

## **Estudo da consorciação de práticas agropecuárias para o desenvolvimento de sistemas sustentáveis e eficientes na produção de ovinos de corte**

### **Consortium study of agricultural practices for the development of sustainable and efficient systems in the production of beef sheep**

DOI:10.34117/bjdv7n1-075

Recebimento dos originais: 10/12/2020

Aceitação para publicação: 06/01/2021

#### **Ronaildo Fabino Neto**

Doutorando em Zootecnia pela Universidade Federal de Goiás

Instituição: Instituto Federal Goiano - Campus Ceres

Endereço: Rodovia GO 154, Km 03, Zona Rural, CP 51, Ceres-GO, Brasil

E-mail: ronaildo.neto@ifgoiano.edu.br

#### **José Alexandre Agiova da Costa**

Doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Instituição Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Campo Grande – MS

Av. Rádio Maia, 830 – Vila Popular, Campo Grande MS

E-mail: alexandre.agiova@embrapa.br

#### **Marinaldo Divino Ribeiro**

Pós-Doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa

Instituição: Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás

Endereço: Rodovia Goiânia, Km 8 s/n Campus - Samambaia, Goiânia - GO, Brasil

E-mail: mdr7@ufg.br

#### **Mônica Maria de Almeida Brainer**

Doutora em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco

Instituição: Instituto Federal Goiano - Campus Ceres

Endereço: Rodovia GO 154, Km 03, Zona Rural, CP 51, Ceres-GO, Brasil

E-mail: monica.brainer@ifgoiano.edu.br

#### **Eliana Paula Fernandes Brasil**

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás

Instituição: Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás

Endereço: Rodovia Goiânia, Km 8 s/n Campus - Samambaia, Goiânia - GO, Brasil

E-mail: elianafernandes@ufg.br

### **RESUMO**

A demanda por proteína animal em 2050 aumentará em 50% em relação a atual. Contudo, sistemas de produção agropecuária precisam atender as exigências por sistemas ecologicamente sustentáveis e eficientes que contribuam para mitigação dos gases de efeito estufa (GEE). Esta revisão objetiva caracterizar, elucidar e entender as técnicas que integram um sistema sustentável de produção agropecuária e suas interações, e assim, aplicar no desenvolvimento de sistemas integrados sustentáveis para produção de ovino de corte. O governo brasileiro se comprometeu na COP 21 (Conferência da Parte de 2015)

a reduzir em 43% até 2030 a emissão de GEE. No entanto, a atividade agropecuária no Brasil respondia até 2018 por 25% da emissão de GEE. A pecuária nacional tem sido criticada pela baixa eficiência no uso do solo, devido à predominância dos modelos extensivos de produção agropecuária, os quais permitem o aumento da degradação das pastagens, sendo que esta degradação corresponde a 57% de 168,85 milhões de ha de pastagem. Além disso, há o baixo desempenho animal que faz aumentar o tempo de permanência do animal na pastagem emitindo CH<sub>4</sub> entérico. Soma-se a isso, a prática da monocultura, que impede a ciclagem dos nutrientes do solo. Essas práticas agrícolas são os principais contribuintes nacionais para o aquecimento global. Diante disso, políticas nacionais têm sido desenvolvidas, agenciando adoções de práticas agropecuárias sustentáveis consorciadas com o uso de sistema de plantio direto, com o uso de plantas de fixação biológica de nitrogênio, integração lavoura pecuária e a rotação de culturas. A criação de ovinos tem despertado interesse por ser considerada uma alternativa para diversificação do sistema integrado de produção agropecuária, garantindo assim, ganhos na cadeia de valores das atividades. A adoção dessas práticas, contribuiu para mitigação de mais de 44 milhões de tonelada de CO<sub>2</sub> eq entre 2009 a 2020. Dessa forma, a legitimação consorciada dessas práticas pode contribuir para um sistema sustentável de produção de ovinos de corte.

**Palavras-chave:** *Cajanus cajan*, fixadora biológica de nitrogênio, gases de efeito estufa, ovinocultura, sistema de plantio direto.

#### ABSTRACT

The demand for animal protein in 2050 will increase by 50% compared to the current one. However, agricultural production systems meet the requirements of ecologically sustainable and efficient systems that contribute to the mitigation of greenhouse gases (GHG). This review aims to characterize, elucidate and understand how techniques that integrate a sustainable system of agricultural production and their interactions, and thus apply to the development of sustainable integrated systems for the production of beef sheep. The Brazilian government committed itself at COP 21 (2015 Conference of the Party) to reduce GHG emissions by 43% by 2030. However, agricultural activity in Brazil accounted for 25% of GHG emissions by 2018. National livestock has been criticized for its low efficiency in land use, due to the predominance of extensive models of agricultural production, which allow the increase of pasture degradation, with this degradation corresponding to 57% of 168.85 million ha of pasture. In addition, there is the low animal performance that increases the time the animal stays in the pasture emitting enteric CH<sub>4</sub>. Added to this, the practice of monoculture, which prevents the cycling of soil nutrients. These agricultural practices are the main national contributors to global warming. In view of this, national policies have been developed, organizing the adoption of sustainable agricultural practices intercropped with the use of no-till systems, with the use of biological nitrogen correction plants, livestock crop integration and crop rotation. Sheep breeding has aroused interest as it is considered an alternative to diversify the integrated agricultural production system, thus ensuring gains in the activities' value chain. The practice of these practices contributed to the mitigation of more than 44 million tons of CO<sub>2</sub> eq between 2009 and 2020. In this way, the consortium legitimation of these practices can contribute to a sustainable system of production of sheep.

**Keywords:** biological nitrogen fixer, *Cajanus cajan*, greenhouse gases, no-till system, sheep farming.

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com os relatórios da Food and Agricultural Organization (FAO), existe demanda mundial de 58% na produção de proteína animal com aumento exponencial até 2050 (FAO, 2011; GERBER et al., 2013). Além dessa exigência, há cobrança das sociedades científicas ambientais mundiais por desenvolvimento de sistemas produtivos ecologicamente sustentáveis e eficientes (GERBER et al., 2013; SAATH; FACHINELLO, 2018), que contribuam com a preservação ambiental, com a conservação e recuperação de solos degradados e que colabore para a redução da emissão de gases de efeito estufa (GEE) (OPIO et al., 2013; AN et al., 2015; BUNGENSTAB et al., 2019a).

As cadeias de valores, as quais relacionam todas atividades desenvolvidas no agronegócio visando a máxima qualidade de serviços e/ou produtos finais ao cliente e que garantem a competitividade de mercado (BARBOSA; SCAVARDA, 2015), têm se expandido muito na região Centro-Oeste, com aumento significativo no rebanho de bovinos de corte, suínos e frangos como fontes de proteína animal (BALBINO et al., 2019b; BUNGENSTAB et al., 2019a). Não diferente desses, a produção de ovinos de corte na região do Cerrado tem chamado atenção de pesquisadores e produtores rurais como atividade alternativa de alto potencial (MARTINS et al., 2016a; COSTA et al., 2018). Mesmo porque, no Brasil, ainda é considerável a quantidade de carne de ovinos importada, cerca de 5,5 mil toneladas em 2016 (CNA, 2018). Contudo, a ovinocultura brasileira ainda enfrenta muitos desafios a serem superados.

A degradação da pastagem na região do cerrado brasileiro tem sido tratada por pesquisadores e produtores como um problema muito grave para a atividade agropecuária, visto que é um processo dinâmico que reduz a produtividade do solo e, conseqüentemente, diminui o desempenho animal (ALMEIDA; ALVES, 2020). Outro problema, é o uso da monocultura que é responsável pela queda contínua da produtividade do solo ao longo dos anos, pois essa prática leva ao empobrecimento das qualidades química, física e biológica, tornando o solo menos resiliente (DREWER et al., 2017; PIVA et al., 2019a).

Como soluções, pode-se destacar os sistemas integrados de lavoura-pecuária-floresta (ILPF), sistema de plantio direto (SPD), recuperação de pastagens degradadas (RPD) e a fixação biológica de nitrogênio (FBN) como principais tecnologias para desenvolvimento da agropecuária sustentável (BUNGENSTAB et al., 2019b), e que são consideradas como importantes ferramentas do Brasil para atender o primeiro compromisso voluntário de redução da emissão dos GEE, proposto em 2009 na 15ª

Conferência das Partes (COP-15), que culminou com a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) (BRITO, 2018; ANGELO; RITTL, 2019). Todas as variações dos sistemas integrados de produção agropecuária (agropastoril, silvopastoril e agrossilvopastoril) são conhecidos com ILPF, por ser este o mais completo (REDE ILPF, 2020).

Os sistemas ILPF contribuem na redução de pastagens degradadas por meio da recuperação das características produtivas do solo, que promove aumento da capacidade de estoque de CO<sub>2</sub> -equivalente (CO<sub>2</sub> -eq) (SCHETTINI et al., 2019), e como consequência, reduz a emissão de GEE (ASSMANN et al., 2014; FRANZLUEBBERS et al., 2017;). Além disso, ILPF possibilita a diversificação e o aumento das fontes de renda do produtor (BALBINO et al., 2019b). O potencial dos ILPF se deve à capacidade de consorciar as práticas agrícolas de conservação e recuperação do solo, como RPD, SPD e uso de plantas leguminosas para FBN no solo na mesma área (COSTA et al., 2017b; CARUSO, 2019).

De acordo com Brasil (2011) e Caruso (2019), todas essas práticas agrícolas estão descritas no Programa para Redução da Emissão de GEE na Agricultura (Programa ABC), sendo estas práticas instrumentos utilizados na avaliação para incentivo/concessão ao crédito facilitado pelo Governo Federal através do Plano ABC.

Dessa forma, o objetivo dessa revisão é caracterizar, elucidar e entender as técnicas que integram um sistema sustentável de produção agropecuária e suas interações, afim de serem aplicadas em sistemas integrados de produção para o desenvolvimento da ovinocultura de corte com sustentabilidade e eficiência produtiva.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 CARACTERÍSTICA DO SISTEMA INTEGRADO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA – ILPF**

As atividades pecuárias brasileiras se caracterizam como sistemas que vão desde extensivos, passando pelo semi-intensivo, aos intensivos. Suas classificações se dão mediante nível de aplicação de fatores como: densidade animal, tecnologia aplicada, produtividade dos animais, investimento em mão de obra qualificada e equipamentos, preocupação com a qualidade do solo, preocupação com adaptação às mudanças climáticas, e, principalmente, com o grau de sustentabilidade desses sistemas (ABREU; LOPES, 2005).

Os sistemas intensivos exigem maior custo de produção, porém maior intensidade de produção e maior giro de capital, pois demandam maior aplicação de tecnologia, equipamentos de alto custo e mão de obra altamente qualificada, gerando maior produtividade. Os sistemas extensivos, por sua vez são mais simples, por terem baixo investimento tecnológico e mão de obra pouco qualificada, além de evidenciar o uso desgastante do solo com pouca ou nenhuma prática de conservação em áreas extensas (PEDREIRA; PRIMAVESI, 2011).

Dessa forma, muitas pesquisas têm sido desenvolvidas com estudos que visam à recuperação de áreas de pastagens degradadas. Esses estudos têm desenvolvido sistemas integrados de produção agropecuária, os quais integram as atividades de produção agrícola, pecuária e floresta, idealizando sistemas sustentáveis, que contribuem para a mitigação dos GEE.

A integração dessas três atividades (agricultura, pecuária e floresta) em uma mesma área, passou a ser conhecido como sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) por ser o sistema mais completo, visto que representa a soma de todas as técnicas empregadas no Sistema Integrado de Produção Agropecuária (SIPA), que tem como premissa a associação de cultivo agrícola com produção animal, somado ainda ao plantio de floresta comercial. Desse modo, ILPF tem sido utilizado como termo para se referir a todos os outros sistemas de integração (REDE ILPF, 2020).

O sinergismo, que consiste em benefício mútuo verificado entre os componentes dos sistemas de ILPF (solo, planta e animal), é fundamentalmente importante para garantir o desenvolvimento sustentável e o aumento eficiente da produtividade (LEMAIRE et al., 2014). De acordo com Balbino et al.(2019b) o sistema ILPF tem como conceito, melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo para o perfeito desenvolvimento do componente planta, além de promover a capacidade de redução da emissão dos GEE, e conseqüentemente, melhorar a produtividade da forragem com qualidade, contribuindo assim, para o maior desempenho animal (LIMA; GAMA, 2018).

Os sistemas de produção que integram as atividades pecuária e agrícola (ILP, SIPA ou agropastoril) em uma mesma área, tem como objetivo intensificar o uso da terra com emprego de práticas de recuperação e conservação do solo (BUNGENSTAB et al., 2019a). Consiste ainda, em somar as técnicas de manejo rotativo de cultura e pastejo dos animais, para produção de grãos, e ao mesmo tempo, formação de pastagem para produção animal. O sistema ILP está na vanguarda, representado 83% de todas áreas implantadas no Brasil com sistemas ILPF (REDE ILPF, 2020).

Além do ILP, há outros três grupos de integração como: Integração Pecuária-Floresta (IPF ou silvipastoril, com 7% representação), o qual associa a produção animal (gado de leite, corte, ovinos, caprinos) com cultivo de árvore florestal de fins comerciais (eucalipto, seringueira, teca, etc.) ou nativas (baru, jatobá, sucupira, etc.); a integração lavoura-floresta (ILF ou agroflorestal, com 1% de representação), a qual associa cultivos de grãos (milho, soja, sorgo, etc.) com floresta de fins comerciais; e integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF ou agrossilvipastoril) o qual tem representação de 9% das áreas implantadas com forte tendência de ampliação (COSTA et al., 2017a; REDE ILPF, 2020).

Os sistemas integrados de produção agropecuária desenvolvidos no Brasil, podem ser considerados como práticas agropecuárias e florestais que deram certo, visto que sua aplicação no território brasileiro soma mais de 15 milhões de hectares em 2018 (BUNGENSTAB et al., 2019a). O que é evidenciado pela existência das diferentes modalidades e formas de aplicação, estruturadas de acordo com as condições regionais (considerando o mercado, a logística, o relevo, o clima, o solo e a aptidão) e as diferentes necessidades, condições financeiras e objetivos dos produtores (BALBINO et al., 2019b). Outros países têm implantado esse sistema diante da observação dos sucessos alcançados no Brasil, tendo os mesmos alcançado resultados positivos (ABAGANDURA et al., 2019).

Sistemas ILPF são importantes ferramentas para amortizar o segundo compromisso do Governo Brasileiro, assumido na Conferência das Partes de 2015 (COP-21), em Paris, para redução da emissão de GEE (CARUSO, 2019). O Brasil se comprometeu a reduzir a emissão de GEE em 37% e 43% em até 2025 e 2030, respectivamente, com adoção de tecnologias de produção agropecuária sustentáveis (BRITO, 2018). Em 2009 na COP-15 em Copenhague, o governo brasileiro já havia assumido o compromisso voluntário de reduzir entre 36% e 38% das emissões até 2020 (BRASIL, 2018).

Para atender a essa demanda foram propostos: aumento para 15 milhões ha de área recuperação com pastagens degradadas (RPD), o aumento de 4 milhões de ha área sob sistema de ILPF, aumento em 8 milhões de ha área com SPD, aumento em 5,5 milhões de ha de áreas com uso de plantas leguminosas para FBN e o tratamento de 4,4 milhões de m<sup>3</sup> de resíduo animal (CARUSO, 2019). Para ILPF, já em 2015, o Brasil somava um total de 11,47 milhões de ha implantados com ILPF. E em 2018, a área total com ILPF somava 15,5 milhões de ha, o que já supera a demanda do compromisso de 2015 feito na COP-21 (REDE ILPF, 2020). A adoção do SPD alcançou mais de 33 milhões de ha em

2017 e expansão de 9,97 milhões de ha de 2010 a 2016. Já para o total de área implantado com o sistema FBN, o alcance foi de 33,31 milhões de ha em 2016, superando em mais de 9,90 milhões de ha entre 2010 a 2016, o equivalente 181% da meta estabelecida. No que diz respeito a RPD, o volume de expansão de área pode ultrapassar os 10 milhões de ha no período de 2010 a 2017 (BRASIL,2017; BRASIL, 2018).

O emprego de ILPF por proprietários rurais pode transformar uma propriedade rural em empresa produtiva, sustentável, econômica e ecológica por apresentar as seguintes vantagens: reabilitação das áreas degradadas; baixo custo e facilidade da aplicação das práticas de conservação e recuperação do solo e pastagens; melhoria nas propriedades física, química e biológica do solo; maior controle de pragas, doenças e ervas daninhas; aumento da capacidade de fixação de nitrogênio e estoque de CO<sub>2</sub>-eq do solo, contribuindo assim, para a redução da emissão dos GEE; aumento da eficiência de uso dos fertilizantes químicos; aumento da produtividade agropecuária; aumento da diversificação dos sistemas de produção, e conseqüentemente, das fontes de renda, com entrada contínua de receita o ano inteiro devido aos diferentes produtos para comercialização; além de outros pontos positivos. Juntos, esses pontos positivos classificam os ILPF como um sistema fundamental para o desenvolvimento social sustentável (SALTON, 2015; PIZA, 2017; BALBINO et al., 2019b; BUNGENSTAB et al., 2019a).

Contudo, o emprego de ILPF também enfrenta algumas dificuldades, tais como, o desafio para gerenciar a diversidade de atividade dentro do sistema; falta de recurso financeiro inicial; falta de assistência técnica especializada para auxiliar na integralização de todo o processo e de conhecimento das novas tecnologias; a proteção e a comercialização de conhecimentos e tecnologia; a falta de unidades de referências tecnológicas; poucos trabalhos com resultados relacionados aos sistemas ILPF, como na ovinocultura; o apego às tradições familiares passadas de pai para filho; a falta de conhecimento que desperta a desconfiança levando ao medo de sair da zona de conforto; a dificuldade de acesso à comunicação; a dificuldade da implantação do sistemas em algumas regiões; e outros fatores, sendo que a maioria está relacionada à falta de informação (BRITO, 2018; BALBINO et al., 2019b; BUNGENSTAB et al., 2019a).

Uma forma de superar tais dificuldades seria a divulgação das vantagens que o sistema possui. Balbino et al. (2019b) reforçam que, a relação de benefício mútuo entre os componentes dentro do sistema de ILPF se manifesta por meio do aumento da produção vegetal e animal na mesma área, pelo aumento da diversidade das fontes de

receita, pela redução do custo total da produção relacionado à eficiência de uso da infraestrutura, do solo e mão-de-obra qualificada e consequente aumento da receita líquida.

Portanto, a superação de tais dificuldades não se concretiza sem o investimento por partes dos órgãos governamentais em política pública de incentivo financeiro e ao desenvolvimento de pesquisa e extensão, que subsidiam a implantação dos sistemas. Nesse sentido, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), elaborou o programa Agricultura de Baixo Emissão de Carbono (Plano ABC) com objetivo de facilitar os financiamentos de projetos ligados ao desenvolvimento sustentável da agropecuária (GIL; SIEBOLD; BERGER, 2015; BRITO, 2018).

Sato et al. (2017) conduziram um experimento de longo período (iniciado em 1991 e finalizado em 2015) onde avaliaram fluxo do N<sub>2</sub>O em três sistemas de cultura: cultivo contínuo com preparo convencional e preparo anual do solo com disco e grade niveladora antes da colheita; cultivo contínuo em SPD com cobertura vegetal; sistema ILP sob SPD com *Brachiaria brizantha* cv.. Os autores utilizaram uma área de Cerrado nativa como referência. Após esse longo período de avaliação (24 anos) concluíram que o sistema ILP é uma das alternativas importantes para produção agrícola econômica de baixo emissão de carbono na agricultura consolidada no Plano ABC. Além disso, os resultados dessa pesquisa evidenciam o potencial para a mitigação de GEE.

## 2.2 A SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO NA OVINOCULTURA

As cadeias de valores do agronegócio têm se expandido muito na região Centro-Oeste, com aumento significativo no rebanho de bovinos de corte, e com um modesto avanço na ovinocultura (Costa *et al.*, 2018). Contudo, o que se vê ainda, é que a bovinocultura se faz presente em quase toda a totalidade dos modelos dos sistemas ILPF, sendo poucos os estudos de integração com inclusão de ovinos, ou até mesmo com outra espécie animal. Dessa forma, são escassas as informações sobre sistemas integrados com fundamento científico para dar suporte aos ovinocultores.

Salton et al. (2014) comparam as eficiências e o benefício ambiental do sistema de ILP (com período de rotação a cada dois anos entre soja e aveia integrado com pastejo para novilhas) com outros dois sistemas de rotação de cultura (convencional e plantio direto) sem integração com componente animal. Os autores avaliaram os atributos físicos, químicos e microbiológicos do solo, controle de ervas daninhas, controle de nematódeos



e produtividade da forragem, além da emissão dos GEE e qualidade e composição da matéria orgânica dos solos. Baseado nas atribuições do solo, os autores concluíram que o sistema ILP é agronomicamente viável e eficientemente ecológico e sustentável por ter promovido melhorias na qualidade do solo e aumento da produtividade entre os componentes, quando comparado aos sistemas convencionais.

Outra pesquisa conduzida por Piva et al. (2019b) com o objetivo de quantificar o impacto da fertilização por nitrogênio no pastejo de ovinos no período de inverno na emissão de  $N_2O$  e  $CH_4$  em solo sobre sistema de ILP em região subtropical do Brasil. Os tratamentos dessa pesquisa consistiam em avaliar três níveis de aplicação de nitrogênios (0, 75 e  $150 \text{ kg há}^{-1}$ ) em área com pastejo e área sem pastejo. Os autores concluíram que o uso de pastejo de ovinos diminuiu a emissão de  $N_2O$  e não influenciou no consumo de  $CH_4$  pelo solo considerando o solo como um sumidouro de  $CH_4$ .

Além de contribuir para atividade ecologicamente sustentável e eficiente, o sistema de ILP tem mostrado ser inovador no controle de verminoses, devido ao tempo de vazio para a vedação da pastagem, quebrando o ciclo de evolução dos endoparasitas (COSTA et al., 2018). Considerando ainda que a verminose é o principal problema limitante ou impeditivo para a atividade de terminação de cordeiros à pasto em regiões de clima quente e úmido, o ILP se mostra como alternativa muito interessante em sistemas de criação de ovinos (ALMEIDA et al., 2018).

Almeida et al. (2018) avaliaram quatro tipos de integração lavoura pecuária quanto ao nível de contaminação da pastagem por larvas infectantes (L3), e verificaram que o período de 300 dias sem a presença de animais em área de pastejo demonstrou ser eficiente para a descontaminação por larvas infectantes de nematódeos gastrintestinais de ovinos. Contudo, Faria et al. (2016) reforçam que a estratégia de aplicação dos sistemas com IPF, por exemplo, pode ser aplicado de diferentes maneiras, o que está associado às condições climáticas de cada região, a qual pode mudar significativamente e no nível de infestação da pastagem. Dessa forma, de acordo com esses autores, faz-se necessário avaliar as estratégias de manejo de controle de nematoides para se ter uma melhor eficiência.

Em um trabalho realizado por Faria et al. (2016) inoculando nematoides Tricostrogilídeos em pastagem de monocultura de gramínea comparado com sistema IPF sobre as influências climáticas, foi observado que para as amostras de fezes das ovelhas coletadas na pastagem, a maior infestação de larva foi na primavera, verão e inverno, sendo a maior contagem de  $30.199 \text{ L3/kg MS}$  em IPF e  $22.020 \text{ L3/kg MS}$  na

monocultura. Os autores afirmam ainda que a estação do outono apresentou a menor infestação de larvas nas fezes sob sistema IPF (4607,28 L3/kg MS em IPF 5870,20 L3/g MS na monocultura). Os autores observaram que, com relação às amostras do solo coletadas, a estação de inverno foi a única com maior infestação para IPF, (6112,74 L3/kg de MS para IPF e 4847,56 L3/kg MS na monocultura), demonstrando menor infestação no sistema IPF na estação de verão (2731,61 L3/kg Ms para IPF e 3336,56 L3/kg MS na monocultura) e outono (1131,47 L3/kg Ms para IPF e 2301,59 L3/kg MS na monocultura) e não demonstrado diferença significativo para primavera entre os tratamentos.

Além disso, Costa et al. (2018) e Costa e Gonzales (2014) citam que a ILP, além de interromper o ciclo dos parasitas intestinais na pastagem, também garante maior fertilidade no solo, que conseqüentemente, contribui para maior valor nutricional das forragens, o que pode promover melhor saúde aos animais e redução dos custos com anti-helmínticos.

Outro sistema de integração considerado por Costa et al. (2017a) interessante para a ovinocultura é o sistema de pastejo misto, também conhecido como integração pecuária-pecuária o qual consiste na consorciação entre mais de uma espécie do componente animal dentro de um dos sistemas ILPF. Neste tipo de integração, o pastejo dos animais pode ocorrer simultaneamente ou em sucessão, o que depende dos objetivos do manejo e da espécie animal envolvidas. O fundamento dessa técnica é a maximização do uso da forragem, proporcionando o aumento de produção dos animais, o que de uma maneira geral ultrapassa o desempenho produtivo das espécies isoladamente.

Diante desses achados, mais estudos precisam ser conduzidos para encontrar a melhor combinação de manejo dentro do sistema para controle de verminose dos ovinos, principalmente na fase de terminação de cordeiro, principal produto da ovinocultura de corte.

De acordo com a CNA (2018) o rebanho nacional de ovino em 2018 era de 18,9 milhões de cabeças, com destaque para a ovinocultura de corte. A ovinocultura de corte, é uma atividade com alto potencial e que apresenta o mercado interno aquecido, visto que em 2016 o Brasil importou mais de 5,5 mil ton de carne ovina, sendo essa quantidade superior em 5 % ao mesmo período de 2016 (Martins *et al.*, 2016b).

De acordo com a Embrapa Caprinos e Ovinos (2018), através do Boletim do Centro de Inteligência e Mercado (CIM), de 2006 para 2017 houve um aumento de 47,5% no volume de comercialização de ovinos em âmbito nacional. O CIM ainda observa que, nesse mesmo período, houve um aumento de 20,0% no número de estabelecimentos

ligados à cadeia de produção da ovinocultura. Contudo, os dados do CIM apontam para uma redução de 2,8 % do rebanho de ovino nesse período. Dessa forma, os dados sugerem que pode estar havendo um processo de aperfeiçoamento da produção com melhoras nos índices zootécnicos e nos padrões genéticos dos animais, o que de fato contribui para o aumento na produtividade do rebanho.

Mesmo assim, a produção de ovinos de corte no Brasil enfrenta ainda muitos desafios como a falta de pesquisas de qualidade para o desenvolvimento do sistema integrado de produção. O mercado de produção de ovino é dinâmico, o que leva ao envolvimento de diferentes frentes de ações para a promoção do desenvolvimento e fortalecimento da cadeia de valor da atividade. O setor é carente de informações, de análises estatísticas e de evidências científicas sólidas. Essa carência conduz ao baixo conhecimento do setor, o que reflete no baixo desenvolvimento de políticas estratégicas para o progresso da ovinocultura por parte de órgãos públicos e privados (EMBRAPA, 2018; NÓBREGA; VERGNE, 2018). Diante disso, torna-se necessário intensificar os estudos para o aumento da inclusão da ovinocultura em sistema ILPF.

### 2.3 SISTEMA DE PLANTIO DIRETO (SPD) *VERSUS* SISTEMA CONVENCIONAL (SPC)

O SPD tem se destacado como a tecnologia mais empregada e de grande potencial para o desenvolvimento de agricultura inteligente para o clima. O emprego do SPD contribui para o aumento de matéria orgânica sobre o perfil do solo, o que contribui para conservação da umidade e redução do efeito da radiação solar e das ações erosivas, com consequente aumento da população de macro e microrganismos no solo, contribuindo no aumento da aeração (ROSSET et al., 2016). Além disso, com a redução significativa da prática mecânica convencional de preparo do solo, ocorre também redução do custo no preparo da área para o plantio (BRASIL, 2011; DE SANT-ANNA et al., 2017). O SPD ainda contribui para a melhoria das características físicas e químicas do solo, devido ao aumento da porosidade e redução da lixiviação dos elementos químicos do solo (DREWER et al., 2017).

Outros benefícios do SPD são: manutenção da temperatura do solo na faixa ideal para atividade microbiana e desenvolvimento da planta; redução da perda de água por evaporação e enxurrada devido à proteção do solo por uma camada de palhada, o que reduz a ação direta dos raios solares e a ação de erosão de enxurradas, respectivamente; redução das infestações de pragas, doenças e plantas daninhas; dentre outras (ROSSET

et al., 2016; CRUZ et al., 2020). Contudo, o benefício do uso do SPD só será alcançado a médio e longo prazo de efetiva adesão na área.

O sistema de plantio convencional (SPC) de preparo do solo consiste no processo que inclui o revolvimento do solo com uso de implementos agrícolas, como arado, grade aradora (de disco ou aiveca) e grade niveladora. Esse processo de revolvimento dos solos objetiva a incorporação da camada de matéria orgânica (MO) sobre o solo, fazendo com que ocorra a aceleração do processo de decomposição, além de, contribuir para o controle de ervas daninhas, promover o destorroamento do solo que facilita as atividades de semeadura e adubação (ALBUQUERQUE FILHO et al., 2020).

A prática de SPC é conhecida por ser uma atividade de elevado custo, devido ao emprego de arados e grades em repetidas passagens na área, contudo, o sistema é o mais empregado na maioria das fazendas de agricultura. Além disso, o uso do SPC contribui para o processo contínuo de degradação do solo, tornando-o mais susceptível às ações climáticas, como erosão, lixiviação dos elementos químicos e redução da população microbiana do solo fundamentais ao desenvolvimento das plantas, causando a redução de nitrogênio do solo (COSTA et al., 2017b; BALBINO et al., 2019a).

Uma meta-análise foi conduzida por Shakoore et al. (2021) com o objetivo de examinar a capacidade de emissões de GEE com potencial de aquecimento global (PAG) e o rendimento da cultura em SPD em comparação ao SPC. Esses autores concluíram que, no geral, o SPD reduziu em até 7,6% o PAG em comparação ao SPC e que o aumento das taxas de fertilização com N sob SPD melhorou o rendimento da cultura em 58% e contribuiu para redução das emissões de GEE em até 23%.

Outra meta-análise conduzida por Huang et al (2018) que tinha como objetivo examinar a emissão de GEE e produtividade da lavoura com solo manejado em SPD em vários ambientes e condições de manejo e identificar os fatores que contribuíram para segurança alimentar e a mitigação da mudança climática em suporte para SPD com uma atividade agrícola inteligente para o clima (AIC). Esses autores concluíram que SPD é uma prática de manejo AIC efetiva com potencial para contribuir na mitigação das mudanças climáticas e promover a produção das lavouras.

Diante do exposto, está mais que justificada a importância da adoção do SPD como prática agrícola importante para uma agricultura sustentável devido à sua contribuição para redução de custo de produção, que contribui para RPD, aumentando a produtividade do solo e que tem um enorme potencial na mitigação da emissão dos GEE.

## 2.4 ROTAÇÃO DE CULTURA PARA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) no solo é outra tecnologia importante para desenvolvimento de agricultura sustentável. Trata-se de um fenômeno natural e fundamental para aumento da produtividade agropecuária devido à grande capacidade para fixar nitrogênio no solo. Esse fenômeno, ocorre em maior proporção em plantas leguminosas como soja, feijão, feijão-guandu, amendoim e outras (KEBEDE et al., 2016; CARVALHO et al., 2017).

Esse é um processo muito importante para as plantas, o qual consiste na redução do nitrogênio atmosfera ( $N_2$ ) à amônia ( $NH_3$ ) no solo podendo ser utilizado pelas plantas para inúmeras funções (RUFINI et al., 2016).

O nitrogênio é um nutriente essencial exigido em grande quantidade pelas plantas para seu desenvolvimento, sendo o nutriente mais limitante, seguido do fósforo. Contudo, a sua importância se dá pelo fato da fabricação do fertilizante nitrogenado ser mais cara, tanto economicamente quanto energeticamente, além de ser altamente volátil, podendo perder mais que 50% na aplicação (FUKAMI et al., 2017; BARBOSA et al., 2020).

As plantas leguminosas possuem capacidade de FBN devido à relação de simbiose da planta com a comunidade bacteriana (rizóbios) presente em nódulos, estrutura de grãos presas na raiz das plantas, capazes de fazer a ciclagem do nitrogênio, contribuindo na redução da emissão de GEE, como óxido nitroso ( $N_2O$ ), que é 310 vezes mais poluente que o  $CO_2$  (EMBRAPA CERRADO, 2016; BRASIL, MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, 2017).

Estirpes de *Bradyrhizobium* (bactéria fixadora de nitrogênio) são desenvolvidas em laboratório para serem inoculadas nas sementes, momentos antes da semeadura viabilizando o aumento do processo (EMBRAPA CERRADO, 2016; DE CARVALHO et al., 2017).

Rufini et al. (RUFINI et al., 2016) realizaram uma pesquisa para avaliar a otimização da relação simbiótica da bactéria do gênero *Bradyrhizobium* com seis variedades de feijão-guandu (*Cajanus cajan*) cultivar IAC Fava-Larga, sobre dois tipos de solo (latossolo e Inceptisol). Esses autores concluíram que, cinco das seis variedades avaliadas apresentam potencial para contribuir para o aumento da produtividade de grão em lavoura em sistema de integração, e que a variedade UFLA 03-320 tem potencial para ser usado como adubo verde. Pariz et al. (PARIZ et al., 2013) já haviam afirmado que o consórcio tríplice de milho mais capim-marandu mais feijão-guandu em sistema ILP sob

plântio direto, contribuiu para o aumento da produtividade de massa seca e verde total para ensilagem.

O uso do feijão-guandu com FBN tem mostrado ser vantajoso por contribuir para redução de custo de produção, devido proporcionar o enriquecimento do solo (fisicamente, quimicamente e biologicamente) e aumento do valor nutricional das culturas de interesse (milho e capim), pois reduz gasto com fertilizante nitrogenado e com suplementação animal, respectivamente (FRANCO; BALIEIRO, 2000; KEBEDE et al., 2016). Além disso, pode contribuir para redução da emissão de GEE, pois permite reduzir o excesso de nitrogênio aplicado na lavoura. Sendo que, o processo de produção de fertilizante químico, que também produz GEE, passa a ser minimizado (FRANCO; BALIEIRO, 2000).

Segundo Franco e Balieiro (2000) e Alvarenga et al. (2007), outro benefício está relacionado ao sistema radicular do feijão-guandu, pois com a decomposição dessas raízes pivotantes forma-se uma rede de canalículos no solo, promovendo o processo de troca gasosa e a movimentação de descendentes de íons e de água no solo mais profundo; e por fim, a parte aérea contribui para formação de palhada com alto valor de nutriente para solo, planta e animais, aumentando a produtividade de matéria seca total. Dessa maneira, o uso do feijão-guandu como FBN pode impactar positivamente a produtividade dos ILP, garantindo assim, um sistema sustentável.

De acordo com Rodrigues et al. (2017) e Vitousek et al. (2013) quatro são as formas que as plantas têm para adquirir nitrogênio, por meio da decomposição da matéria orgânica no solo que ao oxidar libera N no solo deixando disponível as raízes das plantas; por meio de descarga elétrica de raio, que representa menos que 10% do aporte desse nitrogênio disponível; por meio do uso dos adubo nitrogenados, o qual seu uso está relacionado com aumento emissão de GEE e poluição da água e; por fim e o mais eficiente é a técnica de FBN, processo pelo qual há a fixação de N disponível na atmosfera ao solo realizado por bactérias associadas às raízes das plantas.

Rondina et al. (2020), afirmam que bactérias com potencial de FBN em associação às plantas são desenvolvidas e melhoradas geneticamente em laboratório para serem inoculadas nas sementes das plantas. De acordo com esses autores, estudos têm sido desenvolvidos com aprimoramento da técnica de inoculação, como reinoculação e coinoculação. A reinoculação consiste em inocular bactérias em plantas em uma área que já tenha sido inoculada em lavouras anteriores, e que por isso, já estão presentes no solo.

O que se faz é fortalecer o aporte para o aumento da população desse microrganismo desejado (bactéria BFN) no solo.

A coinoculação consiste no processo de inoculação simultânea de dois ou mais microrganismos que apresentam relação sinérgica, na qual ambas se beneficiam, de modo que as ações entre elas sejam benéficas maiores do que quando inoculadas isoladamente (BARBOSA et al., 2020; RONDINA et al., 2020). Como exemplo, podemos citar a coinoculação da *Bradyrhizobium* spp., bactéria com grande habilidade para fixar nitrogênio, e a *Azospirillum brasilense* promotora de crescimento com capacidade de produzir hormônios vegetais, além de ter uma certa capacidade para fixar N (RONDINA et al., 2020).

Rondina et al. (2020) conduziram uma pesquisa, cujo o objetivo foi avaliar o efeito da inoculação com *Azospirillum brasilense* ou da aplicação do seu exsudado, via semente ou pulverizada na folha da soja sobre as características morfológicas da raiz e na nodulação, bem como, sobre o crescimento e produtividade da planta associada com a inoculação da *Bradyrhizobium* spp. Os autores concluíram que a coinoculação em soja com *Bradyrhizobium* e *A. brasilense* promoveu severa mudança na morfologia das raízes, aumentando a capacidade da planta para superar episódio de estresse hídrico em solos arenosos e permitindo alcançar maiores produtividades.

Contudo, sem a adoção de boas práticas de inoculação (BPI) há um grande risco do processo não apresentar a eficácia esperada. Para o sucesso da inoculação é necessário estar atento a detalhes, como por exemplo, verificação do registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) dos inoculantes, o que garante, que o inoculante passou por todos os testes de qualidade. Deve ficar atento também ao prazo de validade, além de observar as condições de transporte e armazenamento, pois se tratam de seres vivos que devem ser mantidos em temperaturas viáveis. Além disso, a dosagem deve ter uma concentração mínima de 1,2 milhões de células por semente, num volume mínimo de 100 ml de inoculantes por 50 kg de sementes (NOGUEIRA; HUNGRIA, 2014). É importante evitar a realização da inoculação na caixa de semeadura, pois esse processo não permite uma boa distribuição, além dos inoculantes não aderirem adequadamente à semente. Para inoculantes turfosos (de difícil aderência) faz-se necessário o uso de solução adesiva, conforme recomendado pelo fabricante.

De acordo com Nogueira e Hungria (2014), a adoção dessas BPI é o que contribui para o aumento da eficiência da FBN. Esses mesmos autores ressaltam que é necessário se atentar para as condições climáticas, temperatura e umidade do solo, o que garante a

sobrevivência das bactérias. Garantir que o solo esteja bem manejado com adubação e calagem na dosagem correta, pois a falta ou o excesso de nutriente, acidez e solo alcalino pode prejudicar atividade dos inoculantes (NOGUEIRA; HUNGRIA, 2014).

### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A aplicação das técnicas agropecuárias sustentáveis de produção (SPD, RPD, FBN, reinoculação, coinoculação, e rotação de cultura) em consorciação ou em sucessão, sob sistema ILPF, torna fundamental para o desenvolvimento da atividade agropecuária sustentáveis, eficiente, que contribui para mitigação dos GEE e que atender ao contínuo aumento da demanda social mundial por alimentos. Dessa forma, é fundamental antes de implantar um sistema, compreender essas técnicas e suas interações a fim de explorar com mais eficiência os recursos do solo, reduzindo a degradação do solo e torná-lo mais resiliente.

Sendo assim, ainda se faz necessário continuas pesquisas com o desenvolvimento dos diferentes arranjos de sistema integrado de produção que incluam diferentes espécies animais além dos bovinos, como meio de promover a diversificação e o aumento da renda dos produtores.

É necessário ainda, que as pesquisas atendam aos anseios da sociedade científica mundial por sistemas agropecuários ecologicamente sustentáveis, e em sintonia com a pegada de carbono e que sejam, produtivamente eficientes, com técnicas que otimizem o custo de produção. E, por fim, que promovam o desenvolvimento social e econômico, com tecnologia acessível ao pequeno, médio e grande produtor rural.



## REFERÊNCIAS

- ABAGANDURA, G. O.; ŞENTÜRKLÜ, S.; SINGH, N.; KUMAR, S.; LANDBLOM, D. G.; RINGWALL, K. Impacts of crop rotational diversity and grazing under integrated crop-livestock system on soil surface greenhouse gas fluxes. PLOS ONE, v. 14, n. 5, p. e0217069, 22 maio 2019. Disponível em: <<https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0217069>>.
- ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de; PEREIRA FILHO, I. A.; VIANA, J. H. M.; ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C. Preparo convencional do solo. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_32\\_59200523355.html#](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_32_59200523355.html#)>. Acesso em: 16 abr. 2020.
- ALMEIDA, R. G. De; ALVES, F. V. Diretrizes Técnicas para Produção de Carne com Baixa Emissão de Carbono Diretrizes Técnicas para Produção de Carne com Baixa Emissão de Carbono Certificada em Pastagens Tropicais : Carne Baixo Carbono ( CBC ). Embrapa Gado de Corte, n. March, p. 36, mar. 2020. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/339953475%0ADiretrizes>>.
- ALMEIDA, F. A.; PIZA, M. L. S. T.; BASSETTO, C. C.; STARLING, R. Z. C.; ALBUQUERQUE, A. C. A.; PROTES, V. M.; PARIZ, C. M.; CASTILHOS, A. M.; COSTA, C.; AMARANTE, A. F. T. Infection with gastrointestinal nematodes in lambs in different integrated crop-livestock systems (ICL). Small Ruminant Research, v. 166, n. October 2017, p. 66–72, set. 2018. Disponível em: <[10.1016/j.smallrumres.2018.07.009](https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.07.009)>.
- ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; RAMALHO, J. H.; GARCIA, J. C.; VIANA, M. C. M.; CASTRO, A. a. D. N. Sistema de Integração Lavoura-Pecuária: O modelo implantado na Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, v. 93, p. 9, 2007. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/482993/1/Circ93.pdf>>.
- AN, N.; FAN, M.; ZHANG, F.; CHRISTIE, P.; YANG, J.; HUANG, J.; GUO, S.; SHI, X.; TANG, Q.; PENG, J.; ZHONG, X.; SUN, Y.; LV, S.; JIANG, R.; DOBERMANN, A. Exploiting Co-Benefits of Increased Rice Production and Reduced Greenhouse Gas Emission through Optimized Crop and Soil Management. PLOS ONE, v. 10, n. 10, p. e0140023, 9 out. 2015. Disponível em: <<https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0140023>>.
- ANGELO, C.; RITTL, C. Análise das Emissões Brasileiras de Gases de Efeito Estufa e suas implicações para as metas do Brasil: 1970 - 2018. Disponível em: <[http://www.observatoriodoclima.eco.br/wp-content/uploads/2019/11/OC\\_SEEG\\_Relatorio\\_2019pdf.pdf](http://www.observatoriodoclima.eco.br/wp-content/uploads/2019/11/OC_SEEG_Relatorio_2019pdf.pdf)>.
- ASSMANN, J. M.; ANGHINONI, I.; MARTINS, A. P.; COSTA, S. E. V. G. de A.; CECAGNO, D.; CARLOS, F. S.; CARVALHO, P. C. de F. Soil carbon and nitrogen stocks and fractions in a long-term integrated crop–livestock system under no-tillage in southern Brazil. Agriculture, Ecosystems & Environment, v. 190, p. 52–59, jun. 2014. Disponível em: <[10.1016/j.agee.2013.12.003](https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.12.003)>.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; MARCHÃO, R. L.; SANTOS, G. G. Manejo de solos em sistemas de integração lavoura-pecuária e lavoura-pecuaria-floresta. In: Manejo e conservação do solo e da água. [s.l: s.n.]p. 19–22.
- BALBINO, L. C.; KICHEL, A. N.; BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. de. Sistemas de integração : conceitos , considerações , contribuições e desafios. In: EMBRAPA (Ed.). ILPF Inovação com Integração de Lavoura, Pecuária e Floresta. [s.l: s.n.]p. 19.
- BARBOSA, Ca. K. R.; REIS, J. N. dos; BRIGANTE, G. P.; JUNIOR, K. S. F. Adubação

- nitrogenada, inoculação e coinoculação na cultura do feijoeiro-comum.pdf. Caderno de Ciências Agrárias, v. 12, p. 01–06, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/19307/16547>>.
- BARBOSA, F. S.; SCAVARDA, A. J. Cadeia de valor de megaeventos: um estudo de caso de uma feira de negócios agropecuários. *Gestão & Produção*, v. 25, n. 3, p. 626–644, 29 set. 2015. Disponível em: <10.1590/0104-530x1231-14>.
- BRASIL, MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, I. e C. Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil- 4ª edição 2017. Disponível em: <<https://sirene.mctic.gov.br/portal/opencms/publicacao/index.html>>.
- BRASIL, M. da A. P. e A. Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas para Consolidação da Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura – PLANO ABC. [s.l: s.n.]v. 4
- BRASIL, M. da A. P. e A. Adoção e mitigação de Gases de Efeitos Estufa pelas tecnologias do Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas (Plano ABC). [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/plano-abc-em-numeros/arquivos/ResumodaadoemitigaodegasesdeefeitosestufapelastecnologiasdoPlanoABCPeriodo2010a2018nov.pdf>>.
- BRITO, O. H. de B. Eficácia dos indicadores do plano de agricultura de baixa emissão de carbono (Plano ABC). [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/3428>>.
- BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. De; LAURA, V. A.; BALBINO, L. C.; FERREIRA, A. D. ILPF inovação com integração de lavoura , pecuária e floresta. [s.l.] Embrapa, 2019a. . Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1113064/ilpf-inovacao-com-integracao-de-lavoura-pecuaria-e-floresta>>.
- BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. De; LAURA, V. A.; BALBINO, L. C.; FERREIRA, A. D. ILPF inovação com integração de lavoura , pecuária e floresta. In: [s.l: s.n.]p. 835.
- CARUSO, T. C. Custo de mitigação das Tecnologias de Baixa Emissão de Carbono: integração-lavoura-pecuária e recuperação de pastagens degradadas. 2019. Fundação Getulio Vargas, 2019. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/27394>>.
- CNA. Ovinos e Caprinos Balanço 2017. [s.l: s.n.]. Disponível em: <[https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/ovinos\\_caprinos\\_balanco\\_2017.pdf](https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/ovinos_caprinos_balanco_2017.pdf)>.
- COSTA, J. A. A. da; LUNA, E. P.; VILLAFUERTE, S. E.; KICHEL, A. N.; REIS, F. A. Sistemas Integrados de Producción Agropecuaria – SIPA , todos os motivos para iniciar-los - versão em português. [s.l: s.n.].
- COSTA, J. A. A. da; LUNA, E. P.; VILLAFUERTE, S. E.; KICHEL, A. N.; REIS, F. A. Sistemas Integrados de Producción Agropecuaria – SIPA , todos os motivos para iniciar-los - versão em português. October. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/320191376%0ASistemas>>.
- COSTA, J. A. A. da; NEVES, A. P.; VILLAFUERTE, S. G. E.; BATISTA, N. J. M.; REIS, F. A.; FEIJÓ, G. L. D.; CATTO, J. B. Sistemas Integrados Sustentáveis na Produção de Ovinos. In: RIBEIRO, E. L. DE A.; NEVES, A. P.; TAGLIATELLA, D. K. DE S.; GRANDIS, F. A.; GIOTTO, F. M.; COSTA, L. S. A. DA; LEITE, L. DA S. (Ed.). E-Book do IV SIMPOVINO - Sistemas Integrados Sustentáveis na Produção de Ovinos. [s.l: s.n.]p. 55.
- COSTA, J. A. A.; GONZALES, C. I. M. Sheep Farming for Mutton Production under Integrated Systems. In: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. (Ed.). Integrated Crop-livestock-forestry systems. 1. ed. [s.l: s.n.]p. 197–204.

CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C.; VIANA, J. H. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de; SANTANA, D. P. Sistema de Plantio Direto de milho. Disponível em:

<[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_72\\_59200523355.html#](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_59200523355.html#)>. Acesso em: 16 abr. 2020.

DE CARVALHO, A. M.; DE OLIVEIRA, W. R. D.; RAMOS, M. L. G.; COSER, T. R.; DE OLIVEIRA, A. D.; PULROLNIK, K.; SOUZA, K. W.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L. Soil N<sub>2</sub>O fluxes in integrated production systems, continuous pasture and Cerrado. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v. 108, n. 1, p. 69–83, 13 maio 2017. Disponível em: <10.1007/s10705-017-9823-4>.

DE SANT-ANNA, S. A. C.; JANTALIA, C. P.; SÁ, J. M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Changes in soil organic carbon during 22 years of pastures, cropping or integrated crop/livestock systems in the Brazilian Cerrado. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v. 108, n. 1, p. 101–120, 9 maio 2017. Disponível em: <10.1007/s10705-016-9812-z>.

DREWER, J.; ANDERSON, M.; LEVY, P. E.; SCHOLTES, B.; HELFTER, C.; PARKER, J.; REES, R. M.; SKIBA, U. M. The impact of ploughing intensively managed temperate grasslands on N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> fluxes. *Plant and Soil*, v. 411, n. 1–2, p. 193–208, 19 fev. 2017. Disponível em: <10.1007/s11104-016-3023-x>.

EMBRAPA, C. e O. Análise de conjuntura do mercado de caprinos e ovinos : sinais , tendências e desafios. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/190565/1/CNPC-2018-BCIM-n6.pdf>>.

EMBRAPA CERRADO. Fixação Biológica de Nitrogênio ( FBN ) Biological Nitrogen Fixation ( BNF ). [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355008/0/Folder+tecnologia+FBN/72690c5d-c076-4f9f-b48a-7f6ebec0183d>>.

FAO. Mapping supply and demand for animal-source foods to 2030 (T. . Robinson, F. Pozzi, Eds.) *Animal Production and Health Working Paper*. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/i2425e/i2425e00.pdf>>.

FARIA, E. F.; LOPES, L. B.; DOS REIS KRAMBECK, D.; DOS SANTOS PINA, D.; CAMPOS, A. K. Effect of the integrated livestock–forest system on recovery of trichostrongylid nematode infective larvae from sheep. *Agroforestry Systems*, v. 90, n. 2, p. 305–311, 13 abr. 2016. Disponível em: <10.1007/s10457-015-9855-1>.

FRANCO, A. A.; BALIEIRO, F. C. The role of biological nitrogen fixation in land reclamation, agroecology and sustainability of tropical agriculture. [s.l: s.n.]

FRANZLUEBBERS, A. J.; CHAPPELL, J. C.; SHI, W.; CUBBAGE, F. W. Greenhouse gas emissions in an agroforestry system of the southeastern USA. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v. 108, n. 1, p. 85–100, 8 maio 2017. Disponível em: <10.1007/s10705-016-9809-7>.

FUKAMI, J.; OLLERO, F. J.; MEGÍAS, M.; HUNGRIA, M. Phytohormones and induction of plant-stress tolerance and defense genes by seed and foliar inoculation with *Azospirillum brasilense* cells and metabolites promote maize growth. *AMB Express*, v. 7, n. 1, p. 153, 17 dez. 2017. Disponível em: <<http://www.bioinformatics.nl/cgi-bin/prim->>.

GERBER, P. J.; STEINFELD, H.; HENDERSON, B.; MOTTET, A.; OPIO, C.; DIJKMAN, J.; FALCUCCI, A.; TEMPIO, G. Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. [s.l: s.n.].v. 14

GIL, J.; SIEBOLD, M.; BERGER, T. Adoption and development of integrated crop-livestock-forestry systems in Mato Grosso, Brazil. *Agriculture, Ecosystems and*

- Environment, v. 199, p. 394–406, 2015. Disponível em: <10.1016/j.agee.2014.10.008>.
- HUANG, Y.; REN, W.; WANG, L.; HUI, D.; GROVE, J. H.; YANG, X.; TAO, B.; GO, B. Agriculture, Ecosystems and Environment Greenhouse gas emissions and crop yield in no-tillage systems: A meta-analysis. v. 268, n. September, p. 144–153, 2018.
- KEBEDE, G.; ASSEFA, G.; FEYISSA, F.; MENGISTU, A. Forage Legumes in Crop-Livestock Mixed Farming Systems - A Review. International Journal of Livestock Research, v. 6, n. 4, p. 1, 2016. Disponível em: <10.5455/ijlr.20160317124049>.
- LEMAIRE, G.; FRANZLUEBBERS, A.; CARVALHO, P. C. de F.; DEDIEU, B. Integrated crop-livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. Agriculture, Ecosystems & Environment, v. 190, p. 4–8, jun. 2014. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167880913002697>.
- LIMA, M. C. D. de; GAMA, D. C. O Sistema De Integração Lavoura-Pecuária-Floresta No Brasil: Conceitos, Desafios E Novas Perspectivas. Agroforestalis News, v. 3, n. 1, p. 31–51, 2018. Disponível em: <https://seer.ufs.br/index.php/AGRO/article/view/9752>.
- MARTINS, E. C.; MAGALHÃES, K. A.; SOUZA, J. D. F.; GUIMARÃES, V. P.; BARBOSA, CAROLINE MALHADO PIRES HOLANDA FILHO, Z. F. Cenários mundial e nacional da caprinocultura e da ovinocultura. Ativos Ovinos e Caprinos, v. 2, p. 3–6, 2016a. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1068421>.
- MARTINS, E. C.; MAGALHÃES, K. A.; SOUZA, J. D. F.; GUIMARÃES, V. P.; BARBOSA, CAROLINE MALHADO PIRES HOLANDA FILHO, Z. F. Cenários mundial e nacional da caprinocultura e da ovinocultura. Ativos Ovinos e Caprinos, v. 2, p. 3–6, 2016b. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/158899/1/CNPC-2016-Cenarios.pdf>.
- NÓBREGA, A.; VERGNE, M. Novo Censo Agropecuário mostra crescimento de efetivo de caprinos e ovinos no Nordeste. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/modelo/busca-de-noticias/-/noticia/36365362/novo-censo-agropecuário-mostra-crescimento-de-efetivo-de-caprinos-e-ovinos-no-nordeste>.
- NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Boas Práticas de Inoculação em Soja40ª Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul - Atas e Resumos. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/126872/1/Boas-Praticas-de-Inoculacao.pdf>.
- OPIO, C.; GERBER, P.; MOTTET, A.; FALCUCCI, A.; TEMPIO, G.; MACLEOD, M.; VELLINGA, T.; HENDERSON, B. Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains. [s.l.: s.n.]
- PARIZ, C. M.; COSTA, C.; ALEXANDRE, C.; CRUSCIOL, C.; LONGHINI, V. Z.; PROTÉS, V. M.; CASTILHOS, A. M. De. Consórcio de milho com capim-marandu e feijão-guandu colhidos para. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://www.sbcs.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/2050.pdf>.
- PEDREIRA, M. dos S.; PRIMAVESI, O. Aspectos ambientais na bovinocultura. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. DE (Ed.). Nutrição de Ruminantes. 2. ed. [s.l.: s.n.]. p. 616.
- PIVA, J. T.; SARTOR, L. R.; SANDINI, I. E.; MORAES, A. de; DIECKOW, J.; BAYER, C.; ROSA, C. M. da. Emissions of Nitrous Oxide and Methane in a Subtropical Ferralsol Subjected to Nitrogen Fertilization and Sheep Grazing in Integrated Crop-Livestock System. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 43, 2019a. Disponível em: <10.1590/18069657rbcs20180140>.
- PIVA, J. T.; SARTOR, L. R.; SANDINI, I. E.; MORAES, A. de; DIECKOW, J.;

- BAYER, C.; ROSA, C. M. da. Emissions of Nitrous Oxide and Methane in a Subtropical Ferralsol Subjected to Nitrogen Fertilization and Sheep Grazing in Integrated Crop-Livestock System. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 43, 2019b. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832019000100520&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832019000100520&tlng=en)>.
- PIZA, M. L. S. D. T. Sistema de integração lavoura-pecuária como método de controle da contaminação da pastagem por nematódeos gastrintestinais de ovinos. 2017. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA FACULDADE, 2017. Disponível em: <[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/151053/piza\\_mlst\\_me\\_bot.pdf;jsessionid=7F0217080505FBBABE5D2D10168A3786?sequence=3](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/151053/piza_mlst_me_bot.pdf;jsessionid=7F0217080505FBBABE5D2D10168A3786?sequence=3)>.
- REDE ILPF, S. de I. ILPF em números. Disponível em: <<https://www.redeilpf.org.br/>>.
- RODRIGUES, R. A. R.; MELLO, W. Z.; CONCEIÇÃO, M. C. G.; SOUZA, P. A.; SILVA, J. J. N. Nitrogen Dynamics in Tropical Agricultural and Forest Systems and their Impact on Climate Change. *Revista Virtual de Química*, v. 9, n. 5, p. 1868–1886, 2017. Disponível em: <[http://rvq.s bq.org.br/audiencia\\_pdf.asp?aid2=810&nomeArquivo=v9n5a07.pdf](http://rvq.s bq.org.br/audiencia_pdf.asp?aid2=810&nomeArquivo=v9n5a07.pdf)>.
- RONDINA, A. B. L.; DOS SANTOS SANZOVO, A. W.; GUIMARÃES, G. S.; WENDLING, J. R.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Changes in root morphological traits in soybean co-inoculated with *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense* or treated with *A. brasilense* exudates. *Biology and Fertility of Soils*, v. 56, n. 4, p. 537–549, 26 maio 2020. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s00374-020-01453-0>>.
- ROSSET, J. S.; LANA, M. do C.; PEREIRA, M. G.; SCHIAVO, J. A.; RAMPIM, L.; SARTO, M. V. M. Frações químicas e oxidáveis da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo, em Latossolo Vermelho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 9, p. 1529–1538, set. 2016. Disponível em: <10.1590/s0100-204x2016000900052>.
- RUFINI, M.; OLIVEIRA, D. P.; TROCHMANN, A.; SOARES, B. L.; ANDRADE, M. J. B. de; MOREIRA, F. M. de S. *Bradyrhizobium* spp. Strains in Symbiosis with Pigeon Pea cv. Fava-Larga under Greenhouse and Field Conditions. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 40, p. 1–14, 2016. Disponível em: <10.1590/18069657rbc20160156>.
- SAATH, K. C. de O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da Demanda Mundial de Alimentos e Restrições do Fator Terra no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 56, n. 2, p. 195–212, 2018. Disponível em: <10.1590/1234-56781806-94790560201>.
- SALTON, J. C. 20 anos de experimentação em integração lavoura-pecuária na Embrapa Agropecuária Oeste: relatório 1995-2015. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1023772/1/DOC130FINALONLINE.pdf>>.
- SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J. A.; CONCENÇO, G.; SILVA, W. M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 190, p. 70–79, jun. 2014. Disponível em: <10.1016/j.agee.2013.09.023>.
- SATO, J. H.; DE CARVALHO, A. M.; DE FIGUEIREDO, C. C.; COSER, T. R.; DE SOUSA, T. R.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L. Nitrous oxide fluxes in a Brazilian clayey oxisol after 24 years of integrated crop-livestock management. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v. 108, n. 1, p. 55–68, 16 maio 2017. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s10705-017-9822-5>>.
- SCHETTINI, B. L. S.; JACOVINE, L. A. G.; OLIVEIRA NETO, S. N.; TORRES, C. M. M. E.; VILLANOVA, P. H.; ROCHA, S. J. S. S.; RUFINO, M. P. M. X.; COMINI, I. B. Potencial de estocagem de carbono em sistemas silvipastoris no Brasil. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 11, p. 27659–27671, 2019. Disponível em:

<http://www.brjd.com.br/index.php/BRJD/article/view/4997/4594>.

SHAKOOR, A.; SHAHBAZ, M.; FAROOQ, T. H.; SAHAR, N. E.; SHAHZAD, S. M.; ALTAF, M. M.; ASHRAF, M. A global meta-analysis of greenhouse gases emission and crop yield under no-tillage as compared to conventional tillage. *Science of The Total Environment*, v. 750, p. 142299, jan. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142299>.

VITOUSEK, P. M.; MENGE, D. N. L.; REED, S. C.; CLEVELAND, C. C. Biological nitrogen fixation: rates, patterns and ecological controls in terrestrial ecosystems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 368, n. 1621, p. 20130119, 5 jul. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2013.0119>.