

Contribuição dos sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) no sequestro de carbono

Crop-Livestock-Floresty integration (iCLF) systems of contribution in sequestration carbón

MARIA, Luciano S. 1; OLIVEIRA, Pedro P. G. 2; SILVA, Márcia S. 3; YAMASHITA, Oscar M. 4

Recibido: 19/01/2017 • Aprobado: 15/02/2017

Conteúdo

1. Introdução
2. Sistemas integrados e sequestro de carbono no mundo
3. Sistemas integrados e sequestro de carbono no Brasil
4. Conclusões

Referências bibliográficas

RESUMO:

O sistema de produção conhecido como integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) com os efeitos sinérgicos da simultaneidade dos componentes produtivos, além de amplo potencial no sequestro de carbono pelas atividades realizadas neste sistema, contribuindo para imobilização do carbono no solo e a incorporação na biomassa. Este trabalho enfatiza a contribuição dos sistemas produtivos de ILPF no sequestro de carbono no Brasil e no mundo, bem como apresenta alguns resultados que demonstram seu potencial, ao configurar uma nova concepção de produção agropecuária sustentável.

Palavras chave: Estoque de carbono, sistema agrossilvipastoril, emissões de gases de efeito estufa, mudanças climáticas.

ABSTRACT:

The production system known as crop-livestock-forest integration (iCLF) with the synergistic effects of the simultaneity of the productive components, as well as a large potential for carbon sequestration by the activities carried out in this system, contributing to the immobilization of carbon in the soil and the incorporation in the biomass. This work emphasizes the contribution of iCLF production systems to carbon sequestration in Brazil and in the world, as well as presenting some results that demonstrate its potential, in shaping a new conception of sustainable agricultural production.

Keywords carbon stock, agrosilvipastoril system, greenhouse gases, climate change.

1. Introdução

O sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) é um conjunto de tecnologias que consiste na diversificação e combinação de diferentes sistemas produtivos em uma mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotação, de maneira que todos os componentes produtivos sejam beneficiados (ALVARENGA et al., 2009).

A adoção e a implantação de sistemas integrados de produção proporcionam uma visão inovadora no meio rural, onde o conhecimento científico sobre este processo produtivo tem potencial mitigador das mudanças climáticas globais, através do sequestro de carbono imobilizado na biomassa e por sua elevada produtividade por unidade de área, se comparado aos sistemas tradicionais (MÜLLER et al., 2009). O sequestro, o fluxo e o estoque de carbono se dão de formas diferenciadas de acordo com cada agroecossistema, região ecológica e manejo dos componentes do sistema. Assim, o conteúdo de carbono e a taxa de sequestro ou imobilização variam grandemente (LOSS et al., 2013).

No Brasil, algumas estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas têm sido estabelecidas a fim de reduzir as emissões nacionais de Gases de Efeito Estufa (GEE's) através da adoção e implantação de atividades de baixa emissão de carbono como a Integração Lavoura-Pecuária (iLP), Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) e Sistemas Agroflorestais (SAF). Esses sistemas são tidos pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) como uma das alternativas sustentáveis para prover a alimentação de nove bilhões de pessoas até o ano de 2050, pois esta reconhece que a adoção do sistema, associado às boas práticas agropecuárias, torna-se capaz de incrementar a recuperação ambiental através do aumento da diversidade biológica, ciclagem de nutrientes, provimento de serviços ecossistêmicos e contribuição para adaptação e mitigação das mudanças climáticas (LOSS et al., 2013).

Diante disso, essa revisão bibliográfica teve por objetivo demonstrar o potencial dos sistemas integrados de produção no Brasil e no mundo, em sequestrar carbono e conseqüentemente contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa.

2. Sistemas integrados e sequestro de carbono no mundo

Em dezembro de 2015, foi assinado em Paris, um novo acordo global sobre o clima, onde o documento intitulado "Acordo de Paris" foi ratificado pelas 195 partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UNFCCC) e pela União Europeia, durante a 21ª Conferência das Partes (COP-21), demonstrando a preocupação do mundo em combater os efeitos do

aquecimento global e reduzir as emissões de GEE's através do alcance de metas e, dentre estas, adequar os sistemas de produção industrial e agrícola (ONU-BRASIL, 2015).

A agropecuária, apesar de ter grande participação na emissão de GEE's, também tem a capacidade de remover CO₂ liberado para a atmosfera através da integração de árvores e arbustos nesses ambientes, pois os sistemas mais complexos que integram Lavoura-Pecuária (iLP) ou Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) potencializam o sequestro de carbono e consequentemente reduzem a emissão de GEE's, atuando como mecanismos de desenvolvimento limpo (CORDEIRO *et al.*, 2011). De acordo com Silva e Arakaki (2012), o sistema iLPF gera serviços ambientais pelo sequestro de carbono e possibilita que o mesmo possa ser comercializado no mercado internacional como *commoditie*.

O sequestro de carbono baseado nesses sistemas se ampara no uso diversificado e eficiente dos recursos pela comunidade de plantas (STEINBEISS *et al.*, 2008). Assim, tendem a ser mais complexos, porém, com efeitos sinérgicos maiores, ao potencializar os fatores bióticos e abióticos capazes de incrementar os rendimentos dos componentes integrados de forma significativa, quando comparados aos rendimentos dos mesmos componentes implantados separadamente (KLUTHCOUSKI *et al.*, 2015; SALTON *et al.*, 2015). Os sistemas agrícolas por si só tem a capacidade de reter grandes quantidades de carbono, contudo esse potencial pode ser elevado quando introduzidas árvores ao sistema e criteriosamente gerido em conjunto com culturas e/ou animais (ALBRECHT & KANDJI, 2003).

O componente florestal, quando presente nos sistemas agrícolas, por ser perene, potencializa a imobilização de carbono na biomassa por longos períodos (JOSE, 2009). Logo, os sistemas silvipastoris podem fixar quantidades significativas de carbono no solo e na biomassa, proporcionando uma importante contribuição para a redução das mudanças climáticas (IBRAHIM *et al.*, 2010).

As metodologias de produção agrícola têm sofrido mudanças para atender às necessidades globais de produção, havendo urgência na compreensão e promoção de novos sistemas que melhor se adaptem e atenuem efeitos das alterações climáticas. Nessa conjuntura, tem-se verificado que a integração entre agricultura, pecuária e floresta têm respondido positivamente a isso.

Na Nova Zelândia, tem se desenvolvido políticas de fomento à prática da integração de árvores aos sistemas agrícolas como medida de conservação dos mais de 3,7 milhões de hectares de terras, localizadas ao norte do país. Assim, os sistemas integrados de produção agrícola são incentivados a diminuir as emissões de GEE's através do sequestro de carbono, uma vez que a Nova Zelândia é um dos países signatários do Protocolo de Kyoto (MACKAY & DOBB, 1999).

Os sistemas silvipastoris implantados em países como EUA e Canadá têm apresentado elevada capacidade de sequestrar carbono em virtude da produtividade biológica e ciclagem de nutrientes, possibilitando maior disponibilidade de áreas para a pecuária (HAILE *et al.*, 2008; NYAKATAWA *et al.*, 2012).

A associação entre as florestas e as pastagens contribui de forma significativa para elevar os percentuais de carbono total sequestrado acima e abaixo do solo. Nos estudos realizados por Kumar *et al.* (2010) e Paudel *et al.* (2011) no Missouri (EUA), os autores observaram que nos sistemas silviagrícolas, há maior quantidade de carbono orgânico no solo se comparado a sistemas mais simplificados.

No Canadá, Gordon *et al.* (2005) ao avaliarem a dinâmica de carbono no sistema silvipastoril e na monocultura de pastagem, verificaram que no sistema silvipastoril, o potencial de sequestro de carbono líquido anual foi superior (2,7 t.ha⁻¹ por ano) quando comparado a pastagem (menos de 1,0 t.ha⁻¹ por ano), retendo de 2,7 a 3,0 vezes mais carbono. Os autores estimaram que as emissões totais de GEE's do setor agrícola canadense poderia ser sequestrado com menos de 6,4 milhões de hectares de pastagens, desde que sob sistemas silvipastoris, utilizando-se espécies arbóreas de crescimento rápido.

Estima-se que se os 3,6 milhões de hectares de terras marginais ocupadas com pastagens no centro-sul dos EUA fossem convertidos para o sistema silvipastoril, cultivando-se pinheiros, poderiam ser sequestradas 5,6x10⁶ toneladas de carbono ao ano (t.C.ano⁻¹) nos primeiros 25 anos e 1,1x10⁶ t.C.ano⁻¹ nos 25 anos seguintes. Estes valores são significativamente maiores aos obtidos com a pastagem, cujo sequestro não atingia 0,3x10⁶ t.C.ano⁻¹ (LEE & DODSON, 1996).

Como estratégias para melhorar a capacidade dos sistemas silvipastoris para sequestrar carbono, Udawatta & Jose (2010) sugerem a seleção de árvores, arbustos e gramíneas que tenham enraizamento profundo e elevado potencial de acumular carbono abaixo do solo associado ao pastejo rotacionado, a taxa de lotação adequada e a adubação do solo.

Conforme Mangalassery *et al.* (2014), ao quantificarem o sequestro de carbono da biomassa e do solo em dois monocultivos de pastagens (*Cenchrus ciliaris* e *Cenchrus setegerus*), dois plantios homogêneos de acácia (*Acacia tortilis*) e nim (*Azadirachta indica*) e quatro sistemas silvipastoris (*A. tortilis* + *C. ciliaris*, *A. tortilis* + *C. setegerus*, *A. indica* + *C. ciliaris* e *A. indica* + *C. setegerus*) no noroeste árido da Índia, observaram que a presença do componente arbóreo no sistema silvipastoril contribuiu para elevar o estoque de carbono com 6,82 t.C.ha⁻¹, 6,15 t.C.ha⁻¹, 4,91 t.C.ha⁻¹ e 4,87 t.C.ha⁻¹ respectivamente quando comparado aos sistemas homogêneos florestais (6,02 e 3,64 t.C.ha⁻¹) e pecuários (4,26 e 1,74 t C. ha⁻¹).

Diversos países têm adotado e fomentado políticas de gestão e ações que priorizem o sequestro de carbono, na Índia em 1988 estabeleceu a política florestal nacional objetivando elevar a cobertura florestal em todo o país, priorizando dentre outros serviços ambientais, o sequestro de carbono. Desde então, diversos programas têm sido desenvolvidos visando à sustentabilidade dos sistemas agrícolas através da segurança alimentar, geração de renda e recuperação de ambientes degradados através dos sistemas agrossilvipastoril. As espécies mais utilizadas em países tropicais como a Índia para compor esses sistemas são álamos (*Populus spp.*) e eucaliptos (*Eucalyptus spp.*), devido à rentabilidade e rápido crescimento (BASU, 2014).

Na América Latina, os sistemas silvipastoris intensivos foram adaptados para níveis regionais e incentivados através de assistência tecnológica. Assim, os pagamentos por serviços ambientais têm sido adotados como estímulo para sua implantação, de modo que estudos feitos na Colômbia, Nicarágua e Costa Rica demonstram que os sistemas silvipastoris acumulam mais carbono na biomassa e no solo do que pastagens degradadas (MONTAGNINI *et al.*, 2013).

Na Costa Rica, Andrade *et al.* (2008), ao analisarem pastagens convencional e em sistema integrado com *Pithecellobium saman*, *Diphysa robinoides* e *Dalbergia retusa*, observaram que o carbono na biomassa do solo variou entre 3,5 e 12,5 t.C.ha⁻¹ para pastagem sem árvores e em sistemas silvipastoris, respectivamente. Na Costa Rica, há uma forte política de incentivo objetivando a melhoria dos sistemas de produção e desenvolvimento no meio rural, através do pagamento por serviços ambientais, tais como o sequestro de carbono (MONTAGNINI & FINNEY, 2011).

Segundo Oelbermann *et al.* (2004), os sistemas silviagrícolas da Costa Rica e do Canadá têm a capacidade de serem sustentáveis, com potencial de sequestro estimado na ordem de $2,1 \times 10^9$ t.C.ano⁻¹ em bioma tropical e $1,9 \times 10^9$ t.C.ano⁻¹ em biomas temperadas, variando de acordo com o sistema adotado. Na Costa Rica, estudos demonstraram que em um sistema de 10 anos de idade com o cultivo de *Erythrina poeppigiana*, têm a capacidade de sequestrar grandes quantidades de carbono no solo e na biomassa aérea bem como através da deposição de serapilheira, associada às contribuições dadas pelas culturas agrícolas.

Em pesquisa realizada nos Andes Peruanos em sistema silviagrícola de café consorciado com três espécies arbóreas *Inga* spp. *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp., Ehrenbergerová *et al.* (2015) verificaram um aumento de 20%, 78 % e 63 % no estoque de carbono, quando comparado ao monocultivo de café.

De acordo com Giraldo *et al.* (2008), ao avaliarem um protocolo para medir e monitorar o sequestro de carbono de um sistema silvipastoril de *Acacia decurrens* (árvore) + *Pennisetum clandestinum* (capim quicuío) nos Andes na Colômbia, constataram que a quantidade de carbono total existente nas árvores, nas pastagens e do solo foram de 260 e 251 t.C.ha⁻¹, respectivamente. O acúmulo médio anual na parte aérea foi de 9,9 t.C.ha⁻¹ em sistema homogêneo e de 11,2 t.C.ha⁻¹ para o sistema integrado.

A nível mundial, Montagnini & Nair (2004) estimaram que a média de carbono sequestrado pelos sistemas silviagrícolas são de 9, 21, 50 e 63 t.C.ha⁻¹ em regiões semiáridas, sub-regiões úmidas, úmidas e temperadas respectivamente. Nos trópicos, as taxas potenciais de sequestro de carbono variam de 1,5 a 3,5 t.C.ha⁻¹.ano⁻¹. Esses sistemas atuam de forma indireta sobre o sequestro de C, ao diminuir a pressão sobre as áreas de florestas nativas, que são consideradas o maior sumidouro terrestre de carbono.

3. Sistemas integrados e sequestro de carbono no Brasil

Os sistemas integrados de produção mundial adotaram sistemas com componentes diferenciados dos sistemas usuais do Brasil. Por exemplo na Ásia, em pequenas propriedades rurais, os sistemas produtivos de lavoura-pecuária são dominantes, a partir da criação de ovelhas, cabras, búfalos, porcos, peixes, patos e galinhas integrados com o cultivo de trigo e arroz (DEVENDRA & THOMAS, 2002).

O Brasil, pela sua dimensão continental, apresenta diversidade de uso e cobertura da terra. Segundo Vilela *et al.* (2011), os sistemas integrados produtivos adotam as culturas de grãos (arroz, soja, milho e sorgo) introduzidas em áreas de pastagens degradadas, melhorando a cobertura de solo em sistema de plantio direto, sistematicamente adotam a rotação de pasto e lavoura intensificando os efeitos sinérgicos do uso do solo.

Muitos estudos vêm sendo realizados no Brasil a fim de apresentar a potencialidade que os iLPF's tem de sequestrar de carbono. No município de Paracatu, região noroeste do Estado de Minas Gerais, Tsukamoto Filho *et al.* (2004) ao estudarem um sistema iLPF, com cultivo integrado de eucalipto + arroz + soja + braquiária, visando a produção de madeira, produtos agrícolas e carne bovina, comparado com o monocultivo, considerando somente acúmulo de biomassa na madeira, o sistema iLPF apresentou valor de 56,90 t.ha⁻¹, enquanto que no monocultivo o acúmulo foi de 50 t.ha⁻¹, logo o eucalipto em sistema integrado foi mais eficiente em imobilizar carbono, quando comparado ao plantio homogêneo.

Segundo Müller (2009) ao avaliarem, na região da Zona da Mata Mineira, o acúmulo de carbono em sistema silvipastoril composto por 105 árvores.ha⁻¹, sendo 60 árvores.ha⁻¹ de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) e 45 árvores.ha⁻¹ de acácia (*Acacia mangium*) consorciado com *Brachiaria decumbens* observaram valores de biomassa estocada aos 10 anos de idade de 24,81 t.ha⁻¹ e 6,93 t.ha⁻¹. O acúmulo de biomassa aérea da forrageira pós-pastejo após 4 anos de avaliação foi de 1,28 t.ha⁻¹.

Nos últimos anos, o plantio de eucalipto tem se intensificado no Cerrado, integrados com culturas como arroz e soja nos primeiros dois anos, seguido de pastagens para o gado de corte, a partir do terceiro ano, em que estudos recentes demonstraram que os sistemas iLPF mantêm quantidade superior de carbono em relação ao monocultivo de espécies ou sistemas de pastagem convencionais (NAIR, 2011).

Segundo Ofugi (2008), os sistemas silvipastoris com arranjo de 250 a 350 árvores de eucalipto.ha⁻¹.ano⁻¹ de madeira poderia sequestrar aproximadamente 5 t.C.ha⁻¹.ano⁻¹ ou 18 t.ha⁻¹ de CO₂eq, evidenciando a neutralização da emissão de GEE's, o que equivaleria à 12 bovinos adultos.ha⁻¹.ano⁻¹. Considerando que a taxa de lotação animal das pastagens brasileiras é de 1,2 animal.ha⁻¹, os sistemas integrados apresentam elevado potencial de remover GEE's da atmosfera, além de melhorar as condições ambientais dos sistemas pecuários.

Segundo Carvalho (2010), a importância de evitar o desmatamento na Amazônia reside na sua capacidade em sequestrar carbono, sendo na ordem de aproximadamente 421 a 470×10^6 t.C.ano⁻¹, onde 30% seria fixado no solo e o restante na biomassa aérea. A conversão da vegetação nativa em terras agrícolas tem efeito negativo ao favorecer a perda de biodiversidade e a incidência de pragas e doenças, reduzir a capacidade dos ecossistemas em sustentar a produção de alimentos e manter o regime hídrico e climático (CARVALHO, 2009).

No estado de Mato Grosso, o modelo de integração lavoura pecuária de baixo carbono demonstra que é possível reduzir as áreas de produção de bovinos e aumentar as áreas disponíveis para a agricultura, tendo ainda o incremento na produtividade da pecuária e redução de 95% do desmatamento, até ano de 2030. Segundo Macedo (2012), a produção agrícola no estado Matogrossense, entre os anos de 2006 e 2012 cresceu em média 25 %, sem a necessidade da abertura de novas áreas de florestas nativas na região e sem buscar novas áreas em outros estados, comprovando que os sistemas de baixo carbono podem ser alternativas viáveis no estado.

Nesse paradigma entre conservação e expansão da atividade agropecuária, a adoção de sistema ILPF vem contribuir para a mitigação e redução da emissão GEE's, ao evitar a abertura de novas áreas, e conseqüentemente promover a sustentabilidade na produção agropecuária brasileira (BALBINO *et al.*, 2011).

Diante do potencial das árvores em mitigar a emissão de GEE's através do sequestro de carbono, os sistemas de integrados de produção evidenciam relevante importância para a região do Cerrado. Outra medida de mitigação implementada como estratégia para manter e aumentar os estoques de carbono orgânico nos solos agrícolas seria a adoção de Sistemas de Plantio Direto (SPD) em terras agrícolas, tido como uma ferramenta eficaz na minimização dos impactos ambientais nos solos brasileiros (CORBEELS, 2016).

Em 9 de dezembro de 2010, o governo federal publicou o Decreto nº 7.390, que regulamenta os artigos 6º, 11º e 12º da Lei nº

12.187 de 29 de dezembro de 2009, a qual institui a Política Nacional sobre Mudanças no Clima, na vertente atenuar os impactos ambientais referentes as emissões dos gases de efeito estufa. Para o setor agrícola, estabeleceu-se o “*Plano para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura*” (BRASIL, 2010).

E posteriormente em abril de 2013, foi sancionada a lei nº 12.805, confere nova estratégia de sistema de produção inerente ao fomento da implantação do sistema de ILPF, com intuito de melhorar a sustentabilidade dos sistemas produtivos, recuperar áreas de pastagens degradadas, reduzir o desmatamento e adoção de práticas conservacionistas de manejo do solo, e conseqüentemente, a redução das emissões de GEE’s através de atividades de pesquisas, com inovação e desenvolvimento de novos modelos de sistemas produtivos sustentáveis (BRASIL, 2013).

Entre as ações já adotadas no âmbito governamental, ressalta-se a criação do “*Programa de Agricultura de Baixo Carbono (ABC)*”, o qual constitui uma linha de crédito para financiar os agricultores que queiram adotar, ou já adotam, sistemas produtivos eficientes, como o iLPF, capazes de contribuir para a mitigação dos GEE’s. O financiamento de projetos de iLPF pode ser realizado com recursos do Programa ABC e/ ou do Fundo Constitucional (FCO) com linhas de crédito criadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Os recursos podem ser obtidos pelo Banco do Brasil (FCO) e pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (CORDEIRO, 2015).

Um dos objetivos do Programa ABC consiste em restaurar as pastagens degradadas, e conseqüentemente melhorar aproximadamente 15 milhões de hectares na próxima década que minimizaria o impacto das emissões de 83 a 104 milhões de t.CO₂eq. Além disso, mudanças nas práticas de manejo agrícola são incentivadas em 8 milhões de hectares evitando assim a emissão de 16 a 20 milhões de t.CO₂eq. As políticas governamentais do programa AB pretendem através dos sistemas integrados de culturas (iLPF’s) incentivar o incremento de 4 milhões de hectares, e ainda capturar e utilizar o gás metano produzido pelos animais, e com isso mitigar a emissão direta para a atmosfera de cerca de 7 milhões de t.CO₂eq, o uso da fixação biológica de nitrogênio (FBN) e a expansão da silvicultura comercial de 6 para 9 milhões de hectares (GANFORD, 2013).

As áreas cultivadas no Brasil totalizam 224,9 milhões de hectares; destes podem-se estimar que cerca de 67,8 milhões.ha⁻¹ são como aptas para os diversos modelos de integração, ou seja, há extensas áreas já disponíveis para serem utilizadas, sem a necessidade de incorporação de novas áreas. Considerando-se que a cana-de-açúcar pode alcançar, até 2017, cerca de 6,7 milhões de hectares e que plantios florestais, em sua maioria com eucalipto (*Eucalyptus spp.*), para atender à demanda nesse mesmo período, exigiriam o cultivo de outros 6 milhões de hectares, no mínimo, 55 milhões de hectares apresentam potencial para serem utilizados com os sistemas iLPF em suas diferentes modalidades (CORDEIRO, 2015).

4. Conclusões

O sequestro de carbono em sistemas integrados de produção, ou sistema Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPFs) são extremamente viáveis na mitigação dos GEE’s e no incremento a produtividade agropecuária. Aliado a técnicas de manejo de uso do solo adequado e a introdução de componentes arbóreos no sistema, ocasionam aumento do sequestro de carbono, reduzindo o desmatamento de florestas nativas, e assim contribuem para o desenvolvimento das atividades agropecuárias.

Referências bibliográficas

ALBRECHT, Alain; KANDJI, Serigne, T. **Carbon sequestration in tropical agroforestry systems**. Agriculture, Ecosystems & Environment, v. 99, 2003, n. 1-3, p. 15-27. Obtido em :

[http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809\(03\)00138-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809(03)00138-5)

ALVARENGA, Ronaldo, C.; NETO, Marcelo, M. G. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. Jornal Eletrônico da Embrapa Milho e Sorgo (Sete Lagoas-MG) Ano 03, 2009, Ed. 16. Obtido em :

http://www.cnpms.embrapa.br/grao/16_edicao/grao_em_grao_artigo_01.htm

ANDRADE, Héran, J.; BROOK, Robert; IBRAHIM, Muhammad. **Growth, production and carbon sequestration of silvopastoral systems with native timber species in the dry lowlands of Costa Rica**. Plant and Soil, v. 308, 2008, n. 1/2, p.11-22. Obtido em: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11104-008-9600-x>

BASU, Jyotish, P. **Agroforestry, climate change mitigation and livelihood security in India**. New Zealand Journal of Forestry Science, v. 44, 2014, n 11. Obtido em: <https://nzjforestryscience.springeropen.com/articles/10.1186/1179-5395-44-S1-S11>

BALBINO, Luiz, C.; CORDEIRO, Luiz, A. M.; PORFIRIODA-SILVA, Vanderlei... **Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura pecuária-floresta no Brasil**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 46, 2011, n. 10, p. i-xii. Obtido em : <http://www.scielo.br/pdf/pab/v46n10/46v10a00.pdf>

BRASIL. Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010. Regulamenta os Art. 6º, 11 e 12 da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 dez. 2010. Obtido em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7390.htm

BRASIL. Lei nº 12.805, de 29 de abril de 2013. Institui a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e altera a Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, Seção 1, p. 1. 2013. Obtido em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12805.htm

CARVALHO, João, L. N.; CERRI, Carlos, E. P.; FEIGEL, Brigitte, J.; PICCOLO, Marcos; GODINHO, V. P.; CERRI, Carlos, C. **Carbon sequestration in agricultural soils in the Cerrado region of the Brazilian Amazon**. Soil Tillage Research, v.103, 2009, p.342-349. Obtido em : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198708002109>

CARVALHO, João, L.N.; AVANZI, Junior, C.; SILVA, Marx, L.N.; MELLO, Carlos, R.; CERRI, Carlos, E.P. **Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.34, 2010, p.277-289. Obtido em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832010000200001

CORBEELS, Marc; MARCHÃO, Robelio, L.; NETO, Marcos, S.; MADARI; Beata, E.; SCOPEL, Eric; BRITO, Osmar, R. **Evidence of limited carbon sequestration in soils under no-tillage systems in the Cerrado of Brazil**. Scientific Reports, v. 6, 2016,

p.214-250. Obtido em :

<http://www.nature.com/articles/srep21450>

CORDEIRO, Luiz, A. M.; ASSAD, Eduardo D.; FRANCHINI, Julio, C.; SÁ, João, C. de M.; LANDERS, John, N.; AMADO, Telmo, J. C.; RODRIGUES, Renato, A. R.; ROLOF, Glaucio; BLEY JÚNIOR, Cicero; ALMEIDA, Herlon G.; MOZZER, Gustavo, B.; BALBINO, Luiz, C.; GALERANI, Paulo, R.; EVANGELISTA, Balbino, A.; PELLEGRINO, Giampaolo, Q.; MENDES, Tiago, A.; AMARAL, Denise, D.; RAMOS, Elvison; MELLO, Ivo; RALISCH, Ricardo. **O Aquecimento Global e a Agricultura de Baixa Emissão de Carbono**. Brasília: MAPA / EMBRAPA / FEBRAPDP, 2011, 75 p. Obtido em:

http://www.agricultura.gov.br/arg_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Abc/8.pdf

CORDEIRO, Luiz, A. M.; BALBINO, Luiz, C.; GALERANI, Paulo, R.; DOMIT, Lineo, A.; SILVA, Paulo, C.; KLUTHCOUSKI, João; VILELA, Lorival; MARCHÃO, Robelio, L.; SKORUPA, Ladislau, A.; WRUCK, Flavio, J. Transferência de Tecnologias para Adoção da Estratégia de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. In: CORDEIRO, Luiz, A. M.; VILELA, Lorival; KLUTHCOUSKI, João; MARCHÃO, Robelio, L. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa. 2015. 393 p. Obtido em : <http://mais500p500r.sct.embrapa.br/view/pdfs/90000033-ebook-pdf.pdf>

CORDEIRO, Luiz, A.M.; VILELA, Lorival; MARCHÃO, Robelio, L.; KLUTHCOUSKI, João; MARTHA JÚNIOR, Geraldo, B. **Integração Lavoura-Pecuária e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo**. Cadernos de Ciência & Tecnologia, v. 32, 2015 p.15-43. Obtido em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1036776/1/Integracaolavourapecuaria.pdf>

DEVENDRA, C.; THOMAS, D. **Smallholder farming systems in Asia**. Agricultural Systems, v.71, 2002, p.17-25. Obtido em : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X01000336>

EHRENBERGEROVÁ, Lenka; CIENCIALA, Emil; KUCERA, Ales; GUY, Ludivine; HABROVÁ, Hana **Carbon stock in agroforestry coffee plantations with different shade trees in Villa Rica, Peru**. Agroforestry Systems, v. 89, 2015, p 1-13. Obtido em: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10457-015-9865-z>

GALFORD, Gillian, L.; SOARES-FILHO, Britaldo; CERRI, Carlos, E. P. **Prospects for land-use sustainability on the agricultural frontier of the Brazilian Amazon**. Phil Trans R Soc, v.368, 2013, p.1619-1624. Obtido em: <http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/368/1619/20120171>

GIRALDO, A.; ZAPATA, M.; MONTOYA, E. **Captura y flujo de carbono en un sistema silvopastoril de la zona Andina Colombiana**. Asociación Latinoamericana de Producción Animal, v.14, 2008, n. 4, p. 241-245. Obtido em: <http://www.bioline.org.br/pdf?la08033>

GORDON, A. M.; NASESH, R. P. F.; THEVATHASAN, V. How much carbon can be stored in Canadian agroecosystems using a silvipastoral approach. In: MOSQUERA-LOSADA, M. R.; RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A.; MCADAM, J. **Silvipastoralism and sustainable land management. Proceedings of an international congress on silvipastoralism and sustainable management held in Lugo, Spain**, CAB International: 2005, p. 210-218.

HAILE, Solomon, G.; NAIR, P.K.; NAIR, Vimala, D. **Carbon storage of different soil-size fractions in Florida silvipastoral systems**. Journal of Environmental Quality, v. 37, 2008, p. 1789-1797. Obtido em: https://www.researchgate.net/publication/23158499_Carbon_Storage_of_Different_Soil-Size_Fractions_in_Florida_Silvipastoral_Systems

JOSE, Shibu. **Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview**. Agroforestry Systems, v. 76, 2009, p.1-10. Obtido em: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10457-009-9229-7>

KLUTHCOUSKI, João; CORDEIRO, Luiz, A. M.; VILELA, Lorival; MARCHÃO, Robelio, L.; SALTON, J. C.; MACEDO, Marcos, C. M.; ZIMMER, A. H.; BALBINO, Luiz C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, Vanderlei; MÜLLER, M. Conceitos e modalidades da estratégia de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. In: CORDEIRO, Luiz, A. M.; VILELA, Lorival; KLUTHCOUSKI, João; MARCHÃO, Robelio L. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015, p. 21-33.

KUMAR S.; UDAWATTA, R. P.; ANDERSON, S.H. **Root length density and carbon content of agroforestry and grass buffers under grazed pasture systems in a Hapludalf**. Agroforestry Systems, v. 80, 2010, p. 85-96. Obtido em: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10457-010-9312-0>

LEE, Jeffrey L.; DODSON, Rusty **Potential carbon sequestration by afforestation of pasture in south-central United States**. Agroclimatology, v. 88, 1996 p. 381-384. Obtido em: https://www.researchgate.net/publication/250103678_Potential_Carbon_Sequestration_by_Afforestation_of_Pasture_in_the_South-Central_United_States

LOSS, Arcângelo; PEREIRA, Marcos G.; BEUTLER, Sidinei J.; PERIN, Adriano; ANJOS, Lúcia H. C. **Densidade e fertilidade do solo sob sistemas de plantio direto e de integração lavoura-pecuário Cerrado**. Rev. Cienc. Agrar., v. 55, 2012, n. 4, p. 260-268. Obtido em: <http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/rca.2012.066>

MACEDO, Marcia, N.; DEFRIESA, Ruth, S.; MORTON, Douglas, C; STICKLER, Claudia, M.; GALFORD, Gillian, L.; SHIMABUKURO, Yosio, E. **Decoupling of deforestation and soy production in the southern Amazon during the late 2000s**. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 109, 2012, n. 4, p. 1341-1346. Obtido em: <http://www.pnas.org/content/109/4/1341.abstract>

MACKAY, A.; DOBB, M. B. **Silvipastoralism using tended poplars on New Zealand hill country: the opportunities**. Proceedings of the New Zealand Grassland Association, v. 61, 1999, p. 84-89. Obtido em: http://www.grassland.org.nz/publications/nzgrassland_publication_498pdf

MANGALASSERY, Shamsudheen.; DAYAL, Devi; MEENA, Shina, L.; RAM, Bhagirath. **Carbon sequestration in agroforestry and pasture systems in arid northwestern India**. Current Science, v. 107, 2014, n. 8, p. 1290-1293. Obtido em: <http://www.currentscience.ac.in/Volumes/107/08/1290.pdf>

MONTAGNINI, Florencia; FINNEY, C. **Payments for environmental services in Latin America as a tool for restoration and rural development**. Ambio, v. 40, 2011, n. 3, p. 285-297. Obtido em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21644457>

MONTAGNINI, Florencia.; IBRAHIM, Mohammad.; RESTREPO, Enrique, M. **Silvopastoral systems and climate change mitigation in Latin America.** Bois et Forêts des Tropiques, n. 316, 2013, p. 3-16. Obtido em:

<https://drflorenciamontagnini.files.wordpress.com/2015/03/montagnini-et-al-2013-sps-climate-mitigation.pdf>

MONTAGNINI, Florencia; NAIR, P. K. R. Carbon sequestration: an underexploited environmental benefit of agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, v. 61, 2004, p. 281-295. Obtido em:

<http://link.springer.com/article/10.1023/B:AGFO.0000029005.92691.79>

MÜLLER, Marcelo, D.; FERNANDES, Elizabeth, N.; CASTRO, Carlos, R.T.; PACIULLO, Domingos, S.C.; ALVES, Frederico, F. **Estimativa de acúmulo de biomassa e carbono em sistema agrossilvipastoril na Zona da Mata Mineira.** *Pesquisa Florestal Brasileira*, v.60, 2009, p.11-17. Obtido em: <http://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/41/46>

NAIR, P.K.R.; TONUCCI, R.G.; GARCIA, R.; NAIR, V.D. Silvopasture and carbon sequestration with special reference to the Brazilian savanna (Cerrado). In: KUMAR, B.M.; NAIR, P.K.R. (Ed.). **Carbon sequestration potential of agroforestry systems: opportunities and challenges.** London: New York: Springer, 2011, p. 145-162. Obtido em:

http://library.uniteddiversity.coop/Permaculture/Agroforestry/Carbon_Sequestration_Potential_of_Agroforestry_Systems-Opportunities_and_Challenges.pdf

NYAKATAWA, Ermson, Z.; MAYS, David, A.; NAKA, Kosma; BUKENYA, James O. **Carbon, nitrogen, and phosphorus dynamics in a loblolly pine-goat silvopasture system in the Southeast USA.** *Agroforestry Systems*, v. 86, 2012, n. 2, p. 129-140. Obtido em: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10457-011-9431-2>

OELBERMANN, Maren; VORONEY, Raul P.; GORDON, A. M. **Carbon sequestration in tropical and temperate agroforestry systems: a review with examples from Costa Rica and southern Canada.** *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 104, 2004, n. 3, p. 359-377. Obtido em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880904001471>

OFUGI, Claudio; MAGALHÃES, Luiz, L.; MELIDO, Raul, C. N.; SILVEIRA, Vanderlei. P. Integração lavoura-pecuária (ILPF), sistemas agroflorestais (SAFs). In: TRECENTI, R. et al. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária-silvicultura: boletim técnico.** Brasília: MAPA/SDC, 2008, p. 20-25. Obtido em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000294&pid=S1516-3598201000130001800087&lng=pt

PAUDEL, Bodh, R.; UDAWATTA, Ranjith, P.; KREMER, R. J.; ANDERSON, Stefen, H. **Agroforestry and grass buffer effects on soil quality parameters for grazed pasture and row-crop systems.** *Applied Soil Ecology*, v. 48, 2011 p.125-132. Obtido em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0929139311000771>

SALTON, J. C.; OLIVEIRA, P.; TOMAZI, M.; RICHETTI, A.; BALBINO, L. C.; FLUMIGNAM, D.; MERCANTE, F.M.; MARCHÃO, R. L.; CONCENÇO, G.; SCORZA JUNIOR, R. P.; ASMUS, G. L. Benefícios da adoção da estratégia de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). *Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde.* Brasília, DF: Embrapa, 35-51 p. 2015.

SILVA, Ismael, M.; ARAKAKI, Kátia, K. **Carbono florestal em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta.** *Revista de Política Agrícola*, v. 4, 2012, p. 91-105. Obtido em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/267>

STEINBEISS, Sibylle; BEBLER, Holger; ENGELS, Christof.; TEMPERTON, Vicky, M.; BUCHMANN, Nina; ROSCHER, Christiane.; KREUTZIGER, Yvonne; BAADE, Jussi; HABEKOST, Maike; GLEIXNER, Gerd **Plant diversity positively affects short-term soil carbon storage in experimental grasslands.** *Global Change Biology*, v. 14, 2008, p. 2937-2949. Obtido em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2486.2008.01697.x/full>

TSUKAMOTO FILHO, Antonio, A.; COUTO, Laércio; NEVES, Júlio, C.L.; PASSOS, Carlos, A.M.; SILVA, Márcio, L. **Fixação de carbono em um sistema agrossilvipastoril com eucalipto na região do Cerrado de Minas Gerais.** *Revista Agrossilvicultura*, v.1, 2004, p.29-41. Obtido em: <http://www.sbag.org.br/03-SBAG-v1-n1-2004-29-41.pdf>

UDAWATTA, Ranjith, P.; JOSE, Shibu. **Carbon sequestration potential of agroforestry practices in temperate North America.** *Agroforestry Systems*, v. 86, 2012, p. 225-242. Obtido em: http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-94-007-1630-8_2

VILELA, Lorival; MARTHA JUNIOR, Geraldo, B.; MACEDO, Manuel, C.M.; MARCHÃO, Robelio, L.; JÚNIOR, Roberto, G.; PULROLNIK, Karina; MACIEL, Giovana, A. **Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, 2011, n.10, p.1127-1138. Obtido em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2011001000003

1. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, UNEMAT; lucio_af@hotmail.com

2. Engenheiro Florestal, Graduação Bacharel em Eng. Florestal, UNEMAT; pedropaulo_@hotmail.com

3. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, UNEMAT; macia_soares-af@hotmail.com

4. Professor Dr. do Departamento de Agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Caixa Postal 324, 78580-000 Alta Floresta; yama@unemat.br

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 31) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a webmaster]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados