. p.231-305.
- 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.
- 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.
- SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistics**. Ed.4. Cary, 1996.
- SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. Correção da acidez do solo. In: SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 81-96.
- ZANCANARO, L.; HILLESHEIM, J.; HOOGERHEIDE, H.; VERONESE, M.; VILELA, L.; FRANCISCO, E.A.B. Manejo do solo, adubação e nutrição da cultura da soja. In: Fundação MT. **Boletim de Pesquisa de Soja**. Central de Texta Carrion & Carracedo: Cuiabá, 2009. p.270-285.
- ZANCANARO, L.; TESSARO, L.C. Calagem e adubação. In: FACUAL. **Algodão – pesquisas e resultados para o campo**. Cuiabá: Facual, 2006a. p.36-55.
- ZANCANARO, L.; TESSARO, L.C. Manejo e conservação do solo. In: FACUAL. **Algodão – pesquisas e resultados para o campo**. Cuiabá: Facual, 2006b. p.56-81.

ANEXOS

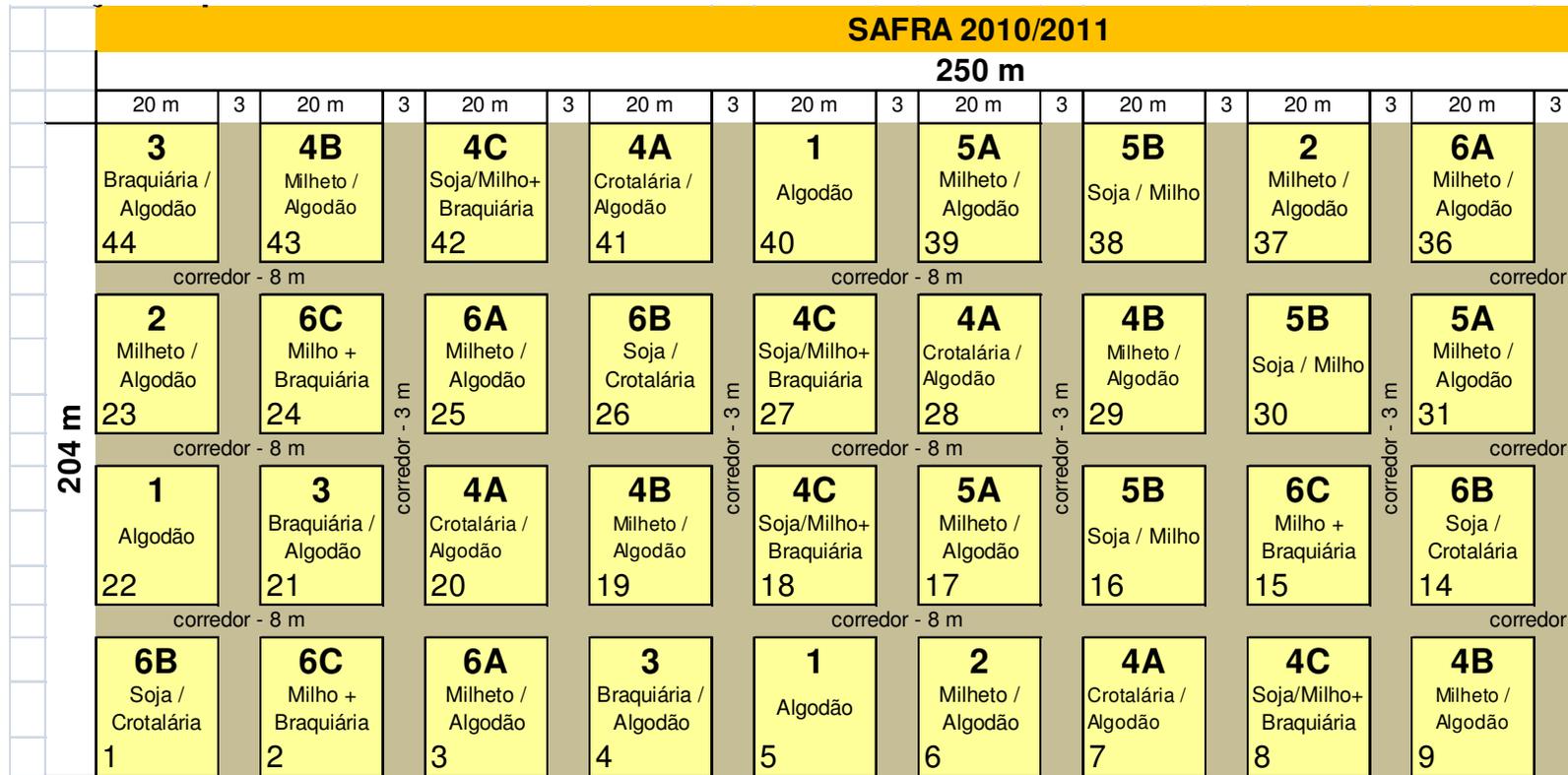


Figura 1. Croqui do experimento 1: Sistemas de produção de fibras

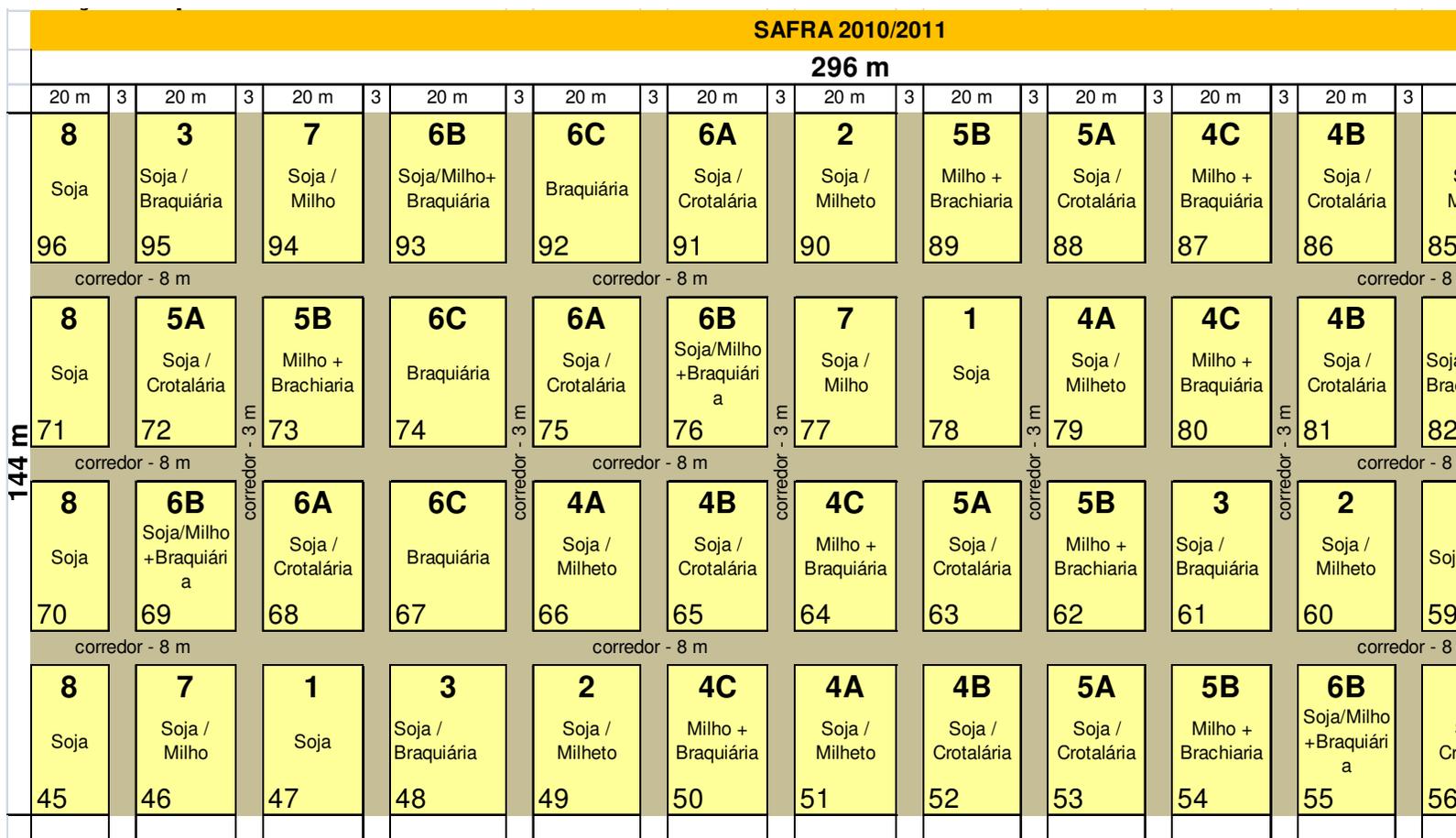


Figura 2. Croqui do experimento 2: Sistemas de produção de grãos

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



APOIO FINANCEIRO



IPNI Brasil

Engº Agrº, Dr. Eros Artur Bohac Francisco

Pesquisador da Fundação MT/PMA

Coordenador do Projeto