

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

USO DA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NA RECUPERAÇÃO
DA FERTILIDADE DO SOLO

Autor: Vanderli José Lourenço
Orientadora: Prof.^a Dra. Maria Aparecida Pereira Pierangeli

"Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Zootecnia, apresentado ao Departamento de Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário de Pontes e Lacerda, como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA”.

PONTES E LACERDA
JULHO/2007

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

USO DA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NA RECUPERAÇÃO
DA FERTILIDADE DO SOLO

Autor: Vanderli José Lourenço
Orientadora: Prof.^a Dra. Maria Aparecida Pereira Pierangeli

"Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Zootecnia, apresentado ao Departamento de Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário de Pontes e Lacerda, como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA”.

PONTES E LACERDA
JULHO/2007

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

USO DA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NA RECUPERAÇÃO
DA FERTILIDADE DO SOLO

Autor: Vanderli José Lourenço

Orientadora Prof^a. Dra. Maria Aparecida Pereira Pierangeli

Membro: Prof. MSc. Eurico Lucas de Souza Neto

Membro: Prof. MSc. Edson Júnior Heitor de Paula

PONTES E LACERDA
JULHO/2007

“Não é a mais forte das espécies que sobrevive,
nem a mais inteligente, mas aquela que melhor
responde às mudanças.”

Charles Darwin

A Deus, que me deu força, saúde e inteligência para que realizasse esse sonho,
a minha família, a qual sempre me incentivou e me compreendeu,
nesta minha trajetória, aos meus amigos que
contribuíram para que eu alcançasse mais
esse degrau em minha vida.

Ao Raimundo José Lourenço, meu pai.

A Cleuza Abadia Lourenço, minha mãe.

Aos meus irmãos Valdir José Lourenço,

Valdeir José Lourenço, Magda Lúcia Lourenço,

Maria Lúcia Lourenço, Maria Aparecida Lourenço.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar vida, saúde e inteligência para a realização desse sonho.

A minha orientadora, Prof.^a Dra. Maria Aparecida Pereira Pierangeli, pela compreensão e ajuda para a realização desse trabalho.

Aos prof. MS Eurico Lucas de Sousa Neto, Edson Júnior Heitor de Paula pela ajuda para a realização desse trabalho.

Aos meus amigos Primo Camilo Paglarini Filho, Santina Lopes Paglarini, Wesley Fagundes Santos, Willian Figueira Batista, Angélica Santana Araújo, Renato C. Rodrigues, Fabrício S. Durão, André L. Rodrigues.

Aos meus familiares, e a família Paglarini.

Aos servidores e funcionários da UNEMAT, pela dedicação, compreensão, auxílio e orientação nos momentos de necessidade;

Aos professores Dr. Alexandre Agostinho Mexia, Dra. Jocilaine Garcia, Dr. Luiz Juliano Valério Geron, MS Cristiano da Cruz, MS Rodrigo Froede Ruppim, MS Edson Sadaywki Eguchi, MS Marcelo da Silveira Meirelles Pinheiro pela colaboração no desenvolvimento do curso.

Ao departamento de Zootecnia, pela oportunidade e encorajamento pela busca do saber.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desta meta em minha vida.

BIOGRAFIA DO AUTOR

VANDERLI JOSÉ LOURENÇO, filho de Raimundo José Lourenço e Cleuza Abadia Lourenço, nasceu em Campinápolis – Mato Grosso, no dia 4 de setembro de 1984.

Ingressou na Universidade do Estado de Mato Grosso *Campus* Universitário de Pontes e Lacerda em agosto de 2003 para cursar Zootecnia, com previsão de concluir o curso em dezembro de 2007.

No mês de julho de 2007, submeteu a avaliação da banca examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso.

ÍNDICE

	Página
Resumo.....	Viii
1.0 INTRODUÇÃO.....	2
2.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Degradação do solo.....	3
2.2 Degradação de pastagens.....	5
2.3 Parâmetros relacionados com a fertilidade dos solos.....	7
2.3.1 Acidez do solo.....	7
2.3.2 Fósforo.....	8
2.3.3 Nitrogênio.....	9
2.3.4 Potássio.....	11
2.3.5 Cátions trocáveis.....	13
2.3.6 Micronutrientes.....	14
2.4 Manejo da fertilidade do solo sob pastagens.....	15
2.4.1 Correção do solo.....	15
2.4.2 Adubação orgânica e mineral.....	18
2.5 Recuperação da fertilidade do solo com a integração lavoura – pecuária.....	21
2.6 Sistema Plantio direto.....	24
3.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
4.0 LITERATURA CITADA.....	28

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Perdas anuais de nutrientes em pastagens.....	9
TABELA 2. Extração de nutrientes por algumas culturas anuais e pastagens.....	12
TABELA 3. Composição média dos esterco de suínos, bovinos e frango.....	20
TABELA 4. Comparação entre os índices zootécnicos de sistemas tradicionais na região dos Cerrados e em sistemas de integração lavoura – pecuária em Campo Grande.....	22
TABELA 5. Comparação de perdas de solo e água no plantio direto e no plantio convencional.....	25

Resumo - Em função dos solos serem cultivados há muito tempo e à utilização deste de forma inadequada e a não reposição dos nutrientes, há como consequência o processo de degradação. Desse modo, surge a necessidade de encontrar alternativas para resolver esse problema, e intensificar o uso do solo, bem como aumentar a sustentabilidade dos sistemas de produção, melhorando assim, a renda do produtor rural. Em decorrência disso, o objetivo deste trabalho foi abordar uma alternativa para a recuperação da fertilidade do solo em áreas de pastagens degradadas. Entre as possibilidades de recuperação encontra-se a integração lavoura-pecuária que é uma técnica que integra as duas atividades com o intuito de minimizar custos, diluir os riscos e agregar valores aos produtos agropecuários. Com a adoção deste sistema e, desde que seja conduzida corretamente, a integração lavoura-pecuária demonstra ser uma técnica viável financeiramente e ambientalmente correta para a recuperação da fertilidade de solos sob pastagem.

Palavra-chave: degradação, integração lavoura-pecuária, sustentabilidade.

1.0 INTRODUÇÃO

Devido ao manejo inadequado a maioria dos solos brasileiros encontra-se em algum estágio de degradação, conseqüentemente, apresentando um declínio gradual de produtividade. Na maioria das vezes a degradação está diretamente relacionada com a fertilidade do solo, sendo difícil a recuperação natural. É notória a necessidade de resolver esse problema para que se possam garantir um aumento na produção de forragens, grãos, energia e fibra. Kluthcouski et al. (2004), citado por Coelho (2005), descrevem que, na região dos Cerrados, dos 40 milhões de hectares de pastagens cultivadas, cerca de 80% encontram-se em algum estágio de degradação. Essa extensa área de pastagem com capacidade de produção reduzida ou degradada faz com que a produtividade animal e a de forragens se situem em níveis próximos aos das pastagens naturais. Entre as técnicas utilizadas para corrigir este problema, a recuperação da fertilidade do solo, através da integração lavoura-pecuária, é uma das mais preconizadas.

A demanda por forragem no período seco é um grande entrave para a pecuária devido à sazonalidade da produção. Caso não sejam adotadas medidas corretivas para aumentar a produção de forragens em áreas de solos e/ou pastagens degradadas, será cada vez mais necessário o avanço da pecuária nas áreas de floresta, pois a demanda de alimentos vem aumentando em função do crescimento populacional.

Em decorrência disso, o objetivo deste trabalho foi abordar o uso da integração lavoura-pecuária como alternativa para a recuperação da fertilidade do solo em áreas de pastagens degradadas.

2.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Degradação do solo

A degradação do solo é definida por Kluthcouski & Aidar (2003), como o solo que apresenta alta acidez ou alcalinidade, elevada compactação, baixa fertilidade e/ou superfície erodida. Quando o solo torna-se degradado, normalmente demanda intervenção mecânica, que deve ser associado com a recuperação dos atributos físico-químicos ou biológicos do solo. Doran & Parker (1994) definem a qualidade do solo como: “A capacidade de um solo funcionar como um ecossistema limite para sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade do meio ambiente e promover a saúde das plantas e animais.”

Segundo Macedo (1999), o processo de degradação culmina com a ruptura dos recursos naturais, representado por alterações em sua estrutura, evidenciado pela compactação e conseqüente diminuição das taxas de infiltração e capacidade de retenção da água, causando erosão e assoreamento das nascentes de lagos e rios. Alta resistência à penetração, limitações de aeração e a alta suscetibilidade à erosão são sintomas claros de degradação física do solo. Degradação biológica está associada à redução de matéria orgânica e da atividade e diversidade de organismos de solos. Degradação química é reflexo da retirada ou saída de nutrientes do solo ou acúmulo de elementos tóxicos ou desbalanceados, que são prejudiciais ao crescimento da planta. Neste contexto, Larson & Pierce (1994), recomendam as seguintes determinações como o mínimo necessário para avaliação da qualidade do solo: nutrientes disponíveis, C orgânico total, C orgânico lábil, textura, capacidade de retenção de água, estrutura, densidade do solo ou resistência ao penetrômetro, profundidade máxima de sistemas radiculares, pH e condutividade elétrica.

Além destes, Doran & Parkin (1996) destacam ainda, a necessidade de avaliar atributos biológicos, entre eles, C e N contidos na biomassa microbiana, N potencialmente mineralizável e respiração do solo.

De acordo com Abdo (2006), as principais causas de degradação do solo são: erosão, mineralização excessiva da matéria orgânica, redução da biodiversidade, contaminação, impermeabilização, compactação, salinização, desmatamento, construção de estradas e urbanização e superpastejo. A mesma autora diz que a recuperação desses solos degradados é de fundamental importância, pois com a degradação, inviabiliza-se o desenvolvimento sócio econômico uma vez que esses solos se tornam improdutivos.

Segundo Benedetti (2006), vários estudos revelam que, em sistemas de produção que envolve pecuária, a degradação física do solo na forma de compactação, causada pelo pisoteio dos animais pode comprometer a eficiência do sistema. Entretanto, os sistemas de produção mistos ou de rotação de culturas que incluem pastagens perenes, além de culturas anuais para produção de grãos, são os mais eficientes na manutenção da estrutura físico-química do solo favorável às plantas.

Segundo relatório do COAG (2007), o setor pecuário tem apresentado uma importância crescente no cenário econômico mundial, na saúde e dietas humanas. No entanto, é uma atividade que ocasiona elevado estresse nos ecossistemas, além de contribuir para os problemas ambientais globais. Corroborando relatos de outros estudiosos, aponta que em áreas de pastagens, a não reposição de nutrientes exportados pelas forrageiras, ao lado da compactação do solo pelo pisoteio animal são as principais causas de degradação dos solos.

Caso o processo de degradação do solo que, caracterizado como um processo que leva à deterioração de suas propriedades químicas, físicas e biológicas, não seja corrigido, como consequência haverá degradação de pastagens.

2.2 Degradação de Pastagens

Como qualquer outra cultura, a produtividade das forragens depende da integração dos fatores do solo, da planta e do clima. Qualquer desarmonia entre esses fatores pode levar à degradação das pastagens.

De acordo com Nascimento Junior & Branco (2000), a degradação das pastagens pode ser explicada como um processo dinâmico de degeneração ou de queda relativa da produtividade, e, portanto, pode ser interpretado de diferentes formas.

Ela é definida por Macedo & Zimmer (1993), como sendo o processo evolutivo de redução no vigor e queda na produtividade, não apresentando a capacidade de recuperação natural das pastagens para sustentar os níveis de produção e qualidade exigida pelos animais. Resulta na queda de produção de carne ou leite. Além disso, pastagens degradadas também não apresentam a capacidade de superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e invasoras, culminando com a degradação avançada dos recursos naturais. No entanto, a pastagem degradada pode ser recuperada, dependendo do diagnóstico, com adubação ou até mesmo com outras práticas de manejo adequado (Broch, 2000).

Caso o diagnóstico aponte como causa da degradação a queda da fertilidade do solo para se obter um desempenho esperado das forragens, é fundamental que o solo seja adequadamente corrigido, em relação à acidez e disponibilidade de macro e micronutrientes, tanto no período de implantação da pastagem como na manutenção desta (Vilela, 1981).

Segundo Macedo (1995), as principais causas de degradação das pastagens são: má formação da pastagem, tempo insuficiente para rebrota, deficiência natural de alguns nutrientes, não adoção de práticas de adubação de manutenção e conservação do solo, ataque de cigarrinha, fogo e manejo inadequado. Exemplo de manejo inadequado seria a adoção de altas taxas de lotação de animais, causando o superpastejo das pastagens. O mesmo autor concluiu que a melhor forma para diagnosticar o processo de degradação é acompanhar a capacidade de suporte. Já Martins (1996) complementa relatando que a redução da fertilidade do solo através de nutrientes perdidos no processo produtivo, por exportação no corpo dos animais, erosão, lixiviação, volatilização, fixação e acúmulo nos malhadores são uma das principais causas de degradação das pastagens.

Barbosa et al. (2007) acrescentam que o Brasil vem tendo um grande problema que é devido à pecuária nacional ser constituída basicamente a pasto, e que à maioria destes se encontrar em algum estágio de degradação. Os mesmos autores dizem que a produtividade nessas pastagens está em torno de 2 arrobas/ha/ano, enquanto em uma pastagem bem manejada, ou seja adubada corretamente e que se encontra em bom estado, a produtividade pode atingir, em média, 16 arrobas/ha/ano. Desta forma, uma saída para recuperar e diminuir os custos da recuperação é através do plantio da gramínea com uma cultura de grãos (Kichel et al., 1999).

Desta maneira, o diagnóstico da fertilidade do solo, através de análises químicas de atributos do solo importantes no que diz respeito ao manejo da fertilidade, é ferramenta fundamental para o manejo adequado das áreas de pastagens.

2.3 Parâmetros relacionados à fertilidade dos solos

2.3.1 Acidez do solo

Segundo Lopes et al. (2004), são considerados solos ácidos aqueles que apresentam grande concentração de íons hidrogênio e/ou alumínio no solo. A acidez dos solos promove o aparecimento de elementos tóxicos para as plantas (Al^{3+}), além de causar a diminuição da disponibilidade de nutrientes para as mesmas. As consequências são os prejuízos causados pela baixa produção das culturas. Portanto, a correção é considerada como uma das práticas que mais contribuem para o aumento da eficiência dos adubos e, conseqüentemente, da produtividade e da rentabilidade agropecuária. Segundo Sousa & Lobato (2004), grande parte dos solos do Cerrado apresentam $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ baixo ($< 5,5$), alta concentração de Al^{3+} e baixos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} abrangendo a camada superficial (0-20 cm) e subsuperficial (> 20 cm). Como consequências, apresentam plantas pouco desenvolvidas e com sistema radicular raquítico. Isto limita o aproveitamento da água e dos fertilizantes adicionados ao solo (Kluthcouski et al., 2003).

De acordo com Sidiras & Vieira (1984), citados por Lopes et al. (2004), as causas possíveis de acidez podem ser atribuídas, em parte, pela mineralização de resíduos orgânicos, lixiviação de cátions de reação básica da camada arável e à intensificação da erosão hídrica.

Na avaliação da acidez do solo são analisados os valores de pH, saturação por alumínio (m%), acidez potencial (H+Al) e os teores de Al^{3+} (Valle et al., 1995).

Após a realização da correção da acidez faz-se a aplicação dos nutrientes que são requeridos em maior quantidade, mediante a interpretação da análise do solo. Martins et al. (2004) destacam que a adubação é uma das mais importantes técnicas culturais para a

obtenção de plantas com melhores condições vegetais e produtivas. No entanto, aplicações inadequadas de fertilizantes podem causar deficiência mineral, toxidez, desequilíbrio nutricional e poluição ambiental.

2.3.2 Fósforo

Macedo et al. (1997) relatam que o baixo nível de P é um dos principais fatores que limitam a produtividade das pastagens. Portanto, deve se considerar a importância do P na sustentabilidade da produção, sendo indispensável o acompanhamento dos seus teores disponíveis na solução do solo e nos compartimentos da fração orgânica e mineral para a adoção de manejo adequado da adubação fosfatada. Os mesmos relatam que a sua deficiência leva, à produção de plantas com baixo teor de nutrientes, conseqüentemente, também os resíduos serão pobres em nutrientes. Este fato, além de reduzir a taxa de mineralização da matéria orgânica, implica também, na imobilização de grande fração de nutrientes disponível pelos microorganismos do solo.

Teoricamente pode-se dizer que existe uma reciclagem eficiente de P ingerido, devido ao retorno através das fezes e urina, ou seja, a maioria do P retirado do solo pela planta e consumido pelo animal por meio do pastejo, seria devolvido para o sistema através das excreções animais. Porém, na prática, essa eficiência é questionada em razão das fezes e urina não serem distribuídas uniformemente na pastagem. Na Tabela 1 são mostradas as perdas dos nutrientes exigidos em maior quantidade (N, P e K).

Tabela 1. Perdas anuais de nutrientes em pastagens.

	Nutrientes (%)		
	N	P	K
Retido no corpo animal	9	10	1
Acúmulo no malhador	11	12	13
Erosão superficial	3	15	3
Volatilização	15	0	0
Fixação em argila e matéria orgânica	0	19	0
Lixiviação	5	0	0
Total de perdas	43	56	17

Fonte: Martins (1996).

2.3.3 Nitrogênio

Machado (2001) relata que o nitrogênio é o nutriente mais importante para as pastagens, pois é o requerido em maior quantidade pelas gramíneas forrageiras, atuando como promotor de crescimento. Sua deficiência limita o crescimento das pastagens, sendo a sua falta uma das principais causas de degradação.

De acordo com Zimmer (1999), a adubação nitrogenada, além de aumentar a produção de forragem, favorece o seu consumo pelos animais. A aplicação desse elemento na pastagem em cobertura aumentou a produção de matéria seca e de folhas em 30% e o consumo em 47%, isso deve ser, provavelmente, pelas folhas se apresentarem mais macias e menos lignificadas. Burton & Monson (1988), citados por Costa et al. (2006), complementam relatando que a adubação nitrogenada, além de aumentar a produção de massa seca, eleva o teor de proteína bruta (PB) da forragem e, em alguns casos, diminuem o teor de fibra, contribuindo dessa forma para a melhoria da sua qualidade.

Já Myers & Robbins (1991), citados por Nascimento Junior & Branco (2000), observaram que, mesmo em pastagens formadas em solos férteis, o N contido no resíduo vegetal da pastagem tende a ser imobilizado por ação dos microorganismos do solo, dessa

forma, não ficando disponível para as plantas forrageiras. Por outro lado, em algumas situações, quando há quantidade de N suficiente na matéria orgânica, o preparo do solo (aração e gradagem) torna o N disponível, dispensando a aplicação de uma fonte desse nutriente. Martuscello et al. (2005) complementam dizendo que o N exerceu um papel de extrema importância no desenvolvimento de plantas, pois favoreceu a recuperação de seu aparato fotossintético após a desfolhação, reduzindo o tempo para o aparecimento de duas folhas consecutivas. Isso evidencia sua importância para processos fisiológicos. Além disso, o uso da adubação nitrogenada promove aumento na taxa de alongamento foliar e, conseqüentemente, um maior desenvolvimento das plantas proporcionando um aumento de biomassa devido ao incremento na fixação de carbono.

Segundo Kichel & Miranda (2007), até 95% do N ingerido pelo animal é retornado ao solo via urina e fezes. No entanto, grande parte do N também pode ser perdido do sistema por volatilização e lixiviação conforme mostra a Tabela 1. Por outro lado, as excreções são distribuídas irregularmente em áreas de pastejo, em especial sob pastejo contínuo, onde são concentradas nos malhadores áreas de descendenteação, pontos de água ou sombra.

Carvalho (1993) relata que a deficiência de N na pastagem pode ser corrigida através da adubação química ou fixação biológica do N atmosférico por leguminosas. Para este autor, a aplicação de N somente é justificada se a cobertura do solo pela gramínea forrageira for boa, sendo mais apropriada para sistemas intensivos de produção animal a pasto, onde são, então, obtidos altos níveis de produtividade. Em sistemas com baixo nível tecnológico a decomposição da matéria orgânica supre a necessidade de N das forragens (Cantarutti et al., 1999).

Ydoyaga et al. (2006) relataram que, em um experimento com adubação conjunta de N e P, utilizando 100 kg de ambos os nutrientes, obtiveram-se a recuperação da pastagem degradada.

2.3.4 Potássio (K^+)

Segundo Malavolta (1986), o K^+ interage com quase todos os outros nutrientes essenciais à planta. Ele é importante para: ativação enzimática; uso eficiente da água; fotossíntese; transporte de açúcares, água e movimento de nutrientes; síntese de proteínas; formação de amido e qualidade da cultura.

Bernardi et al. (2006) relatam que em sistemas intensivos com produtividade acima de 15 t ha^{-1} de matéria seca, a adubação potássica é de grande importância, em função da grande extração pela maioria dessas espécies, associada às baixas reservas do nutriente em solos muitos intemperizados.

Segundo Nascimento Junior & Branco (2000), a aplicação de fertilizantes potássicos em área de pastejo podem ser menores que em capineiras, uma vez que, nesta situação, 80% do K^+ consumido pelos animais retornam ao solo, principalmente, via urina. No entanto, quando há interesse em aumentar a concentração de K^+ no solo é necessário aplicações de fertilizantes potássicos (Dias Filho, 1998).

Fiorin (1999), citado por Rosolem et al (2006), descrevem que os restos de vegetais deixados na superfície do solo em sistemas de produção com plantio direto podem constituir uma reserva considerável de nutrientes. Por esta razão, o K^+ contido na palhada da superfície do solo e em plantio direto pode se tornar uma fonte expressiva de K^+ para a cultura subsequente.

Segundo Rosolem (2006), o manejo adequado da adubação potássica no que diz respeito à quantidade de adubo a ser aplicada é importante do ponto de vista econômico e ambiental, visto que o excesso de adubação pode prejudicar o rendimento das culturas, bem como elevar as perdas por lixiviação. Por outro lado, o uso de subdosagem de fertilizante potássico pode empobrecer o solo cultivado levando as reservas de K^+ à exaustão com o decorrer dos anos cultivados. Raij et al. (1996), citado por Rosolem et al. (2006), relatam que o parcelamento da adubação potássica minimiza as perdas por lixiviação, principalmente em solo arenoso. Na Tabela 2 são mostrados os diferentes níveis de extração de nutrientes por algumas lavouras e pastagem.

Tabela 2. Extração de nutrientes por algumas culturas anuais e pastagem.

Cultura	Produção (t ha ⁻¹)	Nutrientes (kg ha ⁻¹)				
		N	P	K	Ca	Mg
Milho	2,5	40	9	33	7,5	5,0
Arroz	3,0	42	8	28	4,0	2,5
Trigo	1,6	15	3	17	2,3	3,0
Mandioca	3,0	120	40	187	77	40
Soja	1,0	49	7	21	-	-
Colonião sob corte	23	288	44	363	149	99

Fonte: Adaptado de Macedo (1995).

Verifica-se que, considerando os dados da Tabela 2 para alcançar uma produtividade de capim colonião de cerca de 23 toneladas por hectares são extraídos 363 kg de K^+ . Um sistema que não reponha, pelo menos, esta quantidade de K^+ha^{-1} (aproximadamente 437 kg de $K_2O ha^{-1}$, ou seja, 754 kg de $KCl ha^{-1}$), com certeza estará fadado ao “insucesso”.

2.3.5 Cátions trocáveis

Segundo Lopes (1989), cátions trocáveis são os cátions retidos nos colóides do solo que podem ser substituídos por outros. O Ca^{2+} pode ser trocado por H^+ ou K^+ e vice e versa. A capacidade de troca de cátions (CTC) do solo indica a quantidade de cargas disponíveis para a troca de cátions. Fazem parte do complexo de troca catiônica do solo o Al^{3+} e H^+ (cátions ácidos) e Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e, eventualmente, Na^+ (cátions básicos).

De acordo com Bohn et al. (1979), citado por Oliveira (2005), a CTC é, talvez, a propriedade química mais importante dos solos por sua habilidade para reter e trocar íons positivamente carregados na superfície coloidal. Segundo Lopes & Guidolin (1987), em termos de importância para a manutenção da vida na face da terra, o processo da CTC só é suplantado pela fotossíntese.

Segundo Oliveira (2005), a maneira universal para se conhecer a atividade da fração argila do solo é através da CTC, ou seja, a determinação da quantidade de íons positivos necessários para neutralizar as cargas negativas de determinada quantidade de material. Em solos de cargas variáveis, tais como os Latossolos, a CTC depende do pH do meio, sendo sua determinação padronizada a pH 7, para facilitar as comparações entre solos.

Helling et al. (1964), citado por Oliveira (2005), observaram que há dependência da carga da matéria orgânica pelo pH do solo, mesmo quando este apresenta valores baixos, e o aumento progressivo da CTC da matéria orgânica e dos minerais de argila com o aumento do pH. Este é um fato de grande importância para a maioria dos solos brasileiros, pois, a maioria predominantemente, é constituído por argilas de baixa atividade. Desta forma, aumentos significativos da CTC destes solos, são conseguidos mediante elevação do pH que é feito com aplicação de calcário e incorporação de matéria orgânica.

2.3.6 Micronutrientes

A deficiência de micronutrientes é comum em regiões tropicais onde se tem observado um aumento do pH dos solos cultivados por longos períodos. Essa baixa disponibilidade de micronutrientes seria improvável se houvesse aumento no teor de matéria orgânica destes solos (Duxbury et al. 1989, citado por Pegoraro et al., 2006). Já Sanders (1993), citado por Pegoraro et al. (2006), relata que devido os solos dos cerrados serem altamente intemperizados e pobres em relação à minerais primários facilmente intemperizáveis, além de apresentarem elevada afinidade pelos micronutrientes catiônicos (Zn, Cu, Fe e Mn), há, geralmente, baixa concentração destes no solo. O autor complementa dizendo que, por os solos dos Cerrados serem ácidos, há necessidade de calagem. No entanto, ao elevar o pH do solo a calagem reduz a disponibilidade de micronutrientes tais como, Zn, Mn, Fe, B, etc. Segundo Souza & Lobato (2004), a elevação do pH para valores superiores a 6,3 provoca a bioindisponibilidade dos micronutrientes essenciais às plantas, excetuando-se o Mo.

Corrêa & Santos (2003) mencionam que é relativamente pequeno o número de trabalhos experimentais com relação ao uso de micronutrientes em pastagens exclusivas de gramíneas. Todavia, em sistemas intensivos de exploração das pastagens, uma resposta positiva, provavelmente ocorrerá, em virtude dos baixos teores nos solos de Cerrado, da maior extração pelas plantas, do uso de adubos mais concentrados e da condição de pH mais elevado, o que diminui a disponibilidade de alguns micronutrientes para as plantas.

2.4 Manejo da fertilidade do solo sob pastagens

2.4.1 Correção do solo

Os fatores de produção (solo, planta, clima) das pastagens podem ser manejados ou modificados na busca do aumento da produtividade. A adoção de boas práticas de manejos é ferramenta importante para diminuição dos impactos ambientais nos agroecossistema (por exemplo, degradação do solo) e para a sustentabilidade da atividade. Pesquisas têm indicando que apenas o correto manejo da fertilidade do solo garante aumento de 50% de produtividade (Valle et al., 1995).

O uso de fertilizantes e corretivos em pastagens no Brasil é insignificante. Segundo Bernardi et al. (2006), as taxas de aplicação de fertilizantes em pastagens no Brasil estão em torno de 5 - 6 kg ha⁻¹ ano. Sousa et al. (1986) recomendam que, para obtenção de maiores produtividades das pastagens em solos ácidos, é necessária a correção do pH a valores entre 5,5 e 6,0. Os mesmos autores salientam ainda que, na região dos Cerrados, deve-se dar preferência às utilizações de calcário dolomítico, pois este apresenta maiores teores de Ca e Mg, os quais são importantes nutrientes de plantas.

De acordo com Sanzonowicz (1986), a prática de calagem, na maioria dos casos, tem interagido positivamente na resposta à aplicação de adubos em pastagens, apesar de a maioria das espécies forrageiras utilizadas na região dos Cerrados serem tolerantes à acidez do solo. Não se deve dispensar a calagem, mesmo porque é a forma mais econômica de se fornecer Ca e Mg como nutrientes para as plantas. Segundo este autor para espécies tolerantes à acidez do solo, deve-se aplicar pelo menos uma tonelada por hectare de calcário, se o teor de Ca + Mg no solo for inferior a 1,0 cmol_c dm⁻³ de solo. Já, para espécies forrageiras exigentes em fertilidade do solo, a necessidade de calagem

(NC) deve ser calculada pela fórmula: $NC = Y \times Al + [x - (Ca + Mg)]$, sendo o valor de Y é a variável em função da textura do solo e o valor de x é a variável da exigência da cultura.

Vilela et al. (2000) afirmam que para fazer a recomendação de calagem em qualquer cultura deve-se levar em conta a exigência nutricional da espécie e as características do solo, já que existem graus diferenciados de adaptação das plantas às condições de fertilidade do solo. Alvarez & Ribeiro (1999) recomendam o método de NC que neutraliza o Al^{3+} e eleva os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} , relatando a utilização do valor Y (leva em conta o poder tampão do solo) e o valor mt, o qual considera a tolerância da planta ao Al^{3+} .

Segundo Eltz et al. (2006), o calcário aplicado na superfície do solo no plantio direto pode mover-se para as camadas mais profundas por meio de uma rede de poros contínuos formados por raízes senescentes e pela micro e macrofauna do solo. Essa aplicação de calcário pode atingir até 0,20 m em 10 anos. Anghinoni & Nolla (2006) descrevem que existem duas formas de aplicação de calcário: a) superficial que é feito através de aplicação direta, onde é comum a concentração de teores elevados de calcário nas camadas superiores (0-0,05 m e 0,05-0,10 m de profundidade), devido ao não-revolvimento do solo; e b) a aplicação incorporada do calcário o qual ocorre mecanicamente por meio de aração e gradagem, sendo esta a forma mais eficaz para aumentar o volume de solo corrigido. Alcard (1992) atribui o sucesso da calagem a três fatores: a dosagem adequada, o produto utilizado (características do corretivo utilizado) e a forma de aplicação. Leite et al. (2006), em experimento com calagem concluíram que a incorporação do calcário proporcionou maior uniformidade na neutralização da acidez do solo em profundidade, o que refletiu em quantidade maior de raízes até 0,45 m, já com a aplicação superficial obteve-se a presença de raízes na camada até 0,075 m.

Souza et al. (2006) estudando a incorporação do calcário em pastagem degradada de capim-tobiatã, obtiveram maiores produções de matéria seca (MS) quando se incorporou o corretivo a aproximadamente 0,05 m de profundidade, apesar de não encontrarem diferença entre os calcários aplicados superficial e o incorporado na variável densidade de perfilho.

De acordo com Alvarez & Ribeiro (1999), o calcário é o material mais utilizado; entretanto, para ser efetivo, requer água para sua dissolução devendo ser incorporado ao solo pelo menos dois a três meses de antecedência do plantio para se ter uma maior eficiência. O ideal é fazer a calagem no final da época de chuvas que antecede o plantio. Dessa forma, haverá tempo suficiente para o calcário reagir com o solo e neutralizar a acidez. Kichel & Miranda (2007) recomendam que o calcário deve ser aplicado de julho a novembro; e para a correção da acidez do solo superficial, não deve aplicar mais do que 2 a 2,5 t calcário ha⁻¹. Se houver necessidade de doses maiores que esta, a correção deve ser feita de forma gradual, aplicando-se novamente calcário nos anos seguintes. No caso do uso do gesso, recomenda-se aplicar 50 kg para cada 1% de argila do solo. Sousa & Lobato (2004) relatam que, dependendo da análise do solo, é necessário a correção da acidez superficial e subsuperficial e os insumos mais utilizados são o calcário e o gesso agrícola, respectivamente. Segundo estes autores, a aplicação do gesso agrícola deve ser a lanço, depois da calagem. Caso haja dificuldade em incorporar o gesso, pode deixá-lo sobre a superfície, pois, ao se dissolver na água ele se infiltra no solo.

Oliveira et al. (1999) relatam que o gesso, além de melhorar as condições químicas de subsuperfície do solo, é também uma fonte de enxofre (em torno de 15%). Lopes et al. (2004) destacam os benefícios da correção da acidez do solo:

- eleva o pH;

- fornece Ca^{2+} e Mg^{2+} como nutrientes;
- diminui ou elimina os efeitos tóxicos do Al^{3+} , Mn e Fe;
- diminui a "fixação" de P;
- aumenta a disponibilidade do N, P, K, Ca, Mg, S e Mo no solo;
- aumenta a eficiência dos fertilizantes;
- aumenta a atividade microbiana e a liberação de nutrientes tais como N, P e B, pela decomposição da matéria orgânica;
- aumenta a produtividade das culturas como resultado de um ou mais dos efeitos anteriormente citados.

2.4.2 Adubação orgânica e mineral

De acordo com Konzen & Alvarenga (2006), os sistemas agropecuários dão origem a vários tipos de resíduos orgânicos, os quais, corretamente manejados e utilizados são revertidos em fornecimento de nutrientes para a produção de alimentos, melhorando as condições físicas, químicas e biológicas do solo. No entanto, quando utilizado de maneira inadequada, constituem-se uma fonte de contaminação e agressão ao meio ambiente, especialmente quando direcionados para os mananciais hídricos.

De acordo com Shigaki et al. (2006), no Brasil, principalmente na região Sul e Sudeste, as sobras anuais de esterco de suínos e de aves podem levar a um problema de difícil solução, principalmente no que diz respeito à contaminação de recursos hídricos. Segundo estes autores, considerando a produção média diária de esterco (4,90 e 0,055 kg para suínos ou aves, respectivamente), houve uma quantidade de 2,5 milhões de toneladas de P nos estercos de suínos e aves, produzidas no Brasil em 2003 (considerou-se um

conteúdo médio de P no esterco de 40 e 24 g kg⁻¹ para suínos e aves respectivamente). Segundo estes autores esta quantidade seria suficiente para suprir a demanda de P para a agricultura no Brasil, sobrando ainda um excedente com potencial de contaminar o ambiente.

Segundo Malavolta & Romero (1975), o esterco é formado de dejeções sólidas e líquidas de animais domésticos. Este é composto dos nutrientes exigidos em maior quantidade (N, P e K) e também do Ca, Mg e S, além dos micronutrientes e elevado teor de matéria orgânica.

De acordo com Konzen & Alvarenga (2006), as fontes usadas para reposição dos nutrientes são os adubos químicos e orgânicos. A transformação dos resíduos orgânicos em insumos agrícolas exige a adoção de adequados processos de manejo e tratamento. Os sólidos devem ser submetidos ao processo compostagem, para evitar perdas e disponibilizar os nutrientes para culturas. A compostagem é um processo de fermentação aeróbio que reduz a carga orgânica nociva dos resíduos sólidos. Na Tabela 3 é mostrado um comparativo da composição dos esterco dos animais domésticos.

Konzen & Alvarenga (2006) realizaram um experimento em solo argiloso de Cerrado utilizando doses de 45, 90 e 135 m³ ha⁻¹ de dejetos de suínos, associado a 30, 60 e 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura. Neste experimento, os autores obtiveram a produção de 7.000 a 8.000 kg ha⁻¹ de milho, 21% superior à obtida com a adubação química. Com essa produtividade pode-se dizer que os esterco de suínos, aves e bovinos constituem fertilizantes eficientes, na produção de grãos. O preparo do solo com dejetos de suínos pode, inclusive, ser feito com 4 a 5 meses antecipados ao plantio (abril a outubro), isto em função da dificuldade de aplicação.

Tabela 3. Composição média dos esterco de suínos, bovinos e frango.

Esterco	kg ⁻¹ m ³ ou tonelada				
	pH	MS	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Suíno líquido integral	7,2 - 7,8	1,3 - 2,5	1,6 - 2,5	1,2 - 20	1,0 - 1,4
Suíno líquido separado	7,0 - 7,5	0,1 - 0,3	0,7 - 0,9	0,3 - 0,5	0,6 - 0,8
Bovinos chorume	7,0 - 7,5	10 - 15	1,5 - 2,5	0,6 - 1,5	1,5 - 3,0
Bovinos fezes + urina	6,8 - 7,5	12 - 15	4,5 - 6,0	2,1 - 2,6	2,8 - 4,5
Bovinos sólidos	7,0 - 7,5	45 - 70	15 - 25	8 - 12	8 - 15
Aves cama de frango	6,0 - 7,5	65 - 90	24 - 40	20 - 35	18 - 35

MS - matéria seca;

Fonte: Adaptada por Kozen & Alvarenga (2006).

Segundo Gomes et al. (2005), o fornecimento de adubação orgânica e mineral propicia alterações nas condições físicas e químicas do solo, com conseqüente efeito na produtividade das culturas.

Maia & Cantarutti (2004) concluem, baseados em experimentos, que o uso contínuo da adubação orgânica proporcionou aumento no N-total e na disponibilidade de N, sendo essas características pouco influenciadas pela adubação química, devido ao efeito residual do composto orgânico, o qual foi aplicado ao longo dos anos. Os mesmos autores relatam que uso contínuo da adubação orgânica proporcionou aumento médio na CTC.

De acordo com Filho et al. (2007), por os fertilizantes químicos representarem um custo elevado, verifica-se que normalmente os produtores de carne têm optado pela redução proporcional destes, o que condiciona em um decréscimo acentuado na produção e na qualidade da forragem.

Em face do alto custo da adubação mineral, essencial para a recuperação de áreas de solo e pastagens degradadas, uma opção que tem se destacado é a integração lavoura-pecuária.

2.5 Recuperação da fertilidade do solo com a integração lavoura-pecuária

Mello et al. (2004) definem a integração lavoura-pecuária (ILP) como um sistema que integra as duas atividades com o intuito de maximizar racionalmente o uso do solo, da infra-estrutura e da mão-de-obra, minimizar custos, diluir os riscos e agregar valores aos produtos agropecuários, por meio dos recursos e benefícios que uma atividade proporciona à outra. Dentro desse conceito, as áreas de lavouras dão suporte à pecuária por meio da produção de alimento para o animal, seja na forma de grãos, silagem e feno, seja na de pastejo direto, aumento da capacidade de suporte da propriedade, permitindo a venda de animais na entressafra. O objetivo da integração é recuperação de áreas degradadas com custo mais baixo, produção de forragem para a entressafra ou de palhada em quantidade e qualidade para ser usada no sistema plantio direto (SPD) (Alvarenga et al., 2006).

A Tabela 4 apresenta um comparativo dos índices zootécnicos do sistema tradicional dos Cerrados e em sistemas ILP na região dos Cerrados, em Campo Grande.

Segundo a FAO, (2004) citada por Vilela (2004), a produção mista, isto é, agricultura e pastagem é, em princípio, benéfica para a qualidade do solo na medida em que mantém a fertilidade do solo. Além disso, o uso de rotações entre as diferentes culturas e forragens recupera os nutrientes, reduz a erosão e controla algumas doenças do solo.

O Sistema Barreirão é uma tecnologia de recuperação/renovação de pastagens em consórcio com culturas anuais. Esse sistema tem tido boa aceitação pelos produtores o que têm contribuído com centenas de hectares recuperada /renovada (Kluthcouski et al., 2003).

De acordo com Alvarenga et al. (2006), as principais culturas de grãos utilizadas na ILP são o milho, sorgo, milheto e o arroz. Estas são consorciadas com forrageiras tropicais, principalmente, as do gênero *Brachiaria* e *Panicum*, as quais proporcionam uma boa cobertura de material orgânico (palhada) para que se possa fazer o SPD.

Tabela 4. Comparação entre os índices zootécnicos de sistemas tradicionais na região dos Cerrados e em sistemas de integração lavoura – pecuária, em Campo Grande.

Índice zootécnico	Cerrado	Integração lavoura-pecuária
Natalidade	56%	85%
Mortalidade ate a desmama	7,4%	2,7%
Taxa de desmame	42%	80%
Mortalidade pós desmama	4%	1%
Idade a primeira cria	3,5 a 4,5 anos	2 anos
Intervalo entre partos	25 a 30 meses	12 meses
Idade ao abate	5 anos	1,5 anos
Taxa de abate	17%	40%
Peso da carcaça	180 kg	230 kg
Rendimento de carcaça	53%	55%
Lotação animal	0,8 UA/ha	3,0 UA/há

Fonte: Adaptado Embrapa Gado de Corte, 2000 e Revista ABCZ, 2001.

Nesse sistema, as lavouras são utilizadas a fim de que a produção de grãos pague, pelo menos em parte, os custos da recuperação ou da reforma das pastagens. Na área da pastagem degradada, cultivam-se grãos por um, dois ou mais anos e, depois, volta-se com a pastagem, que vai aproveitar os nutrientes residuais das lavouras na produção de forragem. Para evitar outro ciclo de degradação, é necessário elaborar um cronograma de adubação de manutenção da pastagem recém-implantada (Alvarenga, 2004). As principais vantagens do

uso de integração lavoura-pecuária (Kichel & Miranda, 2001; Alvarenga & Noce, 2005; Zambolim et al. 2004) são:

- 1) Recuperação mais eficiente da fertilidade do solo - pois as culturas anuais são mais exigentes em fertilidade do solo, com isso uma atenção maior a esse aspecto;
- 2) Facilidade de aplicação de práticas de conservação de solo - devido aos arrendadores, possuem equipamentos apropriados;
- 3) Recuperação com custos mais baixos - o lucro obtido com a cultura amortiza os gastos da recuperação;
- 4) Facilidade na renovação da pastagem - em geral no plantio de culturas anuais o preparo do solo é mais intensivo, com o uso de herbicidas, proporcionando uma redução no potencial de sementes no solo, possibilitando a troca de espécie forrageira, principalmente as braquiárias;
- 5) Melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo - com a rotação lavoura-pastagem, evitando-se a monocultura, eliminam-se camadas compactadas, bem como se incorporam resíduos animais (esterco), raízes e palhada de grãos e forrageira, estimulando-se a vida do solo pelo incremento de material orgânico;
- 6) Controle de pragas, doenças e invasoras - pela quebra do ciclo de pragas e doenças;
- 7) Aproveitamento de adubo residual - parte do adubo fertilizante aplicado à cultura permanece no solo, sendo depois aproveitado pela pastagem;
- 8) Maior eficiência na utilização de máquinas, equipamentos e mão-de-obra na fazenda, os quais terão uma otimização do uso por maior período de tempo no ano;
- 9) Diversificação do sistema produtivo - a empresa pode explorar tanto as fases de cria, recria e engorda como a produção de grãos. Isto lhe dá maiores garantias contra os riscos climáticos e flutuações de mercado;

Trecenti (2006) destaca outros benefícios da adoção da ILP, que são: aumento da competitividade da cadeia produtora de carne e leite na entressafra; contribuição para a fixação do homem no campo, mediante a geração de emprego e renda; redução de abertura de novas áreas via desmatamento; racionalização no uso de agrotóxicos para controle de pragas, doenças e plantas daninhas; redução da emissão de dióxido de carbono; seqüestro de carbono na matéria orgânica do solo. Ou seja, a adoção do sistema contribui também para a redução dos gases do efeito estufa. Crusciol et al. (2005) concluíram que a integração lavoura-pecuária por meio do cultivo consorciado de milho + *Brachiaria brizantha* alterou a fertilidade do solo, reduzindo a acidez e elevando os teores de P, K, Ca, Mg e os valores de SB, CTC e V%.

Como principal vantagem da ILP tem sido destacado a adoção do SPD em várias regiões do Brasil.

2.6 Sistema plantio direto

Zanine et al. (2006) mencionam que o surgimento desse sistema foi devido à agricultura tradicional baseada no preparo convencional do solo, com o uso intensivo de arações e gradagens, causar intensa degradação do solo. Isso porque estas práticas pulverizam e compactam o solo, diminuem a infiltração de água, elevam a temperatura do solo, diminuem o teor de matéria orgânica, deixando o solo exposto à erosão. Dessa forma há uma diminuição da eficiência da adubação química e do armazenamento de água no solo. Como alternativa para evitar tais problemas surgiu o SPD. A Tabela 5 compara os dois sistemas, convencional (SC) e SPD em relação à perda de solo e água por erosão.

O SPD tem como princípios básicos o não revolvimento do solo, cobertura morta e rotação de culturas. Entretanto, para o sucesso desse sistema, é fundamental a produção de

palhada em abundância e a introdução de gramíneas forrageiras é a saída para que isso aconteça, principalmente nas regiões tropicais. De acordo com Agnes et al. (2004), para a agricultura tropical, a interação lavoura-pecuária, via plantio direto, viabiliza a continuidade da atividade, conferindo diversidade de renda ao produtor. Isso devido aos pré-requisitos necessários a este sistema, que são empregados com eficácia quando a utilização de cobertura morta oriunda das pastagens, a rotação de culturas e a consorciação temporária entre cultura anual e pastagem.

Tabela 5. Comparação de perdas de solo e água no plantio direto e no plantio convencional.

Categoria	Plantio convencional	Plantio direto	Porcentagem reduzida
Perdas por erosão t/ha/ano	23,3	5,6	76
Perdas de água (mm/ano)	137,6	42,4	69,2

Fonte: adaptado por Romano (2005).

As perdas de solo e água podem ser eliminadas ou reduzidas com a substituição do SC pelo SPD associado à integração lavoura-pecuária. Isso porque esse sistema faz com que as raízes mortas das forragens formam uma extensa rede de microporos que, facilita a aeração do solo e a infiltração da água, promovendo o desenvolvimento de uma ativa microfauna e microorganismos atuantes no processo de produção e conservação de matéria orgânica e retenção de umidade favorecendo a biodiversidade e a produção comercial (Romano, 2005).

Segundo Santos (2004), o plantio direto, por não revolver o solo, permite manter sua estrutura física natural, conservando a matéria orgânica e aumentando a infiltração de água, reduzindo um dos maiores problemas da agropecuária, que são a erosão e perda do solo. Do

ponto de vista econômico, o plantio direto proporciona a redução entre 10 a 25% nos desembolsos com a reforma de pastagens. Além disso, devido à rapidez do processo e à maior eficiência técnica, o SPD permite a amortização dos investimentos já no primeiro ano, enquanto no plantio convencional isso não é possível. Fernandes (2006) complementa dizendo que o SPD proporciona melhor agregação das partículas do solo; incremento na vida biológica do solo; melhor aproveitamento dos nutrientes pelas culturas devido à disponibilização gradual no sistema; aumento da CTC potencial do solo; melhoria do desenvolvimento e rendimento final das culturas.

Segundo Trecenti (2005), os benefícios não são percebidos apenas sobre o solo, pois ele acontece na subsuperfície com a formação de um bom sistema radicular, o qual permite uma boa ciclagem de nutrientes como N, K, P e S. O sistema radicular das pastagens origina canalículos que vão auxiliar na infiltração da água da chuva no verão seguinte. Além de aumentar a matéria orgânica e o sequestro de carbono, que é fundamental quando se pensa no impacto das atividades agrícolas nas mudanças climáticas.

Crusciol et al. (2005) ressaltam que para se ter sucesso no SPD é fundamental observar os seguintes aspectos: quantidade de palha depositada na superfície do solo; espécies utilizadas na rotação; e tempo de permanência do sistema. Com esses três fatores sob controle obtêm-se melhorias na estrutura do solo, no aumento da ciclagem e do estoque de nutrientes, no aumento da capacidade de troca de cátions e da atividade biológica.

Com todos estes benefícios o SPD torna-se muito mais que um método de conservação do solo, pois, contribui para uma agricultura sustentável, pois aumenta a produtividade com mínimo impacto ao meio ambiente (Amaral, 2001).

3.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema integração lavoura-pecuária é uma alternativa viável para-se implantar em propriedades com o propósito de recuperação da fertilidade de solo em áreas de pastagens degradadas. Esse sistema apresenta um custo relativamente baixo, devido à amortização de custo com os grãos colhidos, e posteriormente proporciona aumento da produtividade da pecuária, devido ao fornecimento de forragem de qualidade no período seco, o qual é um grande problema por causa da estacionalidade forrageira. Considerando estes fatores pode-se notar que a recuperação da fertilidade das pastagens através da integração lavoura-pecuária constitui, hoje, um fator importante para alavancar o aumento da produtividade de leite, carne e grãos no Brasil.

4.0 LITERATURA CITADA

- ABDO, M.T.V.N. **Recuperação de solos degradados pela agricultura.** http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/RecSolos. Acessado em: 19/5/2007.
- ABCZ. Índices zootécnicos de produtividade da pecuária, região dos cerrados. **Revista ABCZ**, nº5 - novembro - dezembro/2001.
- AGNES, E. L.; FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R. Situação atual da integração agricultura pecuária em Minas Gerais e na Zona da Mata Mineira. In: ZAMBOLIM, L., SILVA, A. A., AGNES, E. L. **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária.** Viçosa-MG, p. 251-267, 2004.
- ALCARD, J. C. Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas. São Paulo: **ANDA**, (Boletim técnico, 6) 26p.,1992.
- ALVARENGA, R. C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J. et al. A cultura do milho na integração lavoura-pecuária. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 233, p. 106-126, 2006.
- ALVARENGA, R.C.; NOCE, M.A. Integração lavoura e pecuária – Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. **Documento 47**, 2005.
- ALVARENGA, R. C. Integração Lavoura - Pecuária: Aspectos produtivos na pecuária bovina. Campo Grande-MS: Embrapa Gado de Corte. **Documento 17**, 2004.
- ALVAREZ, G.V. H.; RIBEIRO, A. C. Calagem. In: RIBEIRO, A. C.; GOTIJO, P. T.; ALVAREZ, G. V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. **5ª aproximação.** Viçosa, p.222 -234, 1999.
- AMARAL, M. Plantio direto evolui no Brasil. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 208, p.3, 2001.
- ANGHINONE, I.; NOLLA A. Atividade e especiação química na solução afetadas pela adição de fósforo em latossolo sob plantio direto em diferentes condições de acidez. **Revista Brasileira Ciência do Solo.** Viçosa (MG) V.30, N.6, p.955 – 963, 2006.
- BARBOSA, F. A.; GRAÇA, D. S.; SOUZA, G. M. **Aspectos produtivos na pecuária bovina.** <http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos>, 2007. Acessado 05/5/2007.
- BENEDETTI, T. Integração Lavoura - Pecuária: Uma Ótima Alternativa de Exploração da Propriedade. **Serrana, Boletim Informativo**, p.1 -12, 2006.
- BERNARDI, A. C. C.; RASSINI, J.B.; MOREIRA, A., et al. Adubação potássica em sistemas intensivos de manejo de pastagens. In: fertibio/2006. Bonito. **Anais... CDROM.** 2006.
- BROCH, D.L. Integração agricultura-pecuária no Centro-Oeste do Brasil. In: **Encontro regional de plantio direto no cerrado.** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, p.53-60, 2000.
- CANTARUTTI, R. B.; MARTINS, C.E.; CARVALHO, M. M. Pastagens. In: RIBEIRO, A. C.; GOTIJO, P. T.; ALVAREZ, G. V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. **5ª aproximação.** Viçosa, p.332 -344, 1999.

- CARVALHO, M.M. Recuperação de pastagens degradadas. Coronel Pacheco, MG: Embrapa-CNPGL, 51p. **Documentos 55**, 1993.
- CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E.; GUARAGNA, J.G. **Alterações na fertilidade do solo após dois anos de integração agricultura – pecuária**. Faculdade de Ciências Agrônomicas - FCA, Campus de Botucatu/UNESP, 2005.
- COAG – Committee on Agriculture. Managing livestock: environment interactions. **FAO**. ROME, 2007, 12p. pdf disponível em www.fao.org. Acessado em 11/05/2007.
- COELHO, A. M. **Potencial de utilização das técnicas de agricultura de precisão na recuperação da fertilidade dos solos sob pastagens degradadas**. Sete Lagoas, MG, 2005. <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2006>. Acessado 04/05/2007.
- CORRÊA, L.A.; SANTOS, P. M. Criação de Bovinos de Corte na Região Sudeste: Produção de Carne em Pastagens Adubadas. Embrapa sudeste pecuária, **versão eletrônica**, 2003.
- COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V. **Adubação Nitrogenada para Pastagens do Gênero *Brachiaria* em Solos do Cerrado**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, 2006.
- DIAS FILHO, M.B. Pastagens cultivadas na Amazônia oriental brasileira: processos e causas de degradação e estratégias de recuperação. In: **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV - Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, p.135-149, 1998.
- DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & ETEWART, B.A. (Eds). **Defining soil quality for sustainable environment**. Madison, Soil Science Society of American, p.3–21, 1994. (SSSA Special Publication, 35).
- DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Quantitative indicators of soil quality. A minimum data set. In: DORAN, J.W. & JONES, A.D. (Eds). **Methods for assessing soil quality. Soil Science Society of America**. Madison, SSSA special publications number 49. p 25-38. 1996.
- EMBRAPA GADO DE CORTE. **Índices zootécnicos médios do rebanho dos cerrados e em sistemas tecnológicos mais evoluídos**. Campo Grande-MS. 2000.
- ELTZ, F.L.F. Atributos químicos e perfil de enraizamento de milho influenciados pela calagem em semeadura direta. **Revista Brasileira Ciência do Solo**. Viçosa (MG). V.30, N.4, p.685-693, 2006.
- FERNANDES, B. Cobertura Vegetal do Solo. **Boletim informativo**, p.1 -18, 2006.
- FILHO, D. C. A.; NEUMANN, M.; RESTLE, J. et al. Características agrônomicas produtivas, qualidade e custo de produção de forragem em pastagem de azevém (*lolium multiflorum*) fertilizada com dois tipos de adubo. Universidade Federal de Santa Maria, **Ciência Rural**, 2007.
- GOMES, J.A.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, A.L. et al. Adubações orgânica e mineral, produtividade do milho e características físicas e químicas de um Argissolo vermelho - amarelo. **Acta Sciêntia Agronomica**. Maringá, v. 27, n. 3, p. 521-529, 2005.

- KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B. **Sistema de integração agricultura e pecuária**. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS, 2001.
- KICHEL, A.N.; MIRANDA, C.H.B.; ZIMMER, A.H. Degradação de pastagens e produção de bovinos de corte com a integração agricultura x pecuária. In: I SIMPÓSIO DE GADO DE CORTE, 1., 1999, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, p.201-234, 1999.
- KICHEL, A. N.; MIRANDA, C.H.B. **Recuperação e renovação de pastagens degradadas**. Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC), Campo Grande, MS, p. 1-23, 2007.
- KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o sistema santa fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. KLUTHCOUSKI, J., STONE, L. F., AIDAR, H. **Integração Lavoura e Pecuária**. Santo Antônio de Goiás. Embrapa Arroz e Feijão, p. 407-441, 2003.
- KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. & STONE, L. F. **Integração Lavoura – Pecuária alternativa de recuperação e formação de pastagens**. <http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos>, 2003. Acessado 23/04/2007.
- KONZEN, E.A.; ALVARENGA, R.C. **Fertilidade de solos adubação orgânica**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, ISSN 1679-012 Versão Eletrônica - 2ª Edição, 2006.
- LARSON, W.E. & PIRCE, F.J. **The dynamics of soil quality as measure of sustainable management**. In: DORAN, J.W. et al. (Eds). Defining soil quality for sustainable environment. Madison, American Society of Agronomy, p.37–51, 1994.
- LEITE, G.H.M.N.; ELTZ, F.L.F.; AMADO, T.J.C. et al. Atributos químicos e perfil de enraizamento de milho influenciados pela calagem em semeadura direta. **Revista Brasileira Ciência do Solo**. Viçosa (MG). V.30, N.4, p.685-693, 2006.
- LOPES A. S.; GUILHERME L. R.G.; SILVA C. A. et al. Sistema Plantio Direto: Bases para o manejo da fertilidade. **ANDA**-Associação Nacional para Difusão de Adubos, São Paulo, 110 p., 2004.
- LOPES, A.S. & GUIDOLIN, J.A. Interpretação de análise de solo; conceitos e aplicações. **ANDA**. São Paulo, 1987. 64p.
- LOPES, A. S. Manual da fertilidade. **ANDA/POTAFOS**, São Paulo. 155 p., 1989.
- MACEDO, M.C. M.; EUCLIDES, V.P. B.; OLIVEIRA, M.P. Desempenho animal em pastagens de gramíneas recuperadas com diferentes níveis de fertilização. **Anais da XXXIV Reunião da SBZ - Juiz de Fora – MG**, 1997.
- MACEDO, M.C.M. Pastagens nos ecossistemas cerrados: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS, 1995. Brasília, 1995. **Anais...** Brasília: SBZ, p. 28-62, 1995.
- MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H. Sistema pasto-lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária. In SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS DE PASTAGENS, 2, 1993, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, UNESP, p.216-245, 1993.

- MACEDO, M.C.M. Degradação de pastagens; conceitos e métodos de recuperação In: “Sustentabilidade da pecuária de leite no Brasil”. *Anais...*, Juiz de Fora. 1999. P.137-150.
- MACHADO, L.A.Z. **Manejo de pastagens em sistemas integrados agricultura – pecuária**. Direto no cerrado, 2001.
- MAIA, E.C.; CANTARUTTI, R.B. Acumulação de nitrogênio e carbono no solo pela adubação orgânica e mineral contínua na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.1, p.39-44, 2004.
- MALAVOLTA E. Nutri-Fatos Informação agrônômica sobre nutrientes para as culturas. In: **Potafos**, Piracicaba, p.1-12, 1986.
- MALAVOLTA E.; ROMERO J.P. Manual de adubação. **ANDA**-Associação Nacional para Difusão de Adubos, São Paulo – 338 p., 1975.
- MARTINS, O. C.; LIMA, R. O.; VIVIANI, C.A. et al. Manejo da adubação da soja em solos de cerrado – Uso de sistema para a obtenção de altas produtividades. In: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A. A.; AGNES, E. L. **Integração Agricultura – Pecuária**, Viçosa, MG, 492 p., 2004.
- MARTINS, O.C. Causas da degradação de pastagens e rentabilidade das pastagens corretamente adubadas. In: Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas, Uberaba. **Anais. ABCZ**, 1996.
- MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Características Morfogênicas e Estruturais do Capim-Xaraés Submetido à Adubação Nitrogenada e Desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1475-1482, 2005.
- MELLO L.M.; YANO, E. H.; NARISMATSU K.C.P., et al. Integração Agricultura Pecuária em Plantio Direto: Produção de Forragem e Resíduo de Palha após Pastejo. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.24, n.1, p.121-129, 2004.
- NASCIMENTO JÚNIOR, D.; BRANCO, R.H. **Degradação de pastagens.diminuição da produtividade com o tempo.conceito de sustentabilidade**. Viçosa - MG, 2000.
- OLIVEIRA, R. L.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; DIOGO, J. M. S. **Manejo de Pastagens**. UFV – Viçosa - MG, p.1 -33. 1999.
- OLIVEIRA et al. In: LOPES, B. A. **Aspectos importantes da fisiologia vegetal para o manejo**. Viçosa - MG, 2003.
- OLIVEIRA, J.B. Atividade da fração argila **Pedologia aplicada**. 2 ed.- Piracicaba, SP. FEALQ, 2005.
- PEGARARO R.F.; SILVA I, R.; NOVAIS R. F. Fluxo difuso e biodisponibilidade de zinco, cobre, ferro e manganês no solo: Influência da calagem, textura do solo e resíduos vegetais. **Revista Brasileira Ciência do Solo**. Viçosa (MG) V.30, N.5, p.859-868, 2006.
- ROMANO, P.A. Meio ambiente e inclusão social: a contribuição da integração lavoura/pecuária com plantio direto na região dos cerrados. **3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação**, p.1-20, 2005.

- ROSOLEM, C. A.; GARCIA, R.A.; FALONI, J.S. S. et al. Lixiviação de potássio no solo de acordo com suas doses aplicadas sobre a palhada de milho. **Revista Brasileira Ciência do Solo**. Viçosa (MG) V.30, N.5, p.813 - 819 2006. '
- SANTOS, B. F. A importância da integração da lavoura em SPD com a pecuária para a conservação do solo produtivo. Instituto agrônomo - Centro de Engenharia e Automação, **Informe Técnico** - Campinas, SP, 2004.
- SANZONOWICZ, C. Recomendação e prática de adubação e calagem na região do cerrado. In: **Pastagem**. 1986, p.702.
- SHIGAKI, F.; SHARPLEY, A. & PROCHNOW, L.J. **Animal based agriculture, phosphorus management and water quality in Brazil: Options for the future**. *Sci, Agricola*, 63 (2): 194-209, 2006.
- SOUSA, D. M.; CARVALHO, L.J.C.; MIRANDA, L.N. Correção da acidez do solo. In: GOEDERT, W.J. ed. **Solos do cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. São Paulo, Embrapa - CPAC, p.99-127, 1986.
- SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Correção do solo e adubação**. Embrapa Cerrados, 2ª ed. Brasília – D.F., 412 p., 2004.
- TRECENTI, R. **Integração lavoura – pecuária**, 2006 <http://www.lavourapecuaria.com.br>. Acessado 10/04/2007.
- TRECENTI, R. Técnicas de consórcio ajudam na formação de palha para o plantio direto **Revista Plantio Direto**, ed.86, Passo Fundo, 2005. <http://www.plantiodireto.com.br>. Acessado 20/04/2007.
- VILELA, H. **Integração Lavoura - Pecuária - Alternativas de recuperação e formação de pastagem**. <http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos>. 2004, acessado 23/03/2007.
- VILELA, L.; SOARES, W.V.; SOUSA, D.M.G. Calagem e adubação para pastagens na região do cerrado. Embrapa Cerrado, 15p. **Circular Técnico**, 2000.
- VILELA, H. Potencialidade dos cerrados para engorda. **Revista dos Criadores**. São Paulo, v.50, n.630, p.26-27, 1981.
- VALLE, F. R.; GUILHERME, L. R.G. ; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo**. Dinâmica e disponibilidade dos nutrientes de plantas, 171 p.1995.
- YDOYAGA, D. F.; LIRA, M.de A.; SANTOS, M. V. F. et al. Métodos de recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens* no agreste Pernambucano. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.3, p.699-705, 2006.
- ZAMBOLIM, L.; SILVA, A. A.; AGNES, E. L. **Integração Agricultura-Pecuária**. Suprema Gráfica Editora LTDA. Viçosa: UFV, p. 375, 2004.
- ZANINE A. M.; SANTOS E. M.; JESUS D., et al. **Potencialidade da integração lavoura-pecuária: relação planta animal** Vol. VII, Nº. 01, 2006 <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106>. Acessado 05/05/2007
- ZIMMER, A.H. Impactos ambientais da produção animal em pastagens. **Ciclo de Palestras de Zootecnia “Produção Animal,”** p.42-86, 1999.