

SISTEMAS DE MANEJO DE PASTAGENS NO BRASIL: ANÁLISE CRÍTICA

Eduardo de Sá Mendonça
Paulo Roberto da Rocha Junior
Felipe Vaz Andrade
Guilherme Kangussú Donagemma

1. INTRODUÇÃO

O processo de degradação de pastagens é um fenômeno complexo que envolve causa e efeito, no qual acarreta a gradativa diminuição da capacidade produtiva da pastagem, culminando com sua degradação. Segundo Dias-Filho (2011), as principais causas de degradação de pastagens em regiões tropicais e subtropicais estão relacionadas a fatores bióticos, fatores abióticos, práticas inadequadas de manejo de pastagem, e, sobretudo a falhas no estabelecimento da pastagem.

É sabido que grande parte das áreas de agricultura e pecuária brasileira foram formadas após a derrubada da mata natural. Nesse sentido, as gramíneas se estabeleceram a partir da fertilidade natural dos solos recém-convertidos (BODDEY et al., 2004; PEREIRA et al., 2008).

Em geral, a sucessão foi realizada com o emprego do fogo como alternativa de limpeza, e ao longo dos anos, esta prática foi, frequentemente, utilizada para reforma das pastagens (SANTANA et al., 2011; COMTE et al., 2012).

Posteriormente, com o advento das práticas da revolução verde, a reforma das áreas de pastagens já estabelecidas em grande parte passou a ser realizadas com o preparo convencional do solo adotando-se a prática de aração e gradagem.

No entanto, a utilização da queima e o preparo excessivo do solo associado às elevadas taxas de lotação empregadas ao longo dos anos, acarretou declínio dos teores de nutrientes nos solos sob pastagens influenciados pelos processos erosivos. Estes aspectos ocasionaram redução da capacidade produtiva,

acarretando a formação de extensas áreas de pastagens degradadas (PERON & EVANGELISTA, 2004; DIAS-FILHO, 2012).

Recentemente tem-se recomendado o manejo racional do solo com adoção de práticas conservacionistas, como por exemplo, a adoção de preparo mínimo do solo, o plantio em nível, o plantio em contorno, e, sobretudo a diversificação da pecuária por meio da integração de agricultura, pecuária e floresta (ILPF) (LEITE et al., 2009).

Ressalta-se que a adoção destas práticas, aliadas ao controle da intensidade de pastejo e a reposição de nutrientes via correção e adubação do solo, tem grande potencial de recuperar as áreas de pastagens degradadas, assim como, promover a diversificação de produção (MACEDO, 2009).

Neste sentido, torna-se imprescindível estudar os principais manejos de renovação, recuperação ou manutenção de pastagens adotados no Brasil. O objetivo desta revisão é levantar os principais aspectos inerentes aos manejos de reforma ou recuperação de pastagens mais utilizadas no Brasil, fundamentado em recentes pesquisas, assim como levantar algumas perspectivas de trabalhos futuros de pesquisa.

2. DISCUSSÃO

2.1. Manejo de pastagem com fogo

A utilização do fogo é uma das maneiras mais fáceis e econômicas de manejar o solo, por isso, esta prática antiga, é ainda uma das mais utilizadas para a limpeza dos agroecossistemas. O manejo do fogo é amplamente utilizado nos trópicos, nos moldes de agricultura familiar denominada “*slash-and-burn*” (ou corte e queima) (COMTE et al., 2012).

Na agropecuária esta prática também é largamente utilizada, sendo verificada em várias regiões do Brasil e do mundo (SILVÉRIO et al., 2013; BUSTAMANTE et al., 2012; BEYER et al., 2011; TEAGUE et al., 2010). De maneira geral, o manejo do pasto com fogo no Brasil é utilizado em sistemas extensivos, em pequenas e grandes propriedades. Em áreas de conversão mata/pastagem este manejo tem como finalidade principalmente a eliminação de

restos de resíduos vegetais (tocos e troncos) provenientes da vegetação primária (BUSTAMANTE et al., 2012).

Outra finalidade da utilização do fogo é aumentar a disponibilidade inicial de nutrientes seja por meio da oxidação da matéria orgânica do solo, pela queima dos resíduos orgânicos, ou pela liberação de nutrientes da biomassa vegetal de plantas espontâneas. As cinzas provenientes da queima depositadas na superfície do solo podem elevar inicialmente os cátions de caráter básico (Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+) e, dessa maneira, elevar o pH do solo reduzindo o Al trocável no complexo de troca (KNICKER, 2007; PIVELLO et al., 2010).

Em áreas de pastagens estabelecidas, o manejo de renovação com fogo tem como intuito eliminar as partes mais lignificadas do capim que não foram consumidas pelo gado e estimular seu rebrote (KASCHUK et al., 2012). A queima do pasto melhora inicialmente a palatabilidade da forragem aumentando a proteína bruta e elevando os teores nutricionais foliares (MBATHA & WARD, 2010). Além disso, promove a eliminação das plantas indesejáveis, e controla a cigarrinha da pastagem, praga muito comum em forrageiras (DIAS-FILHO, 2011).

No que se refere à biota do solo, Fontúrbe et al. (2012) em estudo desenvolvido na Espanha, concluíram que a diversidade microbiana pode ser aumentada pelo efeito do fogo, atribuindo em parte este resultado a baixa temperatura que o solo alcançou durante a queima no experimento e a umidade do solo que inicialmente era em torno de 55%. Por outro lado, de acordo com Rousseau et al. (2010) a queima das pastagens nos moldes tradicional (corte da vegetação e queima) reduz a abundância dos grupos da macrofauna do solo, e, conseqüentemente, diminui os benefícios funcionais associados a esses organismos. Isso porque, nestas áreas podem conter muitos resíduos de tamanho mais grosseiros, fazendo com que o fogo seja prolongado.

A temperatura também pode exercer grande influência sobre a retenção de água no solo. Comte et al. (2012) em estudo na Amazônia demonstraram que áreas com manejo tradicional de corte-e-queima (“*slash-and-burn*”) e posterior estabelecimento da pastagem, quando comparado ao manejo alternativo de corte e plantio de pasto (“*chop-and-mulch*”), concluíram que o primeiro (“*slash-and-burn*”), apresentou menor capacidade de retenção de água na camada

superficial (Tabela 1). Atribui-se este resultado a maior cobertura orgânica do solo promovida pelo manejo “*chop-and-mulch*”, que promove a melhoria da estabilidade estrutural do solo, aumenta a porosidade, favorecendo a infiltração de água e conseqüentemente sua retenção. Outra explicação para este fenômeno é a repelência da água induzida pelo aumento da temperatura do fogo, que promove alterações químicas na matéria orgânica do solo. Durante a queima materiais orgânicos repelentes são vaporizados, indo para as camadas mais profundas do horizonte superficial do solo, e com a diminuição da temperatura condensam formando uma película repelente em volta dos colóides do solo dificultando a infiltração de água no solo (DeBANO et al., 2000).

Tabela 1. Água disponível e densidade do solo para diferentes manejos de pastagem e floresta

Usos do solo	AD ¹	Ds ²
	(%)	(g cm ⁻³)
	0-5 cm (n = 21)	
⁴ <i>Chop-and-mulch</i> + Pastagem	40,63 a (4,63) ³	1,29 a (0,09)
⁴ <i>Slash-and-burn</i> + Pas- tagem	36,60 b (2,77)	1,33 a (0,10)
Floresta	37,06 b (5,06)	1,21 b (0,09)

Médias seguidas da mesma letra entre os usos representam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p < 0.05$). ¹Água disponível; ²Densidade do solo; ³Desvio padrão médio; ⁴Pastagem com 12 anos de plantio. Fonte: Adptado de Comte et al. (2012).

No entanto, outros estudos demonstram efeitos positivos em relação à queima e as modificações da matéria orgânica do solo (SANTANA et al., 2011; SANTANA et al., 2013). Potes et al. (2010) encontraram nos Neossolos Litólicos dos Campos de Cima da Serra, no RS, teores de C do solo em níveis mais elevados, em área de pastagem queimada anualmente em comparação a área de pastagem sem queima por 22 anos. Nesse trabalho, a queima do pasto conduziu a formação de matéria orgânica com maior proporção de estruturas quimicamente mais lábeis. Ressalta-se que a queima realizada na pastagem foi um fogo rápido com a temperatura do solo em torno de 10 °C. Ainda relacionado ao C do solo em áreas

de pastagens anualmente submetidas ao fogo, Potes et al. (2012) observaram que, desde que a pastagem seja mantida sob baixa intensidade de pastejo, esse manejo pode levar a grandes estoques de C na camada superficial. No que se relaciona a matéria orgânica do solo os resultados ainda são muito controversos. Por exemplo, em trabalho desenvolvido por Santín et al. (2008), na região do Mediterrâneo, estes autores encontraram em solos sob floresta submetidos periodicamente ao fogo ocorrência tanto de elevação como diminuição do teor de C do solo. Paré et al. (2011), em florestas boreais de Quebec Canadá, verificaram que as áreas submetidas a queima levou a redução do horizonte orgânico e consequentemente nos estoques de C do solo (Figura 1).

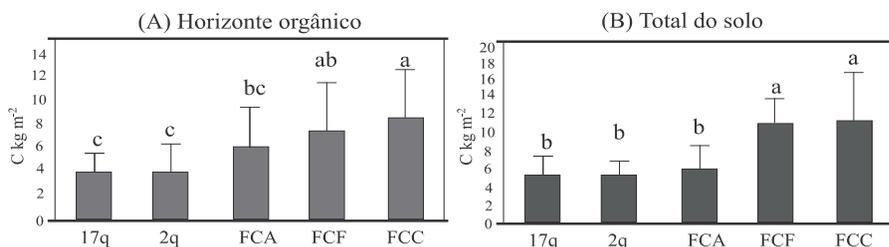


Fig. 1. Estoque de carbono em horizonte orgânico (A) e estoque de carbono total (B), na camada 0-20 cm, em florestas Boreais de Quebec – Canadá. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ($p > 0,005$). 17q-Floresta conífera 17 anos queimada; 2q-Floresta conífera 2 anos queimada; FCA-Floresta conífera aberta; FCF-Floresta conífera fechada; FCC-Floresta conífera decídua. Fonte: adaptado de Paré et al. (2011).

Knicker (2007) demonstrou que o efeito do fogo pode levar a esterilização temporária do solo, promovendo o retardamento da degradação da serrapilheira re-depositada após a rebrotação da vegetação queimada, promovendo maior taxa de acumulação de matéria orgânica elevando os teores de C do solo.

Nos países de clima tropical a queima da vegetação tem sido apontada como uma das principais ameaças para o meio ambiente. Causando alterações ecológicas, econômicas e sociais. No Brasil sabe-se que a queima das pastagens é uma das principais práticas responsáveis pela elevação da emissão de CO₂ e dos gases causadores de efeito estufa (BUSTAMANTE et al., 2012).

Esta emissão é mediada pela menor eficiência metabólica da biota do solo em áreas de pastagens periodicamente queimadas. É conveniente argumentar que dependendo da intensidade do fogo pode levar a perturbação da biomassa microbiana do solo (KASCHUK et al. 2012).

Embora a ocorrência de alterações em comunidades microbianas mediadas pela prática do fogo ainda seja controverso, sabe-se que o fogo eleva o coeficiente metabólico ($q\text{ CO}_2$) e aumenta a emissão de CO_2 em áreas de campo nativo não queimado comparado ao campo nativo queimado (BARRETA et al., 2005; FONTÚRBEL et al., 2012). Outro aspecto relacionado ao manejo de áreas agrícolas com o fogo é a diminuição gradual da disponibilidade de nutrientes do solo como NH_4 , NO_3 , Ca, Mg, K e P comparados a áreas sem o fogo (COMTE et al., 2012). Além disso, o fogo em áreas de pastagens diminui a cobertura vegetal levando a um aumento da exposição do solo, elevando a temperatura do solo, bem como alterando o ciclo hidrológico (JUNK & CUNHA, 2012). A queimada pode promover ainda o aumento da compactação do solo e conduzir as perdas de nutrientes via escoamento superficial, volatilização e lixiviação (TEAGUE et al., 2010).

Tabela 2. Valores aproximados de $q\text{CO}_2$ e respiração basal microbiana, em quatro tratamentos de manejo de solo na região de Lages (SC)

Usos do solo	$q\text{CO}_2$	Respiração basal microbiana
	$\text{g C-CO}_2 \text{ gCBM}^{-1} \text{ h}^{-1}$	$\text{mg C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ solo dia}^{-1}$
	0-5 cm ($n = 6$)	
Mata	6,0 c	27,5 a
CNQ ¹	9,0 b	15,5 b
CN ²	5,5 c	8,0 c

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si teste de Duncan ($p > 0,005$). ¹CNQ: campo nativo submetido à queima; ²CN: campo nativo; MATA: mata natural com predominância de *Araucaria angustifolia*. Fonte: Adaptado de Barreta et al. (2005).

Junk & Cunha (2012), demonstraram que a utilização frequente da queimada eleva a carga de sedimentos depositados nos cursos d'água. Isso porque a eliminação da cobertura vegetal é rápida e a recuperação da vegetação muitas vezes é lenta. Thomaz (2013), em experimento conduzido em Guarapuava no

Paraná avaliando o escoamento superficial e a perda de solo em um ciclo de regeneração por 5 anos, concluiu que a prática da queima é mais prejudicial no primeiro ano onde foi observado 55,6% do solo total perdido. Palácios et al. (2012), em estudo desenvolvido na Caatinga, demonstraram que o manejo do solo com a retirada da vegetação natural sucedido por queima para o estabelecimento de pastagem eleva as perdas de solo.

Shakesby et al. (2013) em trabalho desenvolvido em Portugal indicaram que o fogo causou aumentos acentuados nos processos erosivos em comparação com o terreno não queimado. Alteração das condições físico-químicas do solo submetidos a queima de pastagens foi verificado por Santana et al. (2011). Esses autores observaram que o manejo de queima da pastagem por mais de 100 anos favorece a maior incidência de ácidos fúlvicos no solo, ao passo que pastagens sob manejo de adubação e calagem estimularam a formação de ácidos húmicos, mostrando que ocorre maior estabilização do C em ambientes onde a queima não é prática frequente. Ademais, a queima pode também influenciar a redistribuição dos compartimentos orgânicos do solo, sobretudo em profundidade (POTES et al., 2012).

Embora estudos relacionados ao manejo do fogo em áreas de pastagens venham sendo desenvolvidos, ainda são necessários estudos com a finalidade de entender melhor o fenômeno de sequestro de C e emissão de CO₂, assim como a caracterização de sedimentos perdidos em áreas de pastagens submetidas a essa prática.

2.2. Preparo do solo em reforma ou estabelecimento de pastagem

Os impactos gerados pelo preparo do solo (“*no-tillage*” ou “*conventional tillage*”) com intuito de manejar as áreas agrícolas é amplamente conhecido no Brasil e no mundo (DeLAUNE & SIJ, 2012; NASCENTE & CRUSCIOL, 2012; JEMAI et al., 2013).

Sabe-se que as operações relacionadas ao preparo mínimo do solo apresenta como vantagens a redução das perdas de solo provenientes da erosão hídrica, assim como a melhoria da qualidade física, química e biológica do solo (BERTOL et al., 2007; BRAMORSKI et al., 2012; CHAPLOT et al., 2012; KASCHUK

et al. 2012).

O preparo convencional na camada superficial do solo (denominada camada arável) promove momentaneamente o aumento da rugosidade e tortuosidade do solo, eleva a porosidade total do solo, reduz à resistência do solo a penetração de raízes e aumenta a infiltração de água (BOLUAL et al., 2011; BRAMORSKI et al., 2012). Por outro lado, com o advento das chuvas rapidamente estas características do solo arado/gradeado podem ser alteradas, podendo levar a maiores perdas de água e de solo já nos primeiros eventos de chuva (ÁLVAREZ-MOZOS et al., 2012; BRAMORSKI et al., 2012).

Atualmente a aração e gradagem são os procedimentos mais comuns para a reforma ou estabelecimento de pastagens do Brasil. Este manejo visa eliminar pelo menos momentaneamente as plantas espontâneas, além disso, reduz a compactação superficial e aumenta a infiltração de água no perfil do solo (DIAS-FILHO, 2011).

A adoção de práticas de preparo mínimo comparado ao preparo convencional é uma excelente opção para a reforma e estabelecimento das pastagens uma vez que este procedimento reduz drasticamente as perdas de solo além de promover maior índice de cobertura (Tabela 3) (SANTOS et al., 1998). No entanto, a utilização do preparo mínimo ainda é pouco explorada, isso porque a transição do preparo convencional para o plantio direto nem sempre é uma tarefa fácil (GARCIA-PRÉCHAC et al., 2004).

Tabela 3. Índice de cobertura e perdas de solo por erosão, sob chuva natural, em diferentes tratamentos de pastagem

Tratamento	Índice de cobertura %	Perdas de solo (t ha⁻¹ ano)
Solo descoberto	0	151,2
Pastagem plantada em covas + escarificação	2,62	17,3
Pastagem plantada em covas	2,5	22,9
Pastagem escarificada	3,93	4,3

Fonte: Adpatado de Santos et al. (1998).

Apesar disso, o preparo mínimo é apontado como uma das alternativas mais promissoras para reverter o processo de degradação de pastagens no Brasil

(MACEDO, 2009). Estima-se que a adoção desta prática em áreas cultivadas no Brasil tenha atingido 31 milhões de hectares em 2010 (NOGUEIRA, 2011).

Na agricultura, os efeitos do plantio direto são bem conhecidos. O trabalho de Chaplot et al. (2012) demonstrou que o plantio direto em áreas de milho promoveu incremento de 34 % nos estoques de C na camada superficial (0-2 cm) e que os sedimentos erodidos emitiram menos CO₂, em comparação ao preparo convencional.

Mchunu et al. (2011) demonstraram, em estudo desenvolvido na África do Sul, que o plantio direto permanece benéfico, mesmo quando os resíduos vegetais não cobrem totalmente o solo, podendo reduzir as perdas de solo em 68%, e de C orgânico em 52 %, quando comparados às áreas sob cultivo convencional. Plaza-Bonilla et al. (2013) demonstraram que o plantio direto apresenta resultados satisfatórios, porém requer um tempo mais longo para que os efeitos desta prática sejam verificados. Por exemplo, estes autores verificaram a máxima taxa de enriquecimento com C nas classes de macro e micro agregados do solo após 11 anos da sua adoção.

Leite et al. (2009) trabalhando com a cultura do algodão em Campo-Verde-MT demonstraram que a diminuição no revolvimento por meio da escarificação do solo proporcionou menores perdas de sedimento, nutrientes e C orgânico, destacando o cultivo mínimo como o mais eficiente em controlar os processos erosivos.

Em trabalhos desenvolvidos no Uruguai, Ernst & Siri-Prieto (2009) demonstraram que uma das formas de diversificar o plantio direto e melhorar a qualidade dos resíduos e do C aportados ao solo é estabelecer a integração lavoura - pastagem.

Marchão et al. (2009), estudando os efeitos dos diferentes sistemas de manejo e preparo do solo e seus impactos sobre a fauna do solo, concluíram que os sistemas de plantio direto na fase lavoura, especialmente com a rotação gramíneas/leguminosas (13 anos de implantação, com rotação a cada 4 anos), tiveram as melhores condições para o desenvolvimento das espécies de “engenheiros do ecossistema” (minhocas, por exemplo) em comparação às pastagens (13 anos de implantação) e às culturas contínuas (13 anos de implantação).

Garcia-Préchac et al. (2004) estudando os efeitos do preparo do solo sob as

perdas de solo em diferentes manejos verificaram que aqueles com a utilização de pastagens, em geral as perdas de solo foram reduzidas, demonstrando que as áreas de pastagens estabelecidas sob o manejo convencional foi uma das grandes responsáveis por aumentar as perdas de solo, observando também redução dos teores de C do solo (Figura 3). Destaca-se que a literatura mostra que o manejo extensivo das pastagens são as principais causas da degradação das propriedades do solo, promovendo intensa movimentação de terra mediada pela perda de sedimentos (THOMAZ & LUIZ, 2012). Neste sentido buscar práticas de manejo do solo com intuito de reverter estes processos torna-se imprescindível.

A escarificação pode ser importante operação de manejo do solo para a reforma de pastagens, pois permite aumentar a rugosidade superficial do solo, diminuindo o transporte de sedimentos e conseqüentemente à erosão (ENGEL et al., 2009). Ressalta-se que o menor transporte de partículas de solo nos solos escarificados está relacionado aos obstáculos formados no percurso da enxurrada, uma vez que o sulcamento promove revolvimento parcial do solo, levando a alterações no microrelevo, e a redução do escoamento superficial (BERTOL et al., 2010).

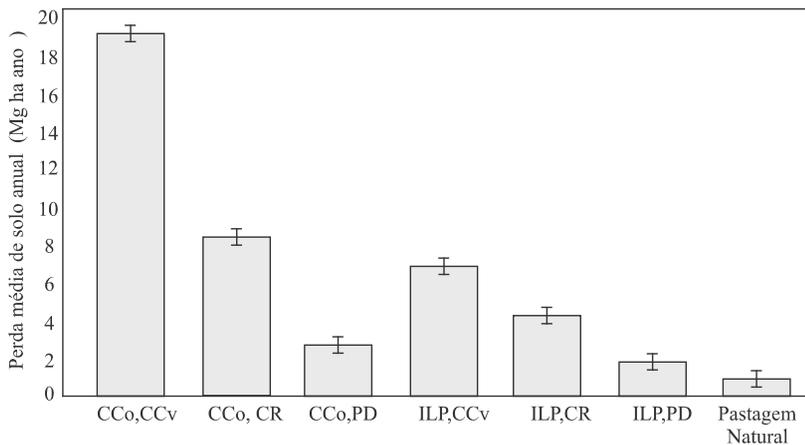


Figura 3. Erosão do solo em contrastes com as sucessões e intensidades de cultivo. CCo: Cultivo contínuo; CCv: Cultivo convencional; CR: Cultivo reduzido; PD: Plantio direto; ILP: Integração lavoura Pecuária; e Pastagem natural. Fonte: Adptado de Garcia-Préçac et al. (2004).

Embora os efeitos positivos do sulcamento (do tipo escarificação) em contorno em relação à redução do escoamento superficial sejam evidentes, é necessária a adoção de práticas que levem a rápida cobertura do solo. Tal aspecto foi demonstrado por Bertol et al. (2013) que concluíram que a adoção da prática de adubação da cultura é tão importante quanto o mínimo revolvimento do solo, isso porque permite o desenvolvimento mais rápido da vegetação promovendo a cobertura do solo.

Carvalho et al. (2012) demonstraram que a utilização de sulcos em nível realizados por intermédio de escarificador em áreas de pastagens foi prática importante na redução de perda de água em relação ao solo exposto, demonstrando que a eficiência em captação de água pode ser aumentada quando se utiliza pastagens com terraços em nível (Tabela 4).

Tabela 4. Efeito das estruturas de contenção na reação de coberturas do solo. Médias referentes à perda de água (m⁻³)

Estruturas	Coberturas		Médias das estruturas
	Capim	Solo Nu	
Terraço	2,189	4,036	2,761 a
Sulco	3,136	3,451	3,451 b
Rampa	3,708	5,54	4,3186
Medias das coberturas	3,011 a	4,651 b	

As médias de coberturas e médias de estruturas com a mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Bagatini et al. (2011) evidenciaram que a mudança no tipo de uso da terra, plantio direto ou escarificação, excluída a condição sem adubação, não ocasionou perdas relevantes de solo e água por erosão hídrica. Os autores atribuíram este resultado a mobilização do solo pela escarificação, que na maioria dos casos favoreceu a infiltração e a retenção superficial da água da chuva e, em decorrência, reduziu a enxurrada, ao mesmo tempo em que satisfatoriamente controlou a erosão.

É notório que o estabelecimento das operações relacionadas ao preparo mínimo do solo (plantio direto, escarificação e sulcamento) nas áreas de pastagens, principalmente quando associados a outras práticas de manejo pode levar a

melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (MACEDO, 2009). Ficando claro que as operações de preparo do solo acompanhando as curvas de nível e o preparo mínimo do solo são práticas indispensáveis para o controle da erosão no solo, contudo, nem sempre estas práticas são adotadas.

2.3. Pastagem adubada

No Brasil grande parte das áreas de pastagens foi estabelecida após a derrubada das áreas de mata. Nesse sentido as gramíneas se estabeleceram a partir da fertilidade natural destes solos recém-convertidos, aproveitando os nutrientes provenientes da matéria orgânica e das cinzas resultantes da queima nas áreas de conversão.

No entanto ao longo dos anos, em detrimento da falta de adubação de manutenção e das elevadas taxas de lotação empregadas, ocorreu o declínio dos teores de nutrientes nestes solos, e a redução da capacidade produtiva (BODDEY et al., 2004; PEREIRA et al., 2008).

Em solos tropicais a perenidade produtiva das pastagens esta ligada ao manejo do solo, sobretudo, ao manejo de sua fertilidade. Isso está relacionado, em grande parte, ao estágio avançado de intemperismo dos solos os quais são desenvolvidos a pecuária brasileira. Esses solos apresentam baixa fertilidade e elevada acidez devido à presença de alumínio trocável (Al^{3+}), associada à baixa disponibilidade de fósforo (ABREU Jr. et al., 2003; VENDRAME et al., 2010). Nesse sentido, o processo de formação ou de manutenção das pastagens precisa ser pautado em práticas que visem à ciclagem de nutrientes, potencializando a atividade biológica, com a minimização das perdas e que priorizem a adubação, assim como, a elevação dos teores de matéria orgânica do solo (DIAS-FILHO, 2011). Nem sempre estes aspectos são levados em consideração, o que ocorre geralmente é o manejo de reforma de pastagem com a queima intencional, que rapidamente disponibiliza nutriente, tornando passíveis de serem perdidos por volatilização (e.g. fósforo e nitrogênio), ou por lixiviação (e.g. no caso do nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio) (GIARDINA et al., 2000; DIAS-FILHO, 2011).

O pastejo pode influenciar a ciclagem de nutrientes e reduzir os teores de

nutrientes no solo. Ressalta-se que parte da forragem consumida pelo gado é re-depositada ao solo de modo concentrado, por meio das fezes e urina, entretanto nem sempre esta distribuição ocorre de forma uniforme (DIAS-FILHO, 2011). O que se observa de maneira em geral é que a deposição ocorre próximo as áreas de descanso, onde grande parte pode ser perdida por lixiviação. Este aspecto foi observado por Kayser et al. (2007) em estudo desenvolvido na Alemanha, onde observaram que até 25 % do potássio que é depositado pela urina pode ser lixiviado.

Já Di & Cameron (2004) com estudo de mesmo enfoque de Kayser et al. (2007) demonstraram na Nova Zelândia que as perdas de Ca e Mg por lixiviação da urina são da ordem de 213 kg ha⁻¹ e 17 kg ha⁻¹, respectivamente.

Cabral et al. (2012) mostrou que grande parte das perdas de nutrientes está ligada a compactação do solo. De acordo com estes autores o aumento da densidade solo leva a menor absorção pela planta de nutrientes como N, P e K. A compactação favorece as perdas do solo por escoamento superficial em áreas de pastagens. Devido à redução da produção de matéria seca da pastagem, culminando na redução da cobertura do solo e consequente aumento do processo erosivo.

Embora sejam diversas as formas de manejo inadequados capazes de interferir na ciclagem de nutrientes e acarretar degradação da pastagem, o manejo adequado da fertilidade pode levar ao aumento da produção da pastagem, e reduzir a exposição do solo diminuindo os riscos de perda por erosão (PERON & EVANGELISTA, 2004). Townsend et al. (2010) verificaram que a correção da acidez do solo elevando a saturação por bases para 40 % e a adubação do solo com 100 kg ha⁻¹ de N, 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ de K₂O, pelo menos a cada dois anos promoveram incrementos no acúmulo forragem, na cobertura de solo e na altura de planta da gramínea, reduzindo a participação de plantas invasoras em pastagem degradada de *U. brizantha* cv. Marandú.

Por sua vez Noronha et al. (2010), em estudo desenvolvido em Rondônia, verificaram em diferentes formas de manejo para a recuperação de pastagens de *U. brizantha*, que a adubação fosfatada (75,5 kg ha⁻¹), associada à sua reforma com plantio direto do arroz ou da soja, proporcionaram incremento na matéria seca, obtendo produtividade em valores acumulados de até 30.025 kg ha⁻¹.

Ieiri et al. (2010) demonstraram durante o processo de recuperação de uma pastagem degradada de *Urochloa decumbens* que diferentes fontes de fósforo (termofosfato, hiperfosfato e super triplo) levaram a incrementos crescentes na produção de matéria seca, não encontrando efeito significativo quando avaliado as formas de aplicação de fosforo.

Ressalta-se que o fósforo no que tange o estabelecimento de pastagens é considerado um dos principais nutrientes. Ele desempenha importante papel no perfilhamento e produção de matéria seca inicial das gramíneas, podendo a sua deficiência limitar a capacidade produtiva das pastagens (LOPES et al., 2011).

Se por um lado o fósforo tem papel fundamental no estabelecimento e sustentabilidade das pastagens (IEIRI et al., 2010; NORONHA et al., 2010), o nitrogênio tem importância na manutenção da produção da pastagem. De maneira em geral verifica-se que o suprimento de nitrogênio no solo normalmente não atende à demanda das gramíneas, porém, quando a adubação nitrogenada é realizada, são observadas grandes alterações nas taxas de acúmulo de matéria seca, nos teores de proteína bruta das gramíneas. Dupas et al. (2010) verificou em pastagens de *U. brizantha* que a dose ótima para o N independente da época do ano foi de 170 kg ha⁻¹.

Alguns pesquisadores estudaram a combinação da adubação de fósforo associado com o nitrogênio, sendo constatado efeito nesta interação. A exemplo do trabalho desenvolvido por Patês et al. (2007), que verificaram em *Panicum maximum* o aumento no número de perfilhos, e número total de folhas nas diferentes doses de fósforo (50, 100 e 150 kg ha⁻¹) associado a aplicação de nitrogênio (100 kg ha⁻¹).

Entretanto, são encontrados resultados contraditórios na literatura. Andrade et al. (2010) não encontraram nenhum tipo de interação entre nitrogênio, fosforo e potássio. Estes autores concluíram que há aumento na produção de matéria seca de pastagens de *U. brizantha* com a aplicação de nitrogênio (100 kg ha⁻¹), independente dos demais nutrientes. Rodrigues et al. (2008) verificaram efeitos significativos nas doses de nitrogênio (75, 150 e 225 mg dm⁻³) e potássio (50 e 100 mg dm⁻³), em todos os cortes e doses de nitrogênio, ao passo que o potássio influenciou essas variáveis apenas no segundo corte quando avaliada a produção de massa seca das folhas e massa seca e total em *U. brizantha* cv. Xaraés.

De acordo com Cabral et al. (2012) a adubação nitrogenada influencia positivamente todas as características relacionadas ao crescimento da pastagem, sendo observado sobretudo no período chuvoso. Para Andrade et al. (2009) a adubação da pastagem além de elevar a produção de matéria seca desempenha importante papel em relação a cobertura do solo, assim como na redução de plantas espontâneas indesejáveis (Figura 4).

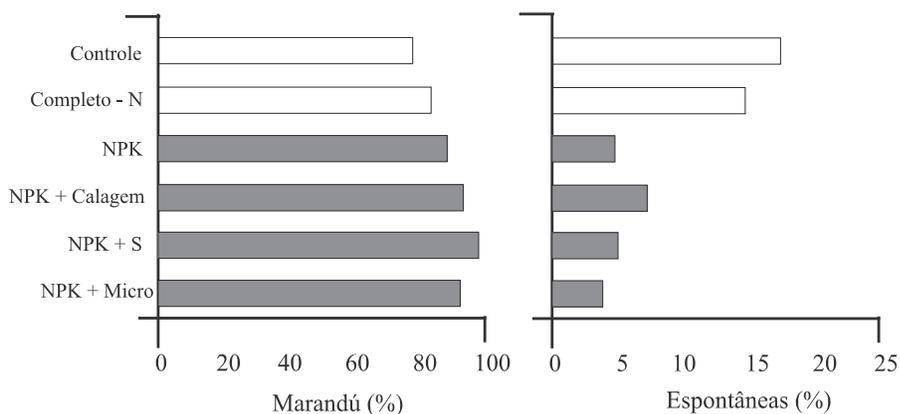


Figura 4. Efeito das diferentes adubações na taxa de cobertura do solo por Capim Marandú e plantas espontâneas após 35 dias de repouso. Barras seguidas da mesma cor não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p > 0,05$). Fonte: Adaptado de Cabral et al. (2012).

Os benefícios do melhoramento da fertilidade dos solos sob pastagens não se relacionam apenas ao aumento da produtividade da forrageira e qualidade de alimento disponível, estão associados, também, ao aumento dos estoques de C no solo (SANTANA et al., 2011). Embora esta relação nem sempre seja direta (adubação de pastagem vs sequestro de C), na maioria dos casos constata-se efeito positivo. Santana et al. (2011) indicaram em áreas de pastagens nativa dos Campos de Cima da Serra em, RS, que a calagem (1,14 t ha⁻¹ ano) e a adubação (200 kg ha⁻¹ ano de NPK da fórmula 05-30-15) favoreceram o acúmulo de C na superfície do solo, em comparação aos ambientes não manejados ou submetidos à queima. Rossi et al. (2011) encontraram teores de C orgânico total superiores após a introdução da braquiária no cultivo da soja, em sistema de plantio direto.

De acordo com estes autores, a introdução da braquiária proporcionou efeito positivo, nos compartimentos da matéria orgânica o que favoreceu o acúmulo de C na fração húmica. Santana et al. (2013) verificaram em diferentes ambientes sob pastagem que aquela que recebeu calcário ($1,14 \text{ t ha}^{-1}$) e adubação (10 kg N ha^{-1} , 60 kg P ha^{-1} e 30 kg K ha^{-1}) apresentou maiores estoques de C e de nitrogênio no solo e nas frações leves, sendo apontado como uma alternativa sustentável para sequestrar C em comparação as demais.

O maior estoque de C do solo em áreas de pastagens adubadas relacionam-se ao ambiente mais favorável ao desenvolvimento das gramíneas criado pela adoção de práticas edáficas. A calagem e a adubação favorecem a maior produção de biomassa aérea e radicular da pastagem, proporcionando o maior aporte de matéria orgânica ao solo.

Fica claro que as práticas de adubação e calagem nas áreas de pastagens são imprescindíveis e justificáveis, no entanto, no que relaciona as perdas de solos em áreas de pastagens adubadas os dados de literatura ainda são escassos, sendo um amplo campo de pesquisa. Uma vez que as perdas de nutrientes mediadas por vários processos no estabelecimento de pastagens ou em sua manutenção podem trazer sérios problemas a atividade pecuária.

2.4. Integração lavoura-pecuária-floresta

Os sistemas de integração lavoura-pecuária (“*crop-livestock*”), ou suas variações com a inclusão do componente arbóreo (silvipastoril, agrossilvipastoril ou integração lavoura-pecuária-floresta-ILPF) têm sido recomendado para diversos ecossistemas, sobretudo na América Latina (AGUIAR et al., 2010; MURGUEITIO et al., 2011). Esses sistemas são caracterizados por diversificar práticas de manejo do solo como rotação, consorciação e sucessão das atividades de agricultura, pecuária e floresta, dentro do mesmo local, de modo que, traga benefícios para ambas atividades e diversidade para a propriedade rural.

Como já enfatizado, um dos maiores problemas enfrentados na pecuária nacional é a degradação das pastagens, os sistemas ILP’s do tipo ILPF’s são considerados alternativas viáveis para diminuir os custos com a recuperação ou formação de pastagens degradadas, e, conseqüentemente, aumentando a

produtividade da pecuária (BALBINO et al., 2011; MACEDO, 2009). Ressalta-se que esses sistemas e suas variações têm como objetivo o rápido retorno financeiro além de melhoria da qualidade do solo, refletindo em pastagens mais produtivas, tornando a atividade mais competitiva e menos exposta as oscilações de mercado. No entanto, a adoção destes sistemas requer cautela, isso porque são mais complexos, exigindo maior preparo dos técnicos e produtores envolvidos, o que torna esta atividade ainda pouco difundida (GARCIA-PRÉCHAC et al., 2004).

Existem algumas preocupações relacionadas aos sistemas ILPF. Uma delas é a tendência a menor produção do pasto em áreas sombreadas, como verificado por Paciullo et al. (2010). Estes autores encontraram menor produção de massa seca de raízes e da parte aérea da forrageira *U. decumbens*, sob a copa das árvores, atribuindo este aspecto ao maior sombreamento. Ressalta-se que a menor produção de forragem pode levar a maior exposição do solo, elevando os processos erosivos.

No entanto, mesmo que a produção da pastagem consorciada seja inferior às pastagens a pleno sol, a proteção promovida pela cultura adjacente pode controlar a erosão, atenuando os efeitos não desejáveis do sombreamento, como verificado por Murgueitio et al. (2011) e Dias-Filho (2012). O sombreamento em áreas de pastagens proporcionado pelos sistemas de integração lavoura pecuária floresta pode ser superada utilizando espécie vegetal adequada, assim como o espaçamento entre plantas e entre linhas que mais se adequa a taxa de insolação requerida pela gramínea (DIAS-FILHO, 2011).

Aguiar et al. (2010) em estudos no semiárido brasileiro apontaram os sistemas ILPF testados como alternativas aos sistemas convencionais, concluindo que a adoção destas práticas levam a redução da erosão hídrica, e, conseqüentemente, redução das perdas de sedimentos e água, quando comparados às práticas convencionais. No Ceará, Neto et al. (2012) demonstraram que o manejo da vegetação influenciou na produção de escoamento, sendo a prática de corte e queima a menos eficiente em reduzir os processos erosivos. Por sua vez, o raleamento da vegetação nos moldes do sistema silvipastoril foi o mais eficiente em reduzir o coeficiente de escoamento superficial. Do mesmo modo, Aguiar et al. (2006) apontaram que o manejo silvipastoril utilizando raleamento

da vegetação nativa na caatinga, é uma alternativa aos manejos convencionais pois reduz as perdas de nutrientes e matéria orgânica.

Outra preocupação com os sistemas ILPF's é o impacto sobre as propriedades físicas do solo, sobretudo quando ocorre a implantação de culturas subjacentes (FLORES et al., 2007). Entretanto, no que se relacionam às propriedades físicas do solo, na literatura diferentes trabalhos concluíram, de modo geral, que desde que a intensidade de pastejo seja controlada não ocorre qualquer restrição para o desenvolvimento desta atividade, sendo destacada ainda a melhoria da agregação do solo (FLORES et al., 2007; COMTE et al., 2011).

Embora grande parte dos produtores venham conduzindo a atividade pecuária de maneira convencional e extensiva, muitos pesquisadores tem demonstrado às vantagens dos sistemas ILPF e silvipastoril, no que se relaciona à melhoria da qualidade do solo e sequestro de C. Depreende-se ainda que estes sistemas podem levar a preservação da fauna do solo, aumentar a fixação biológica de nitrogênio (FBN), melhorar a ciclagem de nutrientes (e.g.: com a utilização de leguminosas), além de proporcionar um contínuo aporte de matéria orgânica ao solo (MARCHÃO et al., 2009).

Dias et al. (2006), demonstraram que sistemas silvipastoris levaram a maiores valores em diversidade de fauna do solo, quando o pasto foi consorciado com leguminosas (*Enterolobium contortisiliquum* e *Dalbergianigra*), fixadoras de N₂, comparados a aquele a pleno sol. Oliveira & Luz (2011) concluíram que sistemas silvipastoris podem elevar os teores de Ca²⁺ e de P sob a copa das árvores utilizadas, sendo tais efeitos encontrados no consórcio de pasto e bordão-de-velho (*Samanea tubulosa*).

Dube et al. (2012) em pastagens da patagônia chilena encontraram maior sequestro de C na camada 0-40 cm em áreas de manejo silvipastoril (193,76 Mg ha⁻¹) em comparação às áreas de pastagem nativa (177,10 Mg ha⁻¹) e plantação de pinus (149,25 Mg ha⁻¹). Sharrow & Smail (2004) em estudo desenvolvido em Oregon, Estados Unidos, comparando a produção de biomassa e os estoques de C em sistema silvipastoril, pastagem e plantio florestal concluíram que o primeiro apresentou maior produção de biomassa total e conseqüentemente maior estoque de C.

No que se refere à sequestro de C nem sempre os sistemas ILPF e silvipastoril

apresentam maior eficiência comparados às pastagens a pleno sol. Amezquita et al. (2008) na Costa Rica concluíram que os estoques de C do solo não foram influenciados pelo sistema silvipastoril (pasto associado a *Acacia mangium* e amendoim forrageiro), quando comparado a pastagem de *U. brizantha* cv. Marandú em associação ao amendoim forrageiro. Isso ocorre porque pastagens a pleno sol quando bem manejadas são eficazes em sequestrar C (GERBER et al., 2010).

Os sistemas de integração pastagem com agricultura e ou floresta, trazem outros benefícios quando comparados aos manejos a pleno sol. A diversificação da renda na propriedade rural possibilitando a comercialização da madeira gerada quando a pastagem é consorciada com eucalipto, por exemplo, é um benefício indireto da integração (MURGUEITIO et al., 2011). Outros benefícios são a melhoria da conservação do solo e dos recursos hídricos, aumento da biodiversidade e do conforto animal, dentre outros (DIAS-FILHO, 2011).

No que relaciona as perdas de solos sob diferentes manejos, ressalta-se que há a necessidade de desenvolver mais pesquisas visando demonstrar a importância do sistema ILPF como alternativa para a recuperação de extensas áreas de pastagens degradadas. Assim como estudar os diferentes compartimentos da matéria orgânica neste sistema.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

São necessárias mais pesquisas relacionadas aos diferentes manejos de pastagens utilizados no Brasil, tais estudos irão contribuir com o produtor no momento da tomada de decisões. A pesquisa deve ser realizada de forma integrada e inserida na realidade do produtor e de seu sistema de produção permitindo que o conhecimento gerado seja transferido com maior eficiência e no menor espaço de tempo para campo.

O manejo do pasto com fogo são necessários estudos com a finalidade de entender melhor o fenômeno de sequestro de C e emissão de CO₂, assim como a caracterização de sedimentos perdidos em áreas de pastagens submetidas a essa prática.

Em relação às operações de preparo do solo das pastagens e adubação

do solo em áreas de pastagens, o foco da pesquisa deve ser voltado para a caracterização dos sedimentos perdidos nos processos erosivos, sobretudo, quanto aos compartimentos da matéria orgânica nos sedimentos perdidos. Ainda deve-se estudar a relação dos estoques de C e estas praticas de manejo.

Nos sistemas ILPF há a necessidade de desenvolver mais pesquisas visando demonstrar a importância do sistema ILPF como alternativa para a recuperação de extensas áreas de pastagens degradadas.

4. REFERÊNCIAS

ABREU Jr., C.H.; MURAOKA, T.; LAVORANTE, A.F. Relationship between acidity and chemical properties of Brazilian soils. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 2, p. 337-343, 2003.

AGUIAR, M.I. de; MAIA, S.M.F.; OLIVEIRA, T.S. de; MENDONÇA, E.S.; FILHO, J.A. Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas agroflorestais no município de Sobral, CE. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n.3, p. 270-278, 2006.

AGUIAR, M.I. de; MAIA, S.M.F.; XAVIER, F.A. da; MENDONÇA, E.S.; FILHO, J.A.A. OLIVEIRA, T.S. de. Sediment, nutrient and water losses by water erosion under agroforestry systems in the semi-arid region in northeastern Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 79, p. 277–289, 2010.

AMÉZQUITA, M.C.; MURGUEITIO, E.; IBRAHIM, M.; RAMIREZ, B. Carbon sequestration in pasture and silvo-pastoral systems under conservation management ecosystems of tropical America. In: Conservation agriculture carbon offset consultation, October West Lafayette FAO, 2008.

ANDRADE, C.N.S. de; VALENTIN, J.F.; PEREIRA, J.B.M.; FERREIRA, A.S. Yield and botanical composition of a mixed grass-legume pasture in response to maintenance fertilization. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 8, p. 1633-1640, 2010.

BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.; FIGUEREDO, S.R.; KLAUBERG-FILHO, O. Efeito do monocultivo de Pinus e da queima do campo nativo em atributos biológicos do solo no planalto Sul Catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 715-724, 2005.

BERTOL, I.; ENGEL, F.L.; MAFRA, A.L.; BERTOL, O.J.; ROTTER, S.R. Phosphorus, potassium and organic carbon concentrations in runoff water and sediments under different soil tillage systems during soybean growth. **Soil & Tillage Research**, v. 94, p. 142–150, 2007.

BERTOL, I.; JUNIOR, W.A.Z.; GONZÁLEZ, A.P.; BARBOSA, F.T.; WERNER, R. de W. Sediment transport in runoff on rugous soil surface submitted to simulated rain fall. **Scientia Agricola**, v. 67, n. 5, p. 591-597, 2010.

BERTOL, I.; RAMOS, R.R.; BARBOSA, F.T.; GONZALEZ, A.P.; RAMOS, J.C.; BANDEIRA, H.B. Water erosion in no tillage monoculture and intercropped systems along contour lines. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 521-528, 2013.

BEYER, S.; KINNEAR, A.; HUTLEY, L.B.; McGUINNESS, K.; GIBB, K. Assessing the relationship between fire and grazing on soil characteristics and mite communities in a semi-arid savanna of northern Australia. **Pedobiologia**, v. 54, p. 195–200, 2011.

BUSTAMANTE, M.M.C.; NOBRE, C.A.; SMERALDI, R.; AGUIAR, A.P.D.; BARIONI, L.G.; FERREIRA, L.G.; LONGO, K.; MAY, P.; PINTO, A.S.; OMETTO, J.P.H.B. Estimating greenhouse gas emissions from cattle raising in Brazil. **Climatic Change**, v. 115, p. 559–577, 2012.

BOULAL, H.; GOMÉZ-MACPHERSON, H.; GÓMEZ, J.A.; MATEOS, L. Effect of soil management and traffic on soil erosion in irrigated annual crops. **Soil & Tillage Research**, v. 115, n. 116, p. 62–70, 2011.

BODDEY, R.M.; MACEDO, R.; TARRE, R.M.; OLIVEIRA, O.C. de; REZENDE, C. de P.; CANTARUTTI, R.B.; FERREIRA, J.M.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S. Nitrogen cycling in *Brachiaria* pastures: the key to understanding the process of pasture decline. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 103, p. 389–403, 2004.

BRAMORSKI, J.; DeMARIA, I.C.; SILVA, R.L.; CRESTANA, S. Relations between soil surface roughness tortuosity, tillage treatments, rainfall, intensity and soil and water losses from a Red Yellow Latosol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, 1291-1297, 2013.

CABRAL, W.B.; SOUZA, A.L.; ALEXANDRINO, E.; TORAL, F.L.B.; SANTOS, J.N. dos; CARVALHO, M.V.P. de. Características estruturais e agronômicas da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses de nitrogênio.

Revista Brasileira de Zootecnia, v. 41, n. 4, p. 846-855, 2012.

CARVALHO, M.A.R. de; MIRANDA, J.H.; DUARTE, S.N.; CARVALHO, L.C.C. de. Escoamento superficial na interação: cobertura vegetal e praticas de controle de erosão. **Engenharia Agrícola**, v. 32, n. 6, p. 1116-1125, 2012.

CHAPLOT, V.; McHUNU, S. LORENTZ, S.; JEWIYTT, G. Water erosion-induced CO₂ emissions from tilled and no-tilled soils and sediments. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 159, p. 62–69, 2012.

COMTE, I.; DAVISON, R.; LUCOTTE, M.; CARVALHO, C.J.R. de; OLIVEIRA, F. de A.; ROSSENAU, G.X. Physicochemical properties of soils in the Brazilian Amazon following fire-free land preparation and slash-and-burn practices. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 156, p. 108– 115, 2012.

DeLAUNE, P.B. & SIJ, J.W. Impact of tillage on runoff in long term no-till wheat systems. **Soil & Tillage Research**, v. 124, p. 32–35, 2012.

DEMINICIS, B.B.; ABREU, J.B.R. de; VIEIRA, H.D.; ARAÚJO, S.A. do C. *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick em diferentes idades de rebrota submetida a doses de nitrogênio e potássio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 5, p. 1116-1123, 2010.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: Processos, Causas e Estratégias de Recuperação**. 4. ed, Belém: MBDF, 2011. 215 p.

DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; CORREIA, M.E.F.; ROCHA, G.P.; MOREIRA, J.F.; RODRIGUES, K. de M.; FRANCO, A.A. Árvores fixadoras de nitrogênio e macrofauna do solo em pastagem de híbrido de *Digitaria*. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 1015-1021 2006.

DI, H.J. & CAMERON, K.C. Effects of the nitrification inhibitor dicyandiamide on potassium, magnesium and calcium leaching in grazed grassland. **Soil Use and Management**, v. 20, p. 2-7, 2004.

DUBE, F.; ESPINOSA, M.; STOLPE, N.B.; ZAGAL, E.; THEVATHASAN, N.V.; GORDON, A.M. Productivity and carbon storage in silvopastoral systems with *Pinus ponderosa* and *Trifolium* spp., plantations and pasture on an Andisol in Patagonia, Chile. **Agroforestry Systems**, v. 86, p. 113–128, 2012.

DUPAS, E.; BUZETTI, S.; SARTO, A.L.; HERNANDEZ, F.B.T. BERGAMASCHINE, A.F. Dry matter yield and nutritional value of Marandú

grass under nitrogen fertilization and irrigation in Cerrado in São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2598-2603, 2010.

ENGEL, F.L.; BERTOL, I.; RITTER, S.R.; GONZALEZ, A.P.; PAZ-FERREIRO, J.; VAZQUEZ, E.V. Soil erosion under simulated rainfall in relation to phenological stages of soybeans and tillage methods in Lages, SC, Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 103, p. 216-221, 2009.

FLORES, J.P.C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L.C.; CARVALHO, P.C. de C.; LEITE, J.G.D.B.; FRAGA, T.I. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 771-780, 2007.

FONTURBEL, M.B.; BARREIRO, A.; VEGA, J.A.; MARTIN, A.; JIMENES, T.; CARBALLAS, T.; FERNANDEZ, C.; DIAZ-RAVINA, M. Effects of an experimental fire and post-fire stabilization treatments on soil microbial communities. **Geoderma**, v. 191, p. 51-60, 2012.

GARCIA-PRECHAC, F.; ERNST, O.; SIRI-PRIETRO, G.; TERRA, J.A. Integrating no-till into crop-pasture rotations in Uruguay. **Soil & Tillage Research**, v. 77, p. 1-13, 2004.

GERBER, P.; KEY, N.; PORTET, F.; STEINFELD, H. Policy options in addressing livestock's contribution to climate change. **Animal**, v. 4, n. 3, p. 393-406, 2010.

GIARDINA, C.P.; SANFORD Jr., R.L.; DOCKERSMITH, I.C.; JARAMILLO, V.J. The effects of slash burning on ecosystem nutrients during the land preparation phase of shifting cultivation. **Plant and Soil**, v. 220, p. 247-260, 2000.

JUNK, J.W & CUNHA, C.N. Pasture clearing from invasive woody plants in the Pantanal: a tool for sustainable management or environmental destruction? **Wetlands Ecology Management**, v. 20, p. 111-122, 2012.

JEMAI, I.; AISSA, N.B.; GUIRAT, S.B.; BEN-HAMMOUDA, M.; GALLALI, T. Impact of three and seven years of no-tillage on the soil water storage, in the plant root zone, under a dry sub humid Tunisian climate. **Soil & Tillage Research**, v. 126, p. 26-33, 2013.

KAYSER, M.; MULLER, J.; ISSELSTEIN, J. Potassium leaching from cut grassland and from urine patches. **Soil and Use Management**, v. 23, p. 4, 384-392, 2007.

KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian ecosystems: Lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 42, p. 1–13, 2010.

KNICKER, H., GONZÁLEZ-VILA, F.J.; POLVILLO, O.; GONZÁLEZ, J.A.; ALMENDROS, G. Wildfire induced alterations of the chemical composition of humic material in a Dystric Xerochrept under a Mediterranean pine forest (*Pinus pinaster* Aiton). **Soil Biology and Biochemical**, v. 37, p. 701-718, 2005.

LEITE, M. H. S.; COUTO, E.G.; AMORIN, R.S.S.; COSTA, E.L. DA; MARASCHIN, L. Perdas de solo e nutrientes num Latossolo Vermelho-Amarelo ácrico típico, com diferentes sistemas de preparo e sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 689-699, 2009.

LOPES, J.; EVANGELISTA, A.R.; PINTO, J.C.; QUEIROZ, D.; MUNIZ, J.A. Doses de fósforo no estabelecimento de capim-xaraés e estilosantes Mineirão em consórcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 12, p. 2658-2665, 2011.

MACEDO, M.C. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 133-146, 2009.

MARCHÃO, R.L.; LAVELLE, P.; CELINI, L.; BALBINO, C.; VILELA, L.; BECQUER, T. Soil macrofauna under integrated crop-livestock systems in a Brazilian Cerrado Ferralsol. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 44, p. 8, p. 1011-1020, 2009.

MBATHA, K.R. & WARD, D. The effects of grazing, fire, nitrogen and water availability on nutritional quality of grass in semi-arid savanna, South Africa. **Journal of Arid Environments**, v. 74, p. 1294-1301, 2010.

MCHUNU, C.; LORENTZ, S.; JEWITT, G.; MANSON, A.; CHAPLOT, V. No-till impact on soil and soil organic carbon erosion under crop residues scarcity in South Africa. **Soil Science of Society American Journal**, v. 75, p. 1503–1512, 2011.

MURGUEITIO, H.; CALLE, Z.; URIBE, F.; CALLE, A.; SOLORIO, B. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. **Forest Ecology and Management**, v. 261, p. 1654–1663, 2011.

NASCENTE, A.S. & CRUSCIOL, C.A.C. Cover crops and herbicide timing management on soybean yield under no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária**

Brasileira, v. 47, n.2, p. 187-192, 2012.

NETO, J.R de A.; PALACIO, H.A. de Q.; ANDRADE, E.M. de; SANTOS, J.C.N.; PINHEIRO, E.A.R. Otimização do numero de curva (CN-SCS) para diferentes manejos na região semiárida, Ceará, Brasil. **Irriga**, Edição Especial, p. 264 - 279, 2012.

NOGUEIRA, M.P. **Plantio direto, exemplo de sustentabilidade!** Disponível em: <<http://www.bigmaconsultoria.com.br/artigos.asp?id=96>>. Acesso em 18 set. 2013

NORONHA, N.C.; ANDRADE, C.A. de; LIMONGE, F.C.; CERRI, C.C.; CERRI, C.E.P.; PICCOLO, M. de C.; FEIGL, B.J. Recovery of degraded pasture in Rondônia: Macronutrients and productivity of *Brachiaria brizantha*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1711-1720, 2010.

PACIULLO, D.S.C., et al. Soil bulk density and biomass partitioning of *Brachiaria decumbens* in a silvopastoral system. **Scientia Agricola**, 67(5): 598-603, 2010.

PARÈ, D.; BANVILLE, J.L.; GANEAU, M.; BERGERON, Y. Soil Carbon Stocks and Soil Carbon Quality in the Upland Portion of a Boreal Landscape, James Bay, Quebec. **Ecosystems**, v. 14, p. 533–546, 2011.

PATÊS, N.M. da S.; PIRES, A.J.V.; SILVA, C.C.F. da; CARVALHO, G.G.P. de; FREIRE, M.A.L. Características morfogênicas e estruturais do capim-tanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1736-1741, 2007.

PERON, A.J. & EVANGELISTA, A.R. Degradação de pastagens em regiões de Cerrado. **Ciência Agrotécologia**, v. 28, p. 655-661, 2004.

PEREIRA, J.M.; TARRE, R.M.; MACEDO, R.; REZENDE, C. de P.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Productivity of *Brachiaria humidicola* pastures in the Atlantic Forest region of Brazil as affected by stocking rate and the presence of a forage legume. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 83, p. 179-196, 2008.

PIVELO, V.R.; OLIVEIRAS, I; MIRANDA, H.S.; HARIDASAN, M.; SATO, M.N.; MEIRELLES, S.T. Effect of fires on soil nutrient availability in an open savanna in Central Brazil. **Plant Soil**, v. 337, p. 111–123, 2010.

PLANZA-BOLINA, D.; MARTONEZ-CANTERO, C.; VINAS, P.; ALVARO-

FUENTES, J. Soil aggregation and organic carbon protection in a no-tillage chronosequence under Mediterranean conditions. **Geoderma**, v. 193, n. 194, p. 76–82, 2013.

POTES, M. da L.; DICK, D.P.; DICK, D.P.; DALMOLIN, R.S.D. KNICKER, H.; ROSA, A.S. da. Matéria orgânica em Neossolo de altitude influencia do manejo de pastagem sua composição e teor. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 23-32, 2010.

POTES, M. da L.; DICK, D.P.; SANTANA, G.S.; TOMAZI, M.; BAYER, C. Soil organic matter in fire-affected pastures and in an Araucaria forest in South-Brazilian Leptosols. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 5, 707-715, 2012.

OLIVEIRA, T.K. de & LUZ, S.A. da. Atributos químicos do solo em sistemas silvipastoril com *Samanea tubulosa* no Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2011, Uberlândia. **Solos nos biomas brasileiros: Sustentabilidade e mudanças climáticas: anais**. Uberlândia: UFU, 2011. 1CD-ROM.

GROGAN, P.; LALNUNMAWIA, F.; TRIPATHI, S.K. Shifting cultivation in steeply sloped regions: a review of management options and research priorities for Mizoram state, Northeast India. **Agroforestry Systems**, v. 84, p. 163–177, 2012.

RODRIGUES, R.C.; MOURÃO, G.B.; BRENNECKE, K.; LUZ, P.H. de, C.; HERLING, V.D. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices decrescimento do *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 3, p. 394-400, 2008.

ROSSI, C.Q.; PERREIRA, M.G.; GIOCOMO, S.G.; BETTA, M.; POLIDORO, J.C. Frações húmicas da matéria orgânica do solo cultivado com soja sobre palhada de braquiária e sorgo. **Bragantia**, v. 70, n. 3, p. 622-630, 2011.

SANTANA, G.S.; DICK, D.P.; JACQUES, A.V.A.; CHITARRA, G. da S. Substâncias húmicas e suas interações com Fe e Al em Latossolos subtropical sob diferentes sistemas de manejo de pastagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 461-472, 2011.

SANTANA, G.S.; DICK, D.P.; TOMAZI, M.; BAYER, C.; JACQUES, A.V.A. Chemical Composition and Stocks of Soil Organic Matter in a South Brazilian

Oxisol under Pasture. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 24, n. 5, p. 821-829, 2013.

SANTÍN, C.; KNICKER, H.; FERNADEZ, S.; MENENDEZ-DUARTE, R.; ALVAREZ, A.A. Wildfires influence on soil organic matter in an Atlantic mountainous region (NW of Spain). **Catena**, v. 74, 286–295, 2008.

SANTOS, D.; CURI, N., FERREIRA, M.M., EVANGELISTA, A.R., CRUZ, A.B. & TEIXEIRA, W.G. Perdas de solo e produtividade de pastagens nativas melhoradas sob diferentes praticas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 2, p. 183-189, 1998.

SHAKESBY, R.A.; BENTO, C.P.M.; FERREIRA, C.S.S.; FERREIRA, A.J.D.; STOOFF, C.R.; URBANEK, E.; WALSH, R.P.D. Impacts of prescribed fire on soil loss and soil quality: An assessment based on an experimentally-burned catchment in central Portugal. **Catena**, 2013.

SHARROW, S.H. & ISMAIL, S. Carbon and nitrogen storage in agroforests, tree plantations, and pastures in western Oregon, USA. **Agroforestry Systems**, v. 60, p. 123-130, 2004.

THOMAZ, E.L. & LUIZ, J.C. Soil loss, soil degradation and rehabilitation in a degraded land area in Gurapava (Brazil). **Land Degradation Development**, v. 23, p. 72–81 2012.

THOMAZ, E.L. Slash-and-burn agriculture: Establishing scenarios of runoff and soil loss for a five-year cycle. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 168, p. 1– 6, 2013

TEAGUE, W.R.; DOWHOWER, S.L.; BACKER, S.A.; ANSLEY, R.J.; KREUTER, U.P.; CONOVER, D.M.; WAGGONER, J.A. Soil and herbaceous plant responses to summer patch burns under continuous and rotational grazing. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 137, p. 113–123, 2010.

TOWNSEND, C.R.; COSTA, N. de L.; PEREIRA, R.G. de A.; MENDES, A.M. Resposta de pastagens degradadas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a diferentes níveis e frequências de fertilização do solo. **Comunicado Técnico**, v. 363, p. 1-6, 2010.

VENDRAME, P.R.S.; BRITO, O.R.; GUIMARÃES, M.F.; MARTINS, E.S.; BECQUER, T. Fertility and acidity status of latossolos (oxisols) under pasture in the Brazilian Cerrado. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 82, n. 4,

1085-1094, 2010.