

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
AGR99006 – DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Betina Stolzenberg Colares

00252730

“Estratégias para intensificar a produção sustentável no estado do Mato Grosso”

Porto Alegre, março de 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE AGRONOMIA

CURSO DE AGRONOMIA

“Estratégias para intensificar a produção sustentável no estado do Mato Grosso”

Betina Stolzenberg Colares

00252730

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do Grau de Engenheiro Agrônomo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Supervisor de campo do Estágio: Eng. Agr. Edicarlos Damacena de Souza

Orientador Acadêmico do Estágio: Prof. Paulo César de Faccio Carvalho

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Prof. Pedro Alberto Selbach Depto. de Solos (Coordenador)

Prof. Alberto Vasconcellos Inda Junior Depto. de Solos

Prof. Alexandre de Mello Kessler Depto. de Zootecnia

Prof. André Pich Brunes Depto. de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia

Prof. José Antônio Martinelli Depto. de Fitossanidade

Profa. Renata Pereira da Cruz Depto. de Plantas de Lavoura

Prof. Sergio Tomasini Depto. de Horticultura e Silvicultura

PORTO ALEGRE, março de 2021.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer aos meus pais, Luciani e Vilnei, que me deram toda a base para chegar aonde cheguei, apoiando minhas decisões e contribuindo para essa linda trajetória dentro do curso de Agronomia, além de incentivar e proporcionar tais experiências para o meu crescimento pessoal e profissional.

Agradeço a minha avó Enilda, meu porto seguro, que sempre esteve presente ao longo de toda trajetória. Obrigada por cada colo, conselho e conquista que pôde comemorar comigo até hoje.

Ao meu irmão Gustavo e sua namorada Sabrina, que não mediram esforços para estarem sempre ao meu lado, contribuindo e auxiliando para cada passo que eu desse.

À minha dinda Mariani, que sempre procurou mostrar o lado bom de cada situação, trazendo alegria a cada momento e etapa alcançada.

Ao meu namorado Luiz Antônio pela paciência e companheirismo, que é meu parceiro de vida e profissão.

Agradeço ao professor Paulo Carvalho que trouxe a oportunidade em ter essa experiência de estágio, pela orientação e ensinamentos passados. Ao Edicarlos Damacena, meu supervisor de estágio, e à Ana Paula Zazycki, que me receberam e acompanharam minhas atividades ao longo do estágio, transmitindo todo o conhecimento fundamental.

Aos meus colegas de curso que ampliaram a minha visão sobre diversas maneiras de observar cada situação, e àqueles que pude construir uma amizade fora do meio acadêmico, se tornando companheiros para o resto da vida.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo excelente ensino público, com aulas teóricas, práticas e visitas técnicas que enriqueceram o conhecimento adquirido dentro da instituição. Aos integrantes do grupo GPI SI que me receberam muito bem, e a empresa SIA pela oportunidade em poder acompanhar as visitas às propriedades.

A todos que fizeram parte do meu crescimento e formação de maneira direta ou indiretamente, o meu muito obrigado!

RESUMO

O estágio curricular foi realizado no Grupo de Pesquisa em Sistemas Puros e Integrados de Produção Agropecuária junto ao Serviço de Inteligência em Agronegócio no município de Rondonópolis – MT, durante o período de janeiro a março de 2020. As atividades foram desenvolvidas em protocolos experimentais com o objetivo de avaliar os benefícios da implementação dos Sistemas Integrados de Produção Agropecuária na região dos Cerrados. Acompanhou-se também consultorias técnicas para diagnóstico e planejamento de propriedades rurais distribuídas no estado do Mato Grosso, verificando a importância de levar inovações tecnológicas ao produtor rural, propondo estratégias que potencializem a produção de alimentos de forma sustentável, e que atendam as demandas e exigências mundiais no agronegócio.

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 - Caracterização das propriedades visitadas no MT.....	22
TABELA 2 - Alturas de manejo pastoreio rotatínuo.....	24
TABELA 3 - Acúmulo de forragem em Sistema Integrado de Produção Agropecuária com adubação de sistemas (ton ha ⁻¹).....	26
TABELA 4 - Acúmulo de N e K na palhada para avaliar potencial de culturas de cobertura na safrinha para ciclagem de nutrientes	27
TABELA 5 - Densidade de plantas daninhas emergidas em cada tratamento para verificar a influência das culturas de cobertura no manejo de controle.....	28
TABELA 6 - Produtividade de algodão em caroço (kg ha ⁻¹) em solos arenosos.	31

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 – Tratamentos referentes ao protocolo experimental conduzido na Fazenda Guarita	17
FIGURA 2 - Tratamentos do protocolo experimental conduzido pelo GPISI na UFR.....	18
FIGURA 3 - Análise laboratorial de amostras de solo coletadas nos experimentos.....	19
FIGURA 4 - A) Coleta de plantas de soja. B) Determinação dos componentes de rendimento e estimativa de produtividade da soja.....	19
FIGURA 5 – Amostragem e avaliação a campo, UFR. A) Taxa de cobertura do solo. B) Amostra de solo	20
FIGURA 6 - Contagem de estande final nos experimentos na UFR e na Fazenda Guarita.	20
FIGURA 7 - Tratamentos do experimento de longa duração conduzido no IMA.	21
FIGURA 8 - Ganhos de peso animal por área (kg ha^{-1}) em tratamentos com diferentes estratégias de adubação.	25
FIGURA 9 - Comparação do efeito palhada entre SIPA (1) e Plantio Convencional (2) no IMA.	29
FIGURA 10 - Observação do cruzamento Nelore e Angus na propriedade Z em Alto Garças, MT.	32

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	8
2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DE RONDONÓPOLIS – MT	9
2.1 Aspecto socioeconômico	9
2.2 Clima	9
2.3 Solos	10
2.4 Relevo e vegetação	10
3. CARACTERIZAÇÃO GPISI E SIA	11
4. REFERENCIAL TEÓRICO DO ASSUNTO PRINCIPAL	12
4.1 Caracterização do sistema de produção Soja e Algodão.....	12
4.2 Alternativas para produção sustentável	13
4.3 Pecuária de corte.....	15
4.4 Assistência técnica	16
5. ATIVIDADES REALIZADAS	17
5.1 Biodiversidade no Sistema Integrado de Produção Agropecuária	17
5.2 Potencialidades do cultivo de algodão em solos arenosos	21
5.3 Extensão: Consultoria e assistência técnica	22
5.3.1 Produção animal.....	23
5.3.2 Produção vegetal.....	24
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
6.1 Fazenda Guarita	25
6.2 UFR.....	27
6.3 IMA	28
6.4 SIA.....	31
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
APÊNDICES	43
ANEXOS	40

1. INTRODUÇÃO

A produção agropecuária do Brasil está localizada predominantemente nas regiões tropicais (Centro-Oeste, Norte e Nordeste) e subtropicais (Sul), e se caracteriza tradicionalmente pela intensa utilização do solo, associada a sistemas inadequados de manejo, o que resulta no processo de degradação e conseqüente redução da sua capacidade produtiva. O país está entre as maiores potências mundiais de produção de alimentos, e a sua competitividade em nível internacional se deve ao fator climático favorável, além de sua extensa área territorial (MAPA, 2009), características que permitem a produção em escala o ano todo.

A crescente expansão da atividade agropecuária na região Centro-Oeste do Brasil tem levantado questionamentos quanto à qualidade dos sistemas de manejo do solo. A técnica de produção mais utilizada é o plantio em sistema de monocultura, com condução de apenas uma cultura de interesse econômico e mais adaptada às características da região (FIGUEROLA et al., 2015). O desafio atual dos produtores agrícolas e engenheiros agrônomos é o desenvolvimento de métodos de produção que atendam à elevada demanda mundial por alimentos, atingindo níveis aceitáveis de sustentabilidade e segurança alimentar que sejam economicamente viáveis.

Com a perspectiva de analisar os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) como alternativa para intensificação da produção sustentável no Mato Grosso, foram avaliados os benefícios diretos e indiretos gerados por pesquisas e inovações tecnológicas que estão sendo desenvolvidas por empresas públicas e/ou privadas. Benefícios que, além de contribuírem para o crescimento socioeconômico ambiental, favorecem uma produção mais eficiente, incluindo a biodiversidade de culturas, redução de custos de produção e conservando o meio ambiente. Entretanto, muitas vezes essas informações e tecnologias só alcançam o meio rural através da assistência técnica proporcionada por extensionistas.

Para conhecer a realidade da produção agropecuária no estado do Mato Grosso, o estágio foi desenvolvido no período de janeiro a março de 2020, e teve como objetivo exercer atividades a campo e em laboratórios, verificando protocolos experimentais que avaliam SIPA como estratégia para intensificação da produção sustentável. Foi possível acompanhar também assistências técnicas prestadas às propriedades rurais, tendo a oportunidade de exercer o papel

de Engenheiro Agrônomo no diagnóstico e planejamento dos sistemas de produção através de recomendações baseadas no conhecimento acadêmico.

2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DE RONDONÓPOLIS – MT

2.1 Aspectos socioeconômicos

O município de Rondonópolis está localizado na Mesorregião Sudeste Mato-grossense, atingindo o segundo maior PIB per capita do estado, R\$ 49.041,70. No final de 2020, bateu o recorde de exportações do Mato Grosso, com aumento de 13% nas vendas externas em comparação ao ano anterior, fechando U\$ 1,773 bilhão em exportação (MDIC, 2021). A população é estimada em 236.042 pessoas, tendo alto Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, com 0,755, de acordo com o IBGE (2020).

O Mato Grosso é o estado brasileiro com maior Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP), atingindo cerca de R\$ 118,06 bilhões em 2020 (MAPA, 2020). O cultivo de algodão, milho, soja e a criação de gado são os principais responsáveis pelo setor da economia do estado, tendo participação de 18% do VBP agropecuário nacional. Segundo o levantamento do Observatório de Desenvolvimento, as lavouras do Mato Grosso contribuem com 81,5% e a pecuária 18,5% do VBP total do estado, o que expressa a grandeza do setor agropecuário mato-grossense e confirma a aptidão agrícola do estado, somada à mão-de-obra qualificada, ao uso de tecnologias agrícolas e a utilização de resultados de pesquisas desenvolvidas que difundem informações tecnológicas e específicas para a região do cerrado (SEDEC, 2019).

A ocupação territorial do Mato Grosso é composta por aproximadamente 67,7% de área preservada total, e o restante das áreas é ocupado por pastagens (21,5%), áreas agrícolas compostas por lavouras anuais e perenes (10,5%) e 0,3% em áreas urbanas, antropizadas ou sob outros usos (MIRANDA; CARVALHO; OSHIRO, 2017).

2.2 Clima

O município de Rondonópolis – MT, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, é definido como Aw, tropical úmido e seco, e se caracteriza por apresentar estação de seca e chuvosa bem definidas. A temperatura média é de 24,8 °C e a precipitação média anual

atinge valores inferiores a 1.500 mm concentradas no verão. A estação chuvosa inicia em outubro e se prolonga até abril, período no qual os solos agrícolas estão ocupados predominantemente pela soja e pelo algodão.

2.3 Solos

Os solos do Cerrado brasileiro se caracterizam, em geral, por uma mineralogia oxídica-caulinítica, com baixos teores de matéria orgânica e fertilidade, o que determina uma reduzida capacidade de troca de cátions. Além disso, os solos são ácidos, e a alta concentração de alumínio provoca toxidez para a maioria das espécies utilizadas na agricultura comercial, sendo necessária a correção do pH por meio da aplicação de calcário. No entanto, devido a constituição física que apresentam, os solos dos cerrados favorecem a mecanização, a correção e a construção da fertilidade, possibilitando irrigações devido a elevada profundidade e boa drenagem (KER et al., 1992), fatores que destacam o Cerrado como grande potencial agrícola, associado a extensas áreas de cultivo agrícola para exportação e consumo interno. Na região de Rondonópolis, predominam os Latossolos Vermelhos Distróficos¹ e os Neossolos Quartzarênicos².

2.4 Relevo e vegetação

O bioma Cerrado representa a segunda maior formação vegetal brasileira (*ANEXO G - Distribuição do Cerrado no Brasil*), se caracterizando pela diversidade de paisagens que compõem desde o cerradão (maior densidade com árvores altas e composição distinta), ao cerrado mais comum no Brasil central (árvores baixas e esparsas), até o campo cerrado, campo sujo e campo limpo (progressiva redução da densidade arbórea). Ao longo dos rios, abrange florestas de galerias ou matas ciliares. A ampla heterogeneidade é responsável por favorecer uma expressiva biodiversidade da fauna e flora (RIBEIRO; WALTER, 1998).

O relevo é composto por chapadões planos de 300 a 600 m de altitude, e a topografia varia entre plana e suavemente ondulada. Localizado geograficamente em região de grande

¹ Latossolo Vermelho Distrófico: textura argilosa com alto teor de óxido de ferro presentes. Solos profundos de baixa fertilidade.

² Neossolo Quartzarênico: textura areia ou areia franca em pelo menos 2 m de profundidade. Baixa aptidão agrícola. Uso contínuo de culturas anuais pode levá-lo à degradação.

insolação, estes fatores favorecem a agricultura, contribuindo para a produção de soja, milho e algodão.

3. CARACTERIZAÇÃO DO GPISI E DA SIA

O estágio foi realizado em protocolos experimentais pertencentes ao Grupo de Pesquisa em Sistemas Puros e Integrados de Produção Agropecuária (GPISI), localizado na Universidade Federal de Rondonópolis (UFR, MT), que, em parceria à Aliança SIPA³, conduz trabalhos científicos e inovadores trazendo alternativas na produção agropecuária, priorizando a diversificação de culturas e a sustentabilidade do sistema.

O GPISI, fundado em 2013 na antiga UFMT-CUR, é coordenado pelos professores Edicarlos Damacena, Eng. Agr. do Departamento de Solos - UFR, e Leandro Pacheco, Eng. Agr. do Departamento de Produção Vegetal - UFR. A equipe é composta por alunos de graduação e pós-graduação em Zootecnia, Engenharia Agrícola e Ambiental da UFR e Agronomia da Universidade de Cuiabá (UNIC - Campus Ary Coelho, Rondonópolis).

Com enfoque na intensificação sustentável do sistema agropecuário brasileiro, o grupo integra parcerias com empresas privadas para investir na pesquisa, buscando melhorar as condições e qualidade de vida na produção, através de incentivos ao desenvolvimento social, econômico e ambiental da região.

Seguindo esta perspectiva, o estágio também compreendeu o acompanhamento de consultorias técnicas voltadas ao agronegócio brasileiro. O Serviço de Inteligência em Agronegócio (SIA) foi fundado em 2010, e se caracteriza por ser uma empresa especializada em contribuir para o desenvolvimento sustentável atuando sempre com foco no produtor rural, sua família e suas atividades. Com uma equipe distribuída principalmente na região sul do Brasil, a empresa vem se expandindo para os estados de São Paulo e Mato Grosso, e algumas cidades no Uruguai. A SIA carrega a missão de levar o conhecimento técnico especializado ao produtor de forma prática e conceitual, estreitando os vínculos entre inovações tecnológicas geradas na ciência e indústria com o meio rural, visando o aumento na eficiência econômica das operações agropecuárias com responsabilidade ambiental.

³ Aliança SIPA: Cooperação entre parceria público e privado para a pesquisa e a difusão de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária sob pilares da intensificação sustentável.

4. REFERENCIAL TEÓRICO DO ASSUNTO PRINCIPAL

4.1 Caracterização do sistema de produção Soja e Algodão

Considerada a leguminosa mais cultivada no mundo (AINSWORTH et al., 2012), a soja (*Glycine max* (L) Merrill) se destaca pela produção em escala nas regiões tropicais e subtropicais (FAO, 2016), sendo utilizada para o abastecimento do mercado interno e externo como óleo comestível, produção de biodiesel e alimentação animal, por exemplo. Introduzida no país na década de 1960 pelo Rio Grande do Sul, a cultura começou a se expandir para todas as regiões do Brasil, principalmente para os cerrados do Centro-Oeste, que se destacam pelas terras de baixo valor, condições climáticas favoráveis à cultura, topografia acessível ao maquinário e incentivo de programas governamentais para abertura de novas áreas de produção. A produção de soja no cerrado brasileiro tem gerado preocupações e apelos ambientais em decorrência da intensificação do monocultivo, e principalmente pela expansão da fronteira agrícola (HUNGRIA et al., 2006; OYA et al., 2004). Esse cenário identifica a leguminosa como uma das principais causas do desmatamento e degradação do solo no Brasil (BARONA et al., 2010).

O cultivo do algodão (*Gossypium hirsutum* L.) representa uma das principais culturas produzidas no estado do Mato Grosso, onde é possível atingir grandes escalas de produção, maximizando o uso da terra com a utilização intensa de insumos. Caracterizado pelo alto custo de produção, o cultivo depende de inovações tecnológicas e oportunidades de formar elos na cadeia para se alcançar sustentabilidade nas dimensões econômica, social e ambiental (NEVES, 2013).

O estado do Mato Grosso é classificado como maior produtor de grãos e bovinos do país, e o segundo mais relevante do mundo, com participação significativa no mercado externo. Com a implementação de estruturas produtivas conservacionistas, se baseia na tríade meio ambiente, boas práticas agrícolas e rentabilidade para intensificar o modelo SIPA. A integração surge como estratégia para o desenvolvimento do estado e para a sobrevivência do agronegócio (BEHLING et al., 2014).

Rondonópolis é caracterizada pelo monocultivo do algodão, predominando o cultivo em solos arenosos e expandindo para áreas mais degradadas, ação que exige o uso de novas tecnologias para serem incorporadas ao sistema com sucesso.

4.2 Alternativas para produção sustentável

A intensa utilização em sistema de plantio convencional ou monocultor provoca reduções na fertilidade do solo, como a perda da estabilidade de agregados, diminuição da matéria orgânica do solo, aumento da erosão e conseqüentemente perda de nutrientes, o que reflete nos custos de manejo da safra e menor potencial produtivo (CUNHA et al., 2001). Uma alternativa para minimizar os impactos ambientais é a adoção de sistemas conservacionistas de manejo do solo, como o plantio direto, que contribui com a sustentabilidade econômica e ambiental do agroecossistema (SILVA et al., 2000).

O Sistema de Plantio Direto (SPD) iniciou no Brasil em 1972 pelos estados do Paraná e Rio Grande do Sul, e atualmente se estima que englobe uma área de aproximadamente 25 milhões de hectares. O SPD chegou no Cerrado entre as décadas de 70 e 80. A conscientização dos agricultores, a fundação da Associação do Plantio Direto no Cerrado (1992), a adaptação da soja e a migração de produtores do sul com essa experiência para a região centro-oeste foram os fatores que colaboraram para consolidação do SPD. Cerca de 35% da área total desse sistema está nos Cerrados, podendo-se afirmar que haja alto potencial de expansão na região, sem a necessidade de se explorar novas áreas (SALTON, 1998).

De acordo com Denardin et al. (2012), a agricultura conservacionista é um complexo de tecnologias de caráter sistêmico, com o objetivo de preservar, manter ou recuperar os recursos naturais através do manejo integrado do solo, da água e da biodiversidade, devidamente compatibilizado com o uso de insumos externos. O princípio compreende o uso de sistemas que mantenham o solo totalmente coberto por plantas ou resíduos vegetais, o não revolvimento, a diversidade e o volume de raízes, a rotação e a diversificação de culturas associado ao emprego de práticas conservacionistas complementares, que acabam por contribuir no controle de plantas daninhas, na estabilização da produção e na manutenção da qualidade do solo (ALVARENGA et al., 2001).

As melhorias dos atributos físicos, químicos e biológicos dos solos arenosos podem ser obtidas através do SIPA em conjunto ao plantio direto, manejos que vêm se destacando nesse contexto de práticas conservacionistas (KLUTHCOUSK et al., 2003). Os benefícios da agricultura conservacionista que integram lavouras e a atividade pecuária constituem uma estratégia consolidada para intensificação da produção de alimentos, beneficiando a

preservação ambiental (BULLER et al., 2015). Os serviços ecossistêmicos promovidos pelo SIPA foram destacados em diversos trabalhos (ANGHINONI et al., 2013; FRANZLUEBBERS et al., 2014; ASSMANN et al., 2015; BONETTI et al., 2019), que identificaram maior produção de grãos, maior qualidade da água, redução dos riscos de erosão por meio das maiores taxas de infiltração nos solos e a manutenção da fertilidade do solo através da maior eficiência na ciclagem de nutrientes.

Para avançar na agricultura, é necessário buscar inovações na forma de produzir alimentos utilizando tecnologias que garantam a segurança alimentar e o comprometimento ambiental (FAO, 2010). A implementação de um SIPA promove a ciclagem de nutrientes e melhorias do solo (SALTON et al., 2014), reduz os custos de produção (RYSCHAWY et al., 2012) e ainda produz inúmeros serviços ecossistêmicos (SANDERSON et al., 2013). O SIPA foi reconhecido pela FAO em 2010 como alternativa para intensificação sustentável, comprovando ser mais resiliente e eficiente no uso dos recursos naturais, em comparação aos sistemas agrícolas comumente utilizados (RUSSELLE et al., 2007).

A maior eficiência dos SIPA's se deve ao componente animal atuar como reciclador de nutrientes, pois a maior parte daqueles ingeridos pelos animais retorna ao sistema via fezes e urina. Estudos avaliando 14 anos de SIPA com soja e milho no verão e ovinos de corte no inverno demonstraram que cerca de 95% do fosforo (P) e do potássio (K) foram exportados via grãos, e apenas 5% pela carne (ALVES et al. 2019). Os nutrientes que voltam ao solo podem ser reaproveitados pelas pastagens e posteriormente às lavouras, havendo manejo adequado da intensidade de pastejo, e seguindo um fluxo de reciclagem de nutrientes. Dessa forma, minimiza-se a perda de nutrientes por lixiviação e o escoamento superficial, que acabam permanecendo no sistema produzindo alimento.

A partir da consolidação do SPD, a adubação passa a ser recomendada se baseando no sistema produtivo como um todo. O manejo da fertilidade do solo começa a associar a utilização de adubos químicos com o poder de reciclagem biológica das culturas de cobertura e das rotações (SOUZA & LOBATO, 2002). Uma alternativa para incrementar o SPD da soja no cerrado é a utilização da adubação de sistemas, que compreende antecipar a época de adubação para o período da entressafra, promovendo o favorecimento da produção de pasto, e consequentemente da produção animal. A prática reduz o número de operações, aumentando a renda do produtor sem interferir na produtividade da cultura.

Sandini et al. (2011) e Assmann et al. (2003) observaram os efeitos residuais da adubação em pastagens para culturas de grãos cultivadas em sucessão, sugerindo que o uso do conceito de adubação de sistemas (ASSMANN et al., 2017), cuja reposição de nutrientes no solo é realizada na fase pastagem do SIPA, além de permitir a reutilização desses nutrientes na lavoura, pode reduzir o uso de insumos e mitigar possíveis contaminações ambientais.

4.3 Pecuária de corte

A pecuária brasileira é caracterizada por sistemas de produção predominantemente a pasto, ocupando solos marginais quando comparado aos destinados à produção de grão, como por exemplo, solos de baixa fertilidade natural, ácidos, pedregosos ou com limitações de drenagem (ADAMOLI et al., 1986). As forrageiras mais utilizadas pertencem aos gêneros *Urochloa*, *Panicum* e *Andropogon*. A região dos cerrados é responsável por aproximadamente 50 % da produção de carne no país (MACEDO & ZIMMER, 2007), porém, a degradação dos pastos pelo manejo inadequado e falta de reposição de nutrientes geram impactos na produtividade e sustentabilidade da produção. A lotação animal excessiva, sem os ajustes para a adequada capacidade de suporte, e a ausência de adubação de manutenção têm sido os aceleradores do processo de degradação ambiental.

Os SIPA's podem atender as dificuldades da pecuária por meio da recuperação de pastagens degradadas. Os produtores passam a ter incremento na renda com a diversificação das atividades, reduzindo riscos de mercado e de custos no médio e longo prazo. No aspecto social, tem-se a geração de empregos diretos e indiretos, o aumento da distribuição da renda e da competitividade do agronegócio, contribuindo para a segurança alimentar do país (CORDEIRO, 2015). Além disso, os SIPA podem ser facilmente adaptados a diferentes tamanhos de propriedades, priorizando as particularidades de cada unidade de produção, otimizando a utilização de recursos, como a terra, a mão de obra e os insumos. Pelo consequente benefício com a melhoria da qualidade do solo e da água, se possibilita a redução do uso de defensivos agrícolas, melhorando o ambiente produtivo e reduzindo a vulnerabilidade aos riscos climáticos.

O melhoramento animal busca selecionar indivíduos que incrementem a produtividade do rebanho, como o cruzamento de raças zebuínas com taurinas que proporciona um maior

nível de heterose quando comparado aos acasalamentos somente entre raças taurinas, conforme observado por Gomes et al. (1989) por exemplo. A exploração racional dos cruzamentos *Bos indicus* x *Bos taurus* é uma oportunidade para a pecuária de corte promover um salto significativo em produtividade e rentabilidade.

4.4 Assistência técnica

A extensão rural oferece assistência técnica se baseando em processos econômicos e sociais às famílias, de maneira a melhorar a qualidade de vida (ARAÚJO, 2007) através do desenvolvimento sustentável, economicamente rentável e socialmente incluyente, garantindo a segurança alimentar (PETTAN, 2005). A assistência leva as informações dos centros de pesquisa agropecuários ao campo, e esse vínculo acelera os avanços no meio rural, contribuindo para a produção qualificada de alimentos e melhorias nas condições de vida para a população.

O serviço de assistência técnica e extensão rural tem extrema importância no Brasil (IBGE, 2008), contribuindo significativamente para o desenvolvimento da agricultura. Com o objetivo de levar informação ao homem do campo, serviços públicos e privados têm proporcionado aos agricultores melhores condições com acesso as políticas públicas, oportunizando trabalhar com novas tecnologias na agricultura. É fundamental o destaque do extensionista, pois o profissional conhece a realidade da agricultura brasileira, contribuindo de maneira fundamental e estratégica para que este segmento produtivo cumpra seu papel de garantir a segurança alimentar e nutricional ao país.

5. ATIVIDADES REALIZADAS

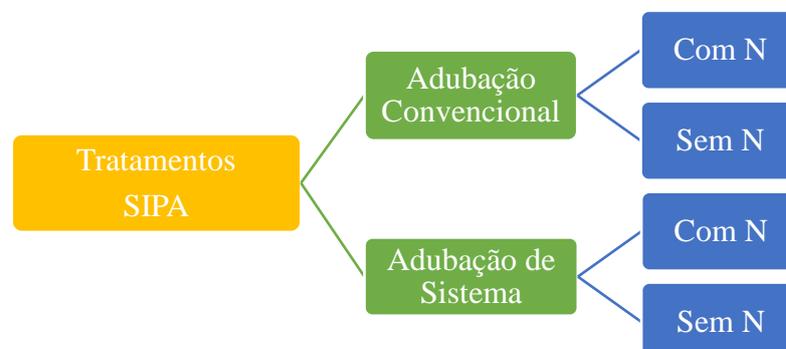
5.1 Biodiversidade no Sistema Integrado de Produção Agropecuária

O sistema de sucessão soja-milho/soja-pousio é amplamente utilizado no Mato Grosso. Porém, a falta de diversificação cultural apresenta desvantagens no aspecto ambiental e econômico, como o aumento da compactação e esgotamento do solo, maior incidência de pragas, doenças e plantas daninhas, gerando conseqüentemente aumento nos custos de manejo das lavouras.

O GPISI, em parceria com a Aliança SIPA, desenvolve pesquisas com o objetivo de avaliar a diversificação de culturas e estratégias de adubação como alternativa para sistemas de produção comumente utilizados no estado. Tendo como foco a introdução de um SIPA em um Latossolo Vermelho Distrófico, o grupo busca explorar sinergismos decorrentes das interações entre solo, planta, animal e atmosfera.

Como estratégia para alavancar melhorias na produtividade e contribuir na manutenção dos serviços ecossistêmicos, em 2019 deu-se início ao protocolo de longa duração: “*Adubação de sistemas como alternativa para a intensificação sustentável em SIPA no Cerrado*” (FIGURA 1), localizado na Fazenda Guarita (Rondonópolis – MT), o qual compreende uma área experimental de 15 hectares (ha), conduzido pelo professor Edicarlos Damacena, e tem como finalidade avaliar: “Como o momento da adubação (P e K) e a adubação nitrogenada no pasto de SIPA podem causar alterações nas dinâmicas do sistema, trazendo benefícios na produção animal e mantendo ou aumentando a produção de soja nesses sistemas”.

FIGURA 1 – Tratamentos referentes ao protocolo experimental conduzido na Fazenda Guarita



Fonte: Adaptado GPISI, 2019.

Durante o período de janeiro a março de 2020, acompanhou-se a fase lavoura nos protocolos experimentais do grupo. Para obter resultados mais detalhados e precisos, foram realizadas coletas de amostras a campo semanalmente junto à equipe, consistindo no arranquio aleatório de plantas de soja em cada tratamento, e avaliados a contagem final de estande e os componentes de rendimento. Também foram realizadas coletas de solo para a comparação de características físicas, químicas e biológicas afetadas por cada sistema.

As amostras eram armazenadas em estufas ou casa de vegetação e analisadas diariamente pelos estagiários no Laboratório de Pós-Graduação de Engenharia na UFR. Dentre as pesquisas desenvolvidas, as principais análises consistiam na observação de fungos micorrízicos arbusculares na rizosfera da soja, na determinação da hidrólise do diacetato de fluoresceína (DAF), na determinação do carbono e da respiração basal da biomassa microbiana do solo.

Com interesse em diversificar e favorecer a fertilidade do solo, a introdução de culturas anuais se destaca para sucessão da soja em um SPD. Dessa forma, o Prof. Leandro Pacheco em parceria com a Aliança SIPA, conduz o experimento: “*Plantas de cobertura na ciclagem de nutrientes, produção de fitomassa e controle de plantas daninhas na cobertura da soja no Mato Grosso*”, este localizado dentro da universidade. Alguns insumos, como sementes e adubos, eram fornecidos por empresas privadas com interesse no projeto de pesquisa.

O protocolo compreende oito tratamentos avaliando o efeito de diferentes estratégias de cobertura do solo na entressafra em sucessão a soja (**FIGURA 2**), sendo eles: 1. Pousio; 2. Milho (*Zea mays*); 3. Milho e Braquiária (*Urochloa ruziziensis*); 4. Braquiária e Crotalária (*Crotalaria juncea*); 5. Feijão guandu (*Cajanus cajan*); 6. Crotalaria; 7. Milheto (*Pennisetum glaucum*); 8. Mix (consórcio braquiária, crotalária, guandu e milheto).

FIGURA 2 - Tratamentos do protocolo experimental conduzido pelo GPISI na UFR.



Fonte: Adaptado de GPISI (2019).

Neste experimento houve coleta de fitomassa, amostragem e análise de solo (**FIGURA 3** e **FIGURA 5**), estimativa dos componentes de rendimento da soja (**FIGURA 4**), dessecação da soja e semeadura das culturas anuais em sucessão, a taxa de cobertura do solo (**FIGURA 5**), e a contagem final de estande (**FIGURA 6**).

FIGURA 3 - Análise laboratorial de amostras de solo coletadas nos experimentos.



Fonte: Autor, 2020.

FIGURA 4 - A) Coleta de plantas de soja. B) Determinação dos componentes de rendimento e estimativa de produtividade da soja.



Fonte: Autor, 2020.

FIGURA 5 – Amostragem e avaliação a campo, UFR. A) Taxa de cobertura do solo. B) Amostra de solo



Fonte: Autor, 2020

FIGURA 6- Contagem de estande final nos experimentos na UFR e na Fazenda Guarita.



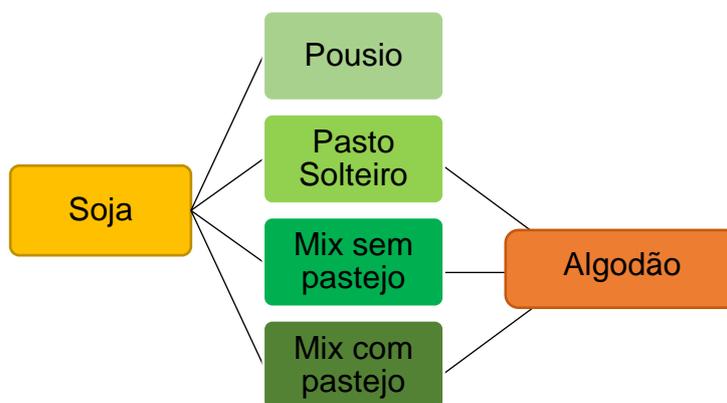
Fonte: Autor, 2020.

5.2 Potencialidades do cultivo de algodão em solos arenosos

A produção de algodão na região Centro-Oeste do país é caracterizada pelo sistema convencional e vem se expandindo em áreas menos produtivas e vulneráveis, o que resulta na degradação do solo, reduzindo o potencial produtivo e aumentando o custo de produção, além de impactar o meio ambiente. Dessa forma, o grupo GPISI em conjunto com o Instituto Mato-grossense do Algodão (IMA Rondonópolis - MT) instalou uma área de 6 hectares destinados ao protocolo de longa duração: “*Viabilização da cultura de algodão em solos arenosos no Mato Grosso*” (**FIGURA 7**), verificando combinações de sistemas de manejo de culturas com níveis crescentes de adição de resíduos e diversidade de plantas na fase pastagem.

O experimento está sendo desenvolvido em solo classificado como Neossolo Quartzarênico, e tem como foco adicionar matéria orgânica em quantidade e qualidade suficientes para incrementar a população e diversidade de microrganismos do solo, com reflexos na sustentabilidade do sistema de produção de algodão nos solos arenosos.

FIGURA 7 - Tratamentos do experimento de longa duração conduzido no IMA.



Fonte: Adaptado GPISI, 2017.

As amostras foram coletadas a campo semanalmente e levadas ao Laboratório de Pós-Graduação da UFR para análise e discussão de resultados. Para isso, se utilizavam trados e pás para amostragens de solo, fazendo a identificação e armazenando-as em recipientes plásticos adequados para posterior manuseio. Nas visitas ao experimento, foi observado o efeito da palhada em SIPA comparado ao sistema de plantio convencional (**FIGURA 9**), na qual as áreas

com a presença de resíduo vegetal tiveram maior vantagem no controle de plantas daninhas, promovendo melhor desenvolvimento da cultura de interesse econômico.

Em laboratório, foram realizadas análises químicas, físicas e biológicas para atribuição de diversos dados, como por exemplo teor de carbono da biomassa microbiana (C-BMS).

5.3 Extensão: Consultoria e assistência técnica

A empresa Serviço de Inteligência em Agronegócio (SIA), fundada em 2010, é especializada em promover o desenvolvimento sustentável do agronegócio brasileiro através de soluções corporativas e tecnológicas para o setor agropecuário. Com recente expansão para a região centro-oeste, surgiram novos desafios frente às diferentes realidades de sistema e manejo observadas no estado.

A SIA realiza o diagnóstico da propriedade propondo um plano de gestão com base na particularidade de cada unidade produtiva. Ao longo do período de contrato, são realizadas visitas por consultores da empresa com o objetivo de avaliar o progresso das metas estabelecidas, fornecendo assistência técnica para auxiliar nas tomadas de decisão.

Durante o mês de fevereiro de 2020, foi possível acompanhar consultorias na prestação de assistência técnica às propriedades, tendo como fundamento levar o que há de mais moderno na ciência e tecnologia até o campo, visando o aumento da eficiência econômica das operações agropecuárias com responsabilidade ambiental.

Foram realizadas três visitas técnicas em propriedades distribuídas no estado do Mato Grosso (*TABELA 1*), as quais abrangem produção animal e/ou integração lavoura-pecuária.

TABELA 1 - Caracterização das propriedades visitadas no MT.

Propriedade	Atividade	Ciclo	Rebanho
A	Pecuária a pasto	Cria e cria Nelore	IA, 500 matrizes
B	Pecuária a pasto	Ciclo completo Nelore	Monta natural e IA 800 matrizes
C	Pecuária a pasto	Cria e cria Nelore e cruzamento Angus	IA, monta natural 1000 matrizes

Fonte: Autor, 2020.

5.3.1 Produção animal

As principais recomendações relacionadas à pecuária compreenderam a orientação quanto ao manejo das pastagens e à estrutura do rebanho, informando a importância da separação das categorias e lotes de animais para manuseio, identificando-os e mantendo planilhas atualizadas para controle das atividades.

Para o manejo reprodutivo, foram definidas estações de inseminação e monta, que conseqüentemente estabelecem maior controle de parição em épocas com maior e melhor qualidade forrageira. Orientou-se sobre a importância da nutrição animal, a escolha de espécies forrageiras e a necessidade de suplementação, principalmente na época de seca.

Para o manejo sanitário, recomendou-se o acompanhamento por médicos veterinários na execução de vacinas, tratamentos e controles do rebanho visando aumentar a taxa de prenhez e desmame.

Com objetivo de disseminar o conceito do pastoreio rotatínuo⁴, a SIA conscientiza produtores e funcionários sobre benefícios de introduzi-lo no sistema produtivo, o qual compreende em proporcionar bocados cheios de melhor qualidade nutricional em menor tempo de pastejo. O pastoreio rotatínuo, quando bem manejado, garante melhor conversão alimentar, acelerando o crescimento dos animais e permitindo que sejam abatidos mais cedo, melhorando a taxa de desfrute do rebanho e o retorno econômico ao produtor rural (CARVALHO, 2013). Além disso, a assistência prioriza o bem-estar animal, característica que interfere diretamente no potencial produtivo do rebanho.

Em algumas visitas técnicas foi proposto o cruzamento de fêmeas Nelore com inseminação artificial (IA) de touros Angus, prática que explora a heterose e a complementariedade das raças, levando ao abate carcaças com melhor acabamento em menor tempo, o que permite um acréscimo na rentabilidade do produtor.

⁴ Pastoreio Rotatínuo: conceito fundamentado no comportamento ingestivo de animais em pastejo, assumindo a aquisição de nutrientes por unidade de tempo em pastejo como o maior entrave à produção animal a pasto (Carvalho et al., 2010).

5.3.2 Produção vegetal

Visando melhorar quanti e qualitativamente a pastagem destinada à alimentação animal, foi orientado aos produtores e funcionários a importância de manejar a fertilidade do solo, que inclui correções e adubações, permitindo melhor desenvolvimento das plantas, maior capacidade de suporte (carga animal), acelerando o crescimento e engorda dos animais e, assim, antecipando o retorno econômico e tornando a atividade mais rentável. Para isso, optou-se pela utilização de espécies forrageiras rústicas e adaptadas à região, como Braquiárias e Capim Mombaça, definindo alturas de entrada e saída de piquetes que propiciem maior taxa de ingestão de pasto (**TABELA 2**). Com isso, garante-se que sempre haja cobertura vegetal para evitar erosões e auxiliar no sequestro de carbono da atmosfera. Dessa forma, o pastoreio rotatínuo garante que o animal consuma folhas de melhor qualidade nutricional em menor tempo, reduzindo a idade de abate.

TABELA 2 - Alturas de manejo pastoreio rotatínuo.

Forrageira	Altura de entrada no piquete	Altura de saída do piquete
Braquiária	40 cm	24 cm
Capim Mombaça	70 cm	42 cm

Fonte: Adaptado de Mezzalira J. C. et al., 2015.

Observou-se em todas as propriedades problemas com infestação de *Deois flavopicta*, conhecida popularmente por “Cigarrinha-das-pastagens”. Os períodos chuvosos associados às altas temperaturas diárias geram ambiente favorável à proliferação desse inseto devido a umidade presente, principalmente nas pastagens do gênero *Brachiaria*. A identificação do amarelecimento das folhas e espuma no interior da planta comprovam a existência da espécie (**APÊNDICE C** - Identificação de cigarrinha-das-pastagens na propriedade C, fevereiro 2020.), tornando-se necessário o controle para evitar e reduzir a disseminação. Para isso, recomendou-se a aplicação de *Metarhizium anisopliade*⁵ nas pastagens.

O aparecimento de *Scaptocoris castanea* vem preocupando os produtores devido aos danos nas áreas de lavoura e pastagem, provocando redução no estande de plantas e queda na produtividade. Além disso, o percevejo-castanho possui hábito subterrâneo, o que dificulta o

⁵ *Metarhizium anisopliade*: Bioinseticida de contato utilizado no controle biológico de insetos.

seu controle. Nos períodos de solo com baixa umidade, os insetos se deslocam para as camadas mais profundas buscando sobreviver em um ambiente mais úmido, e retornam para as camadas superficiais quando a umidade é retomada. A praga ataca de forma irregular, normalmente em reboleiras, e os sintomas podem variar de acordo com a época em que ocorreu o ataque, indo do murchamento e amarelecimento das folhas, até o subdesenvolvimento e secamento da planta. Para controle, recomendou-se o mesmo tratamento utilizado para a cigarrinha-das-pastagens.

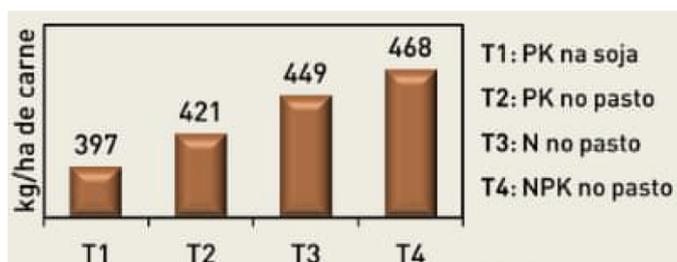
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em decorrência do aumento populacional junto à crescente preocupação pela rastreabilidade e segurança alimentar, surgem os desafios para atender a demanda mundial por alimentos através da produção em escala com menor impacto ambiental.

6.1 Fazenda Guarita

Os resultados obtidos no protocolo da Fazenda Guarita possibilitaram verificar que a utilização da adubação de sistema em áreas com SPD e fertilidade do solo já estabelecida se torna benéfica ao sistema, podendo reduzir custos operacionais relacionados a fertilizantes, permitindo a comercialização de insumos em épocas de menor demanda, e favorecendo a produção do pasto, sem impactar o rendimento da soja. A adubação de sistema e a adubação nitrogenada no pasto afetaram o desempenho dos animais, atingindo maiores ganhos de peso por área comparado ao tratamento com adubação convencional (**FIGURA 8**).

FIGURA 8 - Ganhos de peso animal por área (kg ha^{-1}) em tratamentos com diferentes estratégias de adubação.



Fonte: Aliança SIPA (2020).

Através das análises, constatou-se que a adubação de P e K na safra e/ou a adubação nitrogenada chegaram a incrementos de 40% na produção de forragem, ao comparar com as áreas sem a adubação de N (**TABELA 3**). Adubar antecipadamente com P e K no pasto promoveu acréscimo de 29% na produção de forragem, quando comparada à adubação convencional na soja.

TABELA 3 - Acúmulo de forragem em Sistema Integrado de Produção Agropecuária com adubação de sistemas (ton ha⁻¹).

	Acúmulo de forragem	
	P e K safra	P e K entressafra
Sem N	14,0	18,2
Com N	19,1	19,4

Fonte: Adaptado GPISI e Aliança SIPA, 2020.

Castelli (2008) constatou que a adubação de sistema na fase da pastagem garante maior produção de biomassa, melhorias no sistema radicular e na estrutura do solo, propiciando maior taxa de infiltração. A *Urochloa ruziziensis* é indicada para solos mais frágeis e regiões mais quentes, como é o caso do solo desenvolvido de arenito, oferecendo boa cobertura do solo e resultando em maior suporte para a cultura em caso de estiagem.

Bortolli et al. (2016) obtiveram resultados positivos demonstrando que a antecipação da adubação na fase de pastagem em SIPA mostrou ser uma tecnologia eficiente, cuja liberação de potássio dos resíduos vegetais apresentou elevada taxa principalmente nos primeiros dias após a secagem dos resíduos vegetais.

A adubação de sistema requer um SPD consolidado, com rotação de culturas e diversidade de espécies que explorem diversas profundidades das raízes, auxiliando a parte física do solo pelo rompimento de camadas compactadas, e química, pela ciclagem do potássio lixiviado para camadas mais profundas e do fósforo, que passa a ser redistribuído tornando-se disponível às outras plantas.

6.2 UFR

As coletas e análises de amostras no experimento da UFR permitiram avaliar diversos resultados quanto ao efeito da biodiversidade de plantas de cobertura na sucessão da soja. O sistema MIX, devido a sua diversidade funcional e sistema radicular abundante, favorece o acúmulo e liberação de nutrientes a partir da fitomassa, obtendo maior acúmulo de N e K na palhada (**TABELA 4**), contribuindo para maior atividade biológica e refletindo no aumento da produtividade. Através da determinação dos componentes de rendimento, foi possível verificar que o sistema MIX resultou em maior quantidade de vagens com quatro grãos e inserção mais baixa, tendo a haste mais preenchida quando comparada aos demais sistemas (**ANEXO A- Produtividade dos tratamentos no protocolo experimental conduzido na UFR. (GPISI e Aliança SIPA, 2020).**).

TABELA 4 - Acúmulo de N e K na palhada para avaliar potencial de culturas de cobertura na safrinha para ciclagem de nutrientes

Acúmulo de N e K na palhada (kg ha ⁻¹)								
Tratamentos	Pousio SPD	Crotalária solteira	Milho + Crotalária	Milheto solteiro	Braquiária solteira	Mix	Feijão Guandu	Milho + Braquiária
N	72	90	218	103	103	187	117	170
K	47	44	217	95	155	348	61	220

Fonte: Adaptado GPISI e Aliança SIPA. 2020

A área com semeadura direta, pousio após 1ª safra, obteve menor produtividade e a baixa presença de palhada resultou na maior incidência de plantas daninhas durante o período da lavoura, gerando aumento nos custos com aplicação de herbicidas e uso de implementos (**TABELA 5**).

TABELA 5 - Densidade de plantas daninhas emergidas em cada tratamento para verificar a influência das culturas de cobertura no manejo de controle.

Densidade de plantas daninhas (plantas/m²)							
Tratamentos	Pousio SPD	Crotalaria solteira	Milho + Crotalaria	Milheto solteiro	Braquiária solteira	Feijão Guandu	Milho + Braquiária
Plantas/m²	4,56	0,08	0,27	0	0	0	0

Fonte: Adaptado GPISI e Aliança SIPA, 2019.

Portanto, a adequação de critérios de manejo da fertilidade do solo em sistemas de produção de grãos em plantio direto leva ao aumento na eficiência de uso de fertilizantes e otimização das operações agrícolas.

6.3 IMA

O protocolo experimental do IMA demonstrou inúmeras vantagens na implantação do plantio direto e na presença de palhada. Além de proteger contra degradação do solo, esse protocolo aporta matéria orgânica, mantém maior umidade e auxilia no controle de plantas daninhas, promovendo, conseqüentemente, um melhor desenvolvimento da lavoura. Apesar dos solos arenosos possuírem características muito particulares que dificultam o seu manejo, a adoção de práticas agrícolas conservacionistas propicia boa produtividade. A biodiversidade traz aumento na qualidade da matéria orgânica e diversos benefícios emergentes desse sistema, como o aumento do carbono da biomassa microbiana, que foi analisado em laboratório. A inserção do componente animal dificilmente causará compactação, pois o bom manejo aliado à diversidade funcional auxilia na melhor agregação dos solos arenosos, não havendo necessidade de aumento no uso de fertilizantes. Com o manejo correto, espera-se que o sistema seja menos dependente de insumos externos por meio da ciclagem biológica dos nutrientes (CARNEIRO et al., 2009).

Algumas plantas de cobertura têm capacidade de extrair do solo nutrientes que estão sob forma indisponível para a maioria das culturas. Por exemplo, o Guandu, cuja reação ácida das raízes o faz capaz de absorver P do solo, e a decomposição da sua fitomassa permite que o

nutriente retorne ao solo na forma orgânica, facilmente assimilada pelas plantas cultivadas (ALVARENGA, 1993).

A palhada desempenha importante controle das plantas daninhas por limitar a passagem de luz, dificultando a germinação e o crescimento inicial das plântulas. Oliveira et al. (2001) verificaram resultados semelhantes quanto a diminuição da população total de plantas daninhas afetadas pelos níveis de palhada, independente da presença do herbicida e da época de avaliação. Lamas & Staut (2005) observaram que a palha de *Urochloa ruziziensis* reduziu a incidência de plantas daninhas na cultura do algodoeiro no Mato Grosso. Esses resultados se assemelham às análises obtidas a campo no protocolo experimental do IMA (**FIGURA 9**).

FIGURA 9 - Comparação do efeito palhada entre SIPA (1) e Plantio Convencional (2) no IMA.



Fonte: DAMACENA, E. 2019.

A utilização de novas práticas e tecnologias na agricultura está oportunizando um sistema produtivo e sustentável em áreas com solos arenosos. Com isso, é importante identificar e selecionar espécies e cultivares mais adaptadas para cada sistema, solo e região. Além da cobertura e do não revolvimento do solo, salienta-se a necessidade de diversidade e volume de raízes, e de rotação de culturas de maneira a reduzir o tráfego de maquinário.

Loss et al. (2012) verificaram em experimentos no cerrado que a inserção do animal no sistema de produção, associado às adubações na entressafra (plantas de cobertura e pastagem de braquiária), acarretaram maior fertilidade e estoques de nutrientes no solo em comparação ao SPD. O SIPA aumenta o potencial de uso agrícola no domínio morfoclimático do Cerrado,

por ser um sistema sustentável, explorando o manejo adequado do solo, das plantas (forrageiras e culturas comerciais) e dos animais sem prejudicar o sistema radicular.

Cobucci et al. (2007) confirmaram o potencial da ILP para produção de carne na entressafra em fazendas com foco na produção de grãos. Os estudos conduzidos no Mato Grosso e Maranhão chegaram a ganhos de 67,5 a 127,5 kg ha⁻¹ de equivalente de carcaça.

Sousa et al (2004) conduziram um experimento na região dos Cerrados, o qual aponta o teor da matéria orgânica como indicador de qualidade do solo, que influencia na CTC, para comprovar a sustentabilidade do SIPA em comparação ao plantio convencional. Salton (2005) trouxe os benefícios dos SIPA em relação ao estoque de carbono e à agregação do solo. Destaca-se a importância das gramíneas forrageiras na rotação e do SPD associados aos SIPA na região dos Cerrados.

Barbosa et al (2015) compararam diferentes sistemas de produção, e os resultados mais expressivos na pecuária foram em SIPA, apresentando maior taxa de lotação em todas as empresas pesquisadas, menor tempo de abate, maior conversão alimentar e melhor sanidade animal, quando comparado aos sistemas convencionais. A integração promoveu aumento na produtividade da pecuária, inclusive em áreas arenosas e degradadas, problema característico das terras menos valorizadas no Mato Grosso. Conforme Vilela (2012), o sistema aperfeiçoa as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, auxiliando na taxa de infiltração e armazenamento de água, reduzindo a perda por escoamento superficial e a temperatura do solo em função da cobertura vegetal.

Anghinoni et al. (2013) constataram que a inserção do componente animal em SIPA aumentou a eficiência do sistema pelo fato do animal atuar como reciclador de nutrientes, e quando associado a adubação de P e K na pastagem, favoreceu a produção vegetal, aumentando os ganhos na pecuária e promovendo um residual de nutrientes para a cultura de grãos. Além disso, a antecipação da adubação otimizou o sistema operacional da fertilização, permitindo explorar menores preços de fertilizantes na entressafra. O pastejo agrega valor ao sistema sem impactar na produtividade de grãos.

Esses resultados se assemelham aos obtidos nos protocolos experimentais de longa duração (**TABELA 6**) acompanhados durante o período do estágio, que promove a exploração do conceito SIPA em diversas regiões e climas do país, assegurando cada vez mais a importância

em diversificar os sistemas de produção, garantindo benefícios no aspecto social, econômico e ambiental.

TABELA 6 - Produtividade de algodão em caroço (kg ha^{-1}) em solos arenosos.

Produtividade de algodão em caroço (kg ha^{-1})					
Tratamentos	Pousio	Pasto Solteiro	Mix sem pastejo	Mix com pastejo	Média MT
Caroço (kg ha^{-1})	1649	2982	3322	4144	4289

Fonte: Adaptado GPISI, Aliança SIPA e IMA. 2020

Os motivos da adubação de sistema em SIPA foram destacados em diversos trabalhos (SANDINI et al. 2011; SOARES et al. 2015; ASSMANN et al. 2018) que comprovaram o incremento na produção animal devido à maior quantidade e qualidade da massa de forragem, à manutenção da cobertura do solo para atender os princípios do plantio direto, ao maior aproveitamento dos nutrientes disponíveis às plantas e, conseqüentemente, a reduções de perdas por lixiviação e contaminação dos recursos hídricos.

6.4 SIA

Em relação à assistência no controle de insetos, o percevejo-castanho é uma praga que pode causar sérios prejuízos na produção vegetal, e a dificuldade de controle exige que sejam utilizadas práticas do Manejo Integrado de Pragas associado ao controle químico, biológico e cultural. É necessário que se faça o monitoramento do inseto na área, tendo conhecimento quanto a suas características e hábitos, no intuito de restringir o seu alimento e determinar os métodos de controle. A recomendação técnica propõe o controle biológico com *Metarhizium anisopliae* (990 g kg^{-1} I.A.), demonstrando eficiência principalmente como aplicação preventiva. A alta incidência de percevejo-castanho nas propriedades em pleno desenvolvimento da safra restringiu várias medidas de controle, o que provocou baixa eficiência no controle com a utilização do fungo biológico. Em compensação, a utilização de *Metarhizium anisopliae* resultou em um eficiente controle de cigarrinha-das pastagens, reduzindo drasticamente a população e a disseminação do inseto. Apesar disso, o monocultivo de

Braquiária para pastagem e planta de cobertura continua por atrair o inseto, tornando necessária a apropriação de uma diversificação de culturas e espécies forrageiras para esse sistema, de modo a reduzir a monocultura da pastagem

Não foram realizadas amostragens para determinar o nível de infestação dos insetos, o que pode ter influenciado na eficácia de controle nas propriedades. Para monitorar a população de percevejo-castanho, faz-se amostragens em trincheiras (30 x 30 x 50 cm) em épocas de períodos chuvosos, ou covas (1,5 m) em períodos secos. O NDE não é preciso, mas a presença de 24 a 40 percevejos por metro linear é suficiente para causar perdas nas lavouras. Para o controle biológico de cigarrinhas das pastagens, deve-se observar o nível de população do inseto e aplicar quando atingir entre 6 a 25 ninfas ou 20 a 30 adultos por m². Em caso de infestação com mais de 25 ninfas ou 30 adultos por m², recomenda-se a utilização de controle químico.

Durante as visitas às propriedades, foi possível perceber a diferença de crescimento entre novilhos puros e cruzados (**FIGURA 10**). Os animais cruzados foram superiores no ganho de peso, comparados à progênie com pai e mãe Nelore. Esse incremento na produtividade foi observado também por Roso (2000), onde a heterose influenciou significativamente no ganho de peso, do nascer ao desmame, em bovinos cruzas de Angus e Nelore.

FIGURA 10 - Observação do cruzamento Nelore e Angus na propriedade Z em Alto Garças, MT.



Fonte: Autor, 2020.

Definir estações reprodutivas permite que o produtor tenha maior controle dos lotes, organizando períodos de nascimento em épocas com maior e melhor disponibilidade de forragem, o que reflete diretamente no desempenho e bem-estar dos animais. Outra importância é a questão de estrutura do rebanho, indicado como manejo prioritário dentro de uma sala de aula, porém, a campo foi observada a falta de informação básica e necessária para controle e produção da pecuária.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para manter a posição entre uma das maiores potências mundiais de produtor de alimentos, o Brasil precisa adequar estratégias que intensifiquem a produção, priorizando um modelo conservacionista e sustentável.

Os SIPA's surgem como alternativa para diversificar a produção através da associação de cultivos, intercalando agricultura e pecuária na mesma área, em busca de explorar sinergismos decorrentes das interações entre solo, planta, animal e atmosfera. Considerando metas de médio a longo prazo, o SIPA é uma tecnologia que permite maior eficiência no uso dos recursos naturais, melhorando a qualidade do solo, reduzindo custos de produção e mantendo níveis elevados de produtividade, além de priorizar os serviços ecossistêmicos.

O papel do extensionista é extremamente necessário para aproximar a distância entre o conhecimento gerado nas instituições de pesquisa e o produtor rural. Dessa forma, a SIA se baseia na missão de orientar o homem do campo quanto a correta adoção de tecnologias, visando aumento da eficiência econômica das operações agropecuárias com responsabilidade ambiental.

A parceria público-privada acelera o desenvolvimento dos programas de pesquisa, incentivando avanços tecnológicos e inovadores para o setor agropecuário. Essa aliança favorece o planejamento e execução de pesquisas, permitindo o compartilhamento desse conhecimento na sociedade.

O aumento populacional estimado para os próximos anos e o apelo à produção sustentável de alimento prometem um grande desafio para futuros engenheiros agrônomos e produtores rurais. A implantação de um SIPA sob os preceitos do SPD representa uma inovação tecnológica de alto nível que compreende a intensificação da produção sustentável de alimentos. A expansão desse sistema, em conjunto com o alto potencial produtivo de nossa agricultura, permite que o Brasil siga competitivo no cenário agrícola mundial. Em função disso, a pesquisa e a extensão rural se mantêm necessárias para o desenvolvimento de estratégias que favoreçam a produção e a sustentabilidade, beneficiando as questões econômicas, ambientais e sociais.

Seguindo os preceitos da produção conservacionista, o SPD é a base das boas práticas de manejo associado ao uso eficiente de insumos, e nos SIPA, com a utilização de pastos a intensidades moderadas de carga animal. Para auxiliar no arranjo sinérgico entre solo, planta,

animal e atmosfera, a diversificação e a biodiversidade cultural promovem maior eficiência na ciclagem de nutrientes e qualidade do solo, diminuindo a incidência de pragas, doenças e plantas indesejáveis. Intensificar a produção de uma unidade agrícola-pecuarista de maneira sustentável exige estratégias de logística a curto, médio e longo prazo que reduzam os riscos da operação agrícola, mantendo-se economicamente viáveis e competitivos no sistema de produção. Dessa forma, o engenheiro agrônomo tem o exercício de buscar inovações tecnológicas através da pesquisa, e de orientar o produtor sobre práticas que desempenhem esse papel. É preciso criar vínculos para garantir que a tecnologia chegue ao meio rural, propondo medidas dentro e fora da porteira.

Conforme observado nas atividades durante o período de estágio, a implementação de um SIPA promove muitos benefícios às condições de vida, tanto do meio rural quanto urbano, condicionando um incremento no potencial produtivo pela diversificação de culturas na mesma área, melhorando as características físicas, químicas e biológicas do solo e reduzindo o custo de produção sem a necessidade de expandir a fronteira agrícola para exploração de novas áreas. É importante que o engenheiro agrônomo leve ao produtor tecnologias e conhecimentos para orientá-lo quanto as melhores medidas a serem tomadas, estabelecendo metas e levando em consideração a realidade e os objetivos de cada produtor e sua família. O profissional precisa recomendar um sistema que, além de aumentar a produtividade, preze pela sustentabilidade ambiental, tornando-se economicamente rentável e socialmente incluyente, contribuindo para a segurança alimentar e atendendo a demanda mundial por alimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMOLI, J. et al. Caracterização da região dos Cerrados. In: **Solos dos Cerrados: Tecnologias e Estratégia de Manejo**. EMBRAPA/CPAC. Liv. Nobel, São Paulo, 1986 p.-33-74.
- AINSWORTH, E. A.; et al. (2012) Accelerating yield potential in soybean: potential targets for biotechnological improvement. **Plant, cell & environment**, 35(1), 38-52.
- ALVARENGA, R. C. **Potencialidades de adubos verdes para conservação e recuperação de solos**. 1993. 112f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- ALVARENGA, R. C. et al. **Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto**. Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2001.
- ALVES, L. A. et al. Soil acidification and P, K, Ca and Mg budget as affected by sheep grazing and crop rotation in a long-term integrated crop-livestock system in southern Brazil. **Geoderma**, v. 351, p. 197-208, 2019.
- ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Abordagem Sistêmica do Solo em Sistemas Integrados de Produção Agrícola e Pecuária no Subtrópico Brasileiro. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 8, p. 325-380, 2013.
- ARAÚJO, R. T. A política nacional de assistência técnica e extensão rural (PNATER) e o novo perfil profissional do médico veterinário. **Ens. Ciênc.**, v.5, p.96-98, 2007.
- ASSMANN, J. M. et al. Carbon and nitrogen cycling in an integrated soybean-beef cattle production system under different grazing intensities. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, p. 967-978, 2015.
- ASSMANN, T.S. et al. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 675–683, 2003.
- ASSMANN, T. S. et al. Adubação de sistemas e ciclagem de nutrientes em sistemas integrados de produção agropecuária. In: SOUZA, E. D. et al. (eds.) **Sistemas integrados de produção agropecuária no Brasil**. 1 ed. Tubarão: Copiart, 2018.
- ASSMANN, T. S.; SOARES, A. B.; LUIZ, A. Adubação de Sistemas em Integração Lavoura-Pecuária. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária, 1.; Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil, Cascavel, 4., 2017, Cascavel. **Intensificação com sustentabilidade**. Pato Branco: UTFPR. 2017. p. 67–84.
- BARONA, E. et al. The role of pasture and soybean in deforestation of the Brazilian Amazon. **Environmental Research Letters**, v. 5, n. 2, p. 1-9, Apr./June 2010.
- BARBOSA, F. A. et. al. **Cenários para a pecuária de corte amazônica**. Belo Horizonte: IGC/UFMG, 2015

BEHLING, M. et al. Integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). In: FUNDAÇÃO MT. **Boletim de pesquisa de soja**. Rondonópolis: Fundação MT, 2014. p. 306 -325.

BONETTI, J. A et al. Impact of a long-term crop-livestock system on the physical and hydraulic properties of an Oxisol. **Soil and Tillage Research**, v. 186, p. 280-291, 2019.

BORTOLLI, M. A. **Adubação de sistemas: antecipação de adubação nitrogenada para a cultura do milho em integração lavoura-pecuária** [Tese]. Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2016.

BULLER, L. S. et al. Soil improvement and mitigation of greenhouse gas emissions for integrated crop–livestock systems: case study assessment in the Pantanal savanna highland, Brazil. **Agricultural systems**, v. 137, p. 206-219, 2015.

CARNEIRO, M. A. C., et al. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, 2009, 33(1), 147-157.

CARVALHO, P. C. F.; Harry Stobbs Memorial Lecture: Can grazing behavior support innovations in grassland management. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 1, n. 2, p. 137-155, 2013.

CARVALHO, P. C. F.; et al. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutr. Cycl. Agroecosyst.**, 88:259-273, 2010.

CASTELLI, A. V. Adubação de Sistema: Selfservice de adubo no solo. **Jornal COAMO**. Edição 388, Out 2009, Paraná.

COBUCCI, T.; WRUCH, F.J.; KLUTHCOUSKI, J. et al. Opções de integração lavoura-pecuária e alguns de seus aspectos econômicos. **Informe Agropecuário**, v.28, n.240, p.25-42, 2007.

CORDEIRO, L. A. M. et al. Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Embrapa Cerrados-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2015.

CUNHA, T.J.F., et al. Impact of conventional management upon both physical properties and humic substances of soils under Cerrado. **Ciência Rural**, 2001, 27–36.

DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A.; FAGANELLO, A. & SATTLER, A. **Evolução da área cultivada sob sistema plantio direto no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 32p. (Embrapa Trigo. Documentos, 29)

FIGUEROLA, E. L. M.; et al. Crop monoculture rather than agriculture reduces the spatial turnover of soil bacterial communities at a regional scale. **Environmental microbiology**. v. 17, n. 3, 2015.

FREIDRICH, T. **Sustainable crop production intensification and the global development of conservation agriculture: The FAO's view.** In: CROP WORLD CONGRESS & EXHIBITION, Londres, 2010. Proceedings... Londres, FAO, 2010.

GOMES, A., HONER, M.R., SCHENK, M.A.M., CURVO, J.B.E. Populations of the cattle tick (*B. micropolus*) on purebred Nelore, Ibagé and Nelore x European crossbreds in the Brazilian savanna. **Trop. Anim. Hlth. Prod.**, 1989, 21(1):20-24.

HUNGRIA, M.; et al. Contribution of biological nitrogen fixation to the N nutrition of grain crops in the tropics: the success of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) in South America. In: SINGH, R.P.; SHANKAR, N.; JAIWAL, P.K. (Ed.). **Nitrogen nutrition in plant productivity.** Houston: Studium Press, 2006. p.43-93

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência. Julho de 2020

KLUTHCOUSK, J.; STONE, L. F. Manejo sustentável dos solos dos Cerrados. In: **Integração lavoura-pecuária.** Embrapa, Santo Antônio de Goiás, p.61-104, 2003.

LAMAS, F. M.; STAUT, L. A. **Espécies vegetais para cobertura de solo no cerrado de Mato Grosso.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 4 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 97).

LOSS, A. et al. Densidade e fertilidade do solo sob sistemas plantio direto e integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 55, n. 4, p. 260-268, 2012.

MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H. Sistemas integrados de lavoura-pecuária na região dos Cerrados do Brasil. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA**, 2007, Curitiba. Anais... Curitiba: UFPR, UFRGS, Ohio State University, 2007. 24p. (CD-ROM)

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Resumo:** Valor Bruto da Produção Agropecuária. Março, 2020.

MIRANDA, E. E.; CARVALHO, C. A.; OSHIRO, O. T. (Ed.). **Atribuição, ocupação e uso das terras no estado do Mato Grosso.** Campinas/sp: Embrapa Monitoramento Por Satélite, julho de 2017. 35 slides, color.

MDIC – Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC). **Economia:** Rondonópolis termina 2020 como maior exportador de Mato Grosso. Janeiro, 2021.

NEVES, M. F.; PINTO, M. J. A. (Org.). **A cadeia do algodão brasileiro: safra 2012/2013 desafios e estratégias.** 2. ed. Brasília, DF: ABRAPA, 2013. 195 p.

OLIVEIRA, M.F, et. al. Efeito da palha e da mistura atrazine + metolachlor no controle de plantas daninhas na cultura do milho, em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.I, p.37-41, Jan 2001.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT / FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Agricultural Outlook 2016–2025**. Disponível em <[https:// doi.org/10.1787/agr_outlook-2016-em](https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2016-em)>. Acesso em 20 jan 2021.

OYA, T.; et al. Drought tolerance characteristics of Brazilian soybean cultivars – evaluation and characterization of drought tolerance of various Brazilian soybean cultivars in the field. **Plant Production Science**, v.7, p.129-137, 2004.

PETTAN, K. B. **As inter-relações pesquisa, ensino em extensão**. In: CASTRO, C. E. F. et al. Ponte para o futuro. Campinas: CONSEPA, 2005. p. 49–64.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. Embrapa Cerrados-Capítulo em livro científico (ALICE), 1998.

RUSSELLE, M.P.; ENTZ, M. & FRANZLUEBBERS, A.J. **Reconsidering integrated crop-livestock systems in North America**. *Agron. J.*, 99:325-334, 2007.

RYSCHAWY, Julie et al. Mixed crop-livestock systems: an economic and environmental-friendly way of farming. **Animal**, v. 6, n. 10, p. 1722-1730, 2012.

SALTON, J. **Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical**. Tese de Doutorado, UFRGS, Porto Alegre, RS, 2005. 155p.

SALTON, J.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. Coleção 500 perguntas e respostas: **Sistema de Plantio Direto**. Embrapa: Agropecuária Oeste. Brasília, 1998.

SALTON, J. C. et al. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 190, p. 70-79, 2014.

SANDERSON, M. A. et al. Diversification and ecosystem services for conservation agriculture: Outcomes from pastures and integrated crop - livestock systems. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 28, p. 129-144, 2013.

SANDINI, I.E.; et al. Efeito residual do nitrogênio na cultura do milho no sistema de produção integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, v. 41, p. 1315–1322, 2011.

SEDEC MT - Secretaria de Estado de Desenvolvimento Economico; **Hegemonia: Mato Grosso é o Estado com maior Valor Bruto da Produção Agropecuária**. SEDEC, MT. Novembro, 2020.

SOARES, A. B. et al. Produção animal e vegetal em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária. **III SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO**, p. 139, 2015.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 416 p. il.

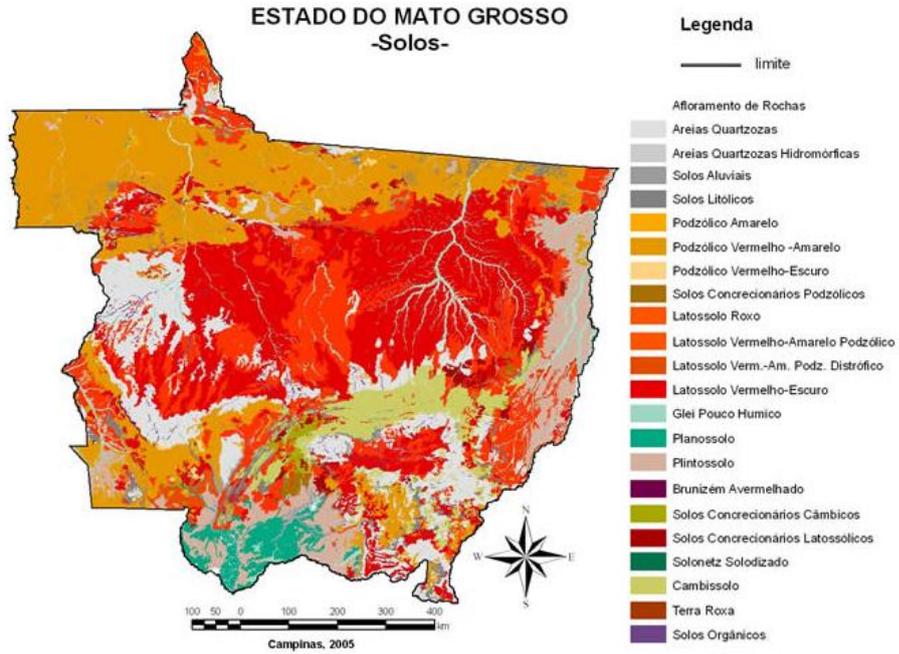
SOUSA, D. M. G. et al. **Manejo da adubação fosfatada em pastagens**. In: Anais do 21º Simpósio Sobre Manejo da Pastagem. Fertilidade do Solo Para Pastagens Produtivas. Editado por Carlos G.S. Pedreira et al. Piracicaba: FEALQ, 2004.p. 101-138.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E.; REIN, T. A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 147-168.

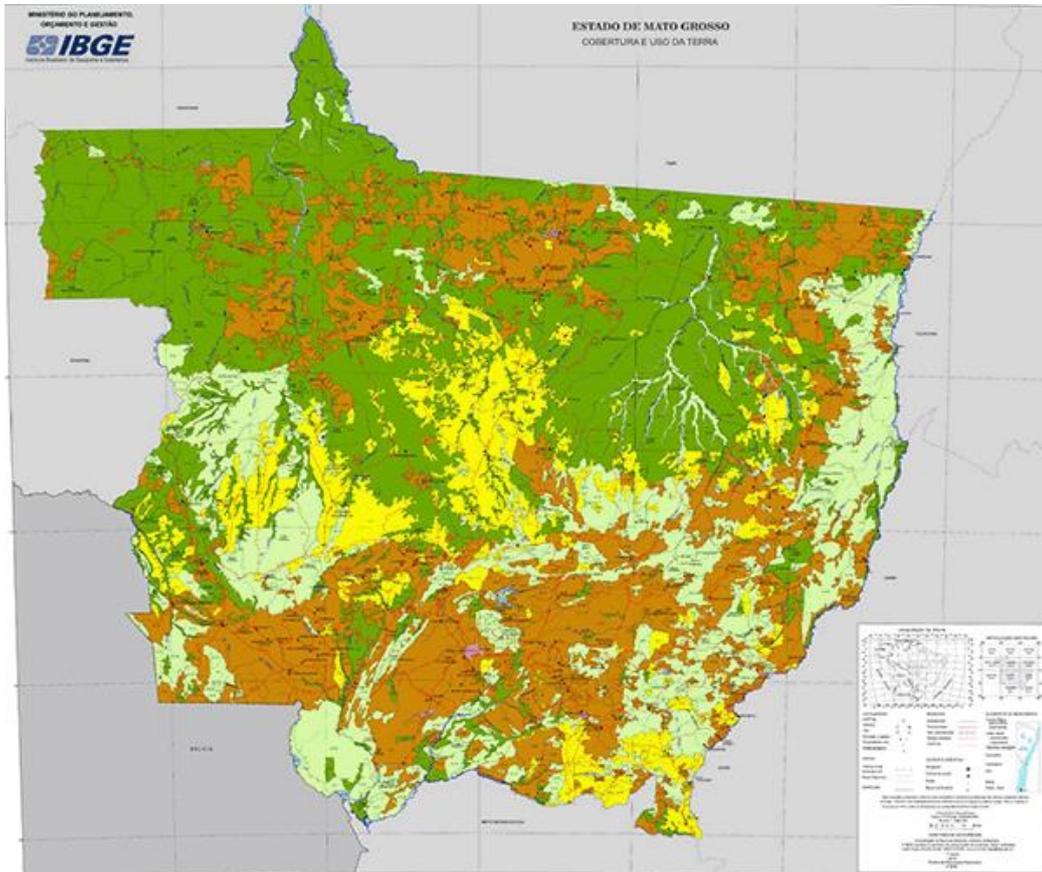
VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; MARCHÃO, R. L. **Integração Lavoura-Pecuária Floresta**: alternativa para intensificação do uso. Revista UFG, ano XIII, n. 13, p. 92-99, 2012.

KER, J. C. et al. Cerrado: solos, aptidão e potencialidade agrícola. In: **Simpósio sobre manejo e conservação do solo no cerrado**, Goiânia, 1990. Anais. São Paulo: Fundação Cargill, 1992. p. 1-31.

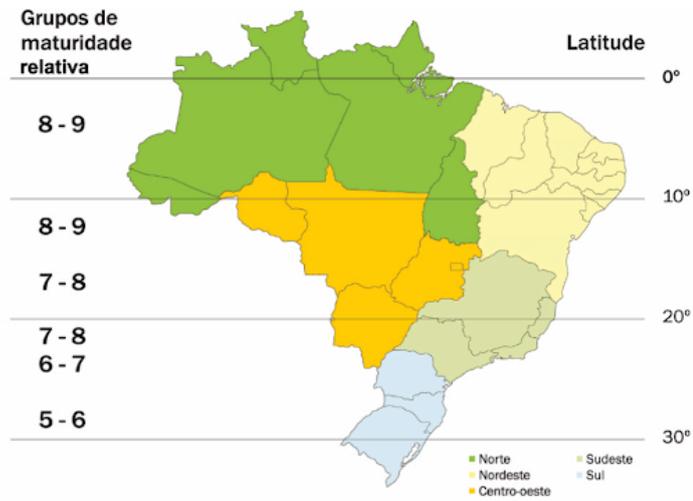
ANEXO D - Mapa classificação dos solos no estado do Mato Grosso (CAMPINAS, 2005)



ANEXO E - Mapa de uso e cobertura do solo no estado do Mato Grosso (IBGE, 2013)



ANEXO F - Distribuição dos grupos de maturação de cultivares de soja no Brasil em função da latitude (Adaptado ALLPRANDINI et al., 2009)



ANEXO G - Distribuição do Cerrado no Brasil (Adaptado IBGE, 2018)



APÊNDICES

APÊNDICE A - Semeadura de plantas de cobertura em sucessão a soja no experimento conduzido na UFR, fevereiro/2020.



APÊNDICE B - Análise de amostras coletadas a campo no Laboratório de Pós-graduação da UFR, janeiro/2020.



APÊNDICE C - Identificação de cigarrinha-das-pastagens na propriedade C, fevereiro 2020.

